

MARCELO CARLOS GIMENES

**ANÁLISE DE UMA PROPOSTA DE CAPACITAÇÃO PARA PROFESSORES EM
INFORMÁTICA EDUCACIONAL POR MEIO DE GRUPOS DE PESQUISA
DESENVOLVIDA NO NTE DE CASCAVEL - PR**

**PALMAS-PR
2004**

MARCELO CARLOS GIMENES

**ANÁLISE DE UMA PROPOSTA DE CAPACITAÇÃO PARA PROFESSORES EM
INFORMÁTICA EDUCACIONAL POR MEIO DE GRUPOS DE PESQUISA
DESENVOLVIDA NO NTE DE CASCAVEL - PR**

Dissertação apresentada como exigência parcial
para obtenção do grau de mestre em educação
na área de concentração: educação matemática
às Faculdades Integradas de Palmas.

Orientador: Prof. Dr. Nelson Hein

**PALMAS-PR
2004**

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Maria Judite pelo apoio e carinho.

Aos professores que participaram do grupo de estudos.

A meu orientador, Prof. Dr. Nelson Hein pela dedicação e compreensão.

Aos colegas Rubens Vito pela colaboração, Janice Parizotto pela amizade e incentivo, João Vieira Berti pela amizade e incentivo.

DEDICATÓRIA

À minha esposa Adriana pelo amor,
apoio e incentivo.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUÇÃO	1
1.2 Problema	5
1.3 Objetivos	7
1.3.1 Objetivo Geral	7
1.3.2 Objetivos Específicos	7
1.4 Justificativa.....	8
1.5 Escopo do estudo	11
1.6 Estrutura do trabalho	12
CAPITULO II - SOCIEDADE DO CONHECIMENTO	14
2.1 Introdução	14
2.2 Sociedade e informação	14
2.3 Escola e Sociedade do Conhecimento	23
CAPÍTULO III - AS TEORIAS DE APRENDIZAGEM MATEMÁTICA	31
3.1 Contextualização	31
3.2 Tendências pedagógicas atuais.....	33
3.3 A educação matemática como processo de acultramento.....	40
3.4 Aprendizagem matemática	41
3.4.1 Ensino da matemática.....	43
3.4.2 Processos do pensamento matemático	46
3.4.3 Construção do conhecimento lógico-matemático	48
3.4.3.1 Construtivismo	53
3.4.4 A aprendizagem da matemática dentro de uma perspectiva construtivista.....	55
3.5 A investigação pedagógica e o aperfeiçoamento da atividade educacional.....	63
3.6 Ambientes informatizados e a aprendizagem da matemática	64
3.7. Educação e a tecnologia.....	67
3.8 Características de ambientes informatizados construtivistas	69

3.9 Interatividade	74
3.10 Educação matemática na sociedade da informação	75
3.11 Capacitação docente para a aplicação de tecnologias da informação no ensino da matemática	79
3.12 Softwares matemáticos.....	81
3.13 O profissional da educação e informática educativa	88
3.14 A formação do profissional da educação dentro do contexto tecnológico	91
CAPÍTULO IV - DA PESQUISA APLICADA.....	92
4.1 Metodologia	94
4.2 Delimitação da pesquisa.....	98
4.3 Resultados	99
CONCLUSÃO.....	105
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	110
ANEXO 01 - FORMULÁRIOS DE PESQUISA.....	119
ANEXO 02 - LISTAGEM DE SOFTWARES MATEMÁTICOS - PESQUISA NA INTERNET.....	124

RESUMO

As mudanças provocadas com o advento da tecnologia trazem a tona questionamentos em relação à postura de qualquer profissional e, sobretudo, do profissional da educação diante do seu compromisso frente a seus aprendizes e da sociedade a qual ele pertence, onde não basta conhecer, mas necessita-se diversificar a forma de trabalho e as propostas pedagógicas, que hoje têm ligação direta com o processo tecnológico emergente. Neste sentido, a pretensão deste trabalho é a de investigar e buscar caminhos que transformem a maneira de se apresentar os conteúdos, ligando-os com o computador, buscando diversidade e inovações na sala de aula, promovidas com o uso da tecnologia. Esta iniciativa parte da constatação de que a realidade de grande parte das escolas hoje consiste na sub-utilização dos laboratórios de informática no desempenho das atividades docentes, com elevada taxa de ociosidade dos computadores.

O trabalho conjunto de desenvolvimento de atividades baseadas principalmente em *softwares* como o Microsoft Excel, o Cabri Géomètre e a linguagem Logo, somado ao contínuo acompanhamento e observação das atividades em sala de aula possibilitaram não apenas verificar a efetividade de propostas baseadas na capacidade intrínseca de manipulação de dados e informações e sua representação gráfica e apresentação, oferecidas pelo computador, mas principalmente pela oferta, ao aluno, de um novo ambiente de aprendizado, marcado principalmente pela interatividade e pela atratividade, e que, ao mesmo tempo, atua no sentido de preparar o futuro cidadão a gerenciar uma tecnologia que encontra-se no cerne de toda a atividade promovida pelas sociedades contemporâneas. Entre as constatações amplamente vantajosas de uma prática metodológica e mesmo pedagógica calcada nos laboratórios de informática, uma importante percepção que se extraiu foi a da grande necessidade de estabelecimento prévio de objetivos e de estratégias de realização destes objetivos, sob risco de desperdício e de ineficácia de todo um processo de preparação e pesquisa realizado pelo professor.

Palavras chave: Computador, Tecnologia, Conhecimento.

ABSTRACT

The transformations caused by technology have brought into the scene questions concerned to professional standpoints, specially teachers, in face of their own commitment with their students and their society, a place where knowledge is not enough anymore, but where a new way of doing things and jobs is requested. That way, alliyng computer to theachig is one of the more difficult challenges to teachers in their pursue to get math to student´s everyday.

So, the purpose of this wok is to investigate and find ways to present mathmatic connected to computers, in a technology based environment , since most of schools seems to underuse their computing laboratories in everyday classes.

It is expectd that the development of activities using *softwares* as Logo, Géomètre Cabri and Excell, along with observation and research would allow to verify the efectiveness of such proposals based on technology and the offering to the students of a new learning enviroment, more adequated to this days.

Keywords: Computers, Technology, Knowledge.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico vem causando grandes transformações na sociedade. A produção industrial, as formas de trabalho, o estilo de vida e o pensamento humano, bem como elementos como a socialização do conhecimento, são alguns alvos destas transformações. Esse novo universo que surge no cotidiano das pessoas exige independência, criatividade e autocrítica na obtenção e na seleção de informações, assim como na construção do conhecimento.

As tecnologias informáticas têm possibilitado que um número cada vez maior de pessoas tenha acesso a informações que antes eram essencialmente adquiridas na escola. Hoje, existem cursos sobre diferentes assuntos disponíveis em vídeos, revistas, CDs, Internet. No Brasil, há poucos anos, os computadores eram privilégio de órgãos governamentais, de instituições de pesquisa e de empresas privadas de grande porte. Hoje, para grande parte da população, o acesso ao computador é uma realidade. O número de usuários da Internet, por exemplo, cresce consideravelmente.

O acesso à informação, porém, por si só, não significa adquirir ou produzir conhecimento. O conhecimento depende da informação, mas a informação sozinha não cria novas formas de ver o mundo nem capacita o indivíduo a compreendê-lo melhor. A educação, dentro desta perspectiva, pode contribuir de maneira ímpar, se acompanhar os processos de mudança adequadamente. A escola pode contribuir para que, em sua formação, a pessoa alcance plenamente a sua cidadania, participando do processo de transformação e construção de uma sociedade mais aberta a incorporar novos hábitos, comportamentos, percepções e demandas.

A velocidade de produção do conhecimento e a qualidade de informações no mundo de hoje impõem novas tendências para a sociedade pois é necessário aprender a conviver com as incertezas, com o imprevisto e com a novidade. Para isto, é necessário desenvolver a capacidade de aprender continuamente, ou seja, a capacidade de analisar, refletir, tomar consciência, transformar o conhecimento, processar novas informações e, a partir daí, produzir novos conhecimentos.

Enquanto a utilização da tecnologia acontece de maneira eufórica em todos os ramos da atividade humana vive-se um momento de questionamento e reconhecimento da inconsistência do sistema educacional. A tecnologia informática não é autônoma para provocar transformações, mas o uso de computadores em educação coloca novas questões e apresenta inúmeras inconsistências (ALMEIDA, 1987).

A escola precisa contribuir para a formação de um cidadão ativo e de um agente criador de novas formas e habilidades. O professor, por sua vez, precisa assumir o papel de promotor da aprendizagem. Tal percepção, levanta, porém o questionamento acerca de como o professor, preparado para uma pedagogia baseada em procedimentos que visam o acúmulo de informações pelo aluno, poderá reinventar a sua prática e assumir uma nova atitude diante do conhecimento e da aprendizagem.

Depreende-se disso que a tecnologia, em especial seu poder de comunicação e a difusão de informações influi, de maneira decisiva, no modo de vida das sociedades. Politicamente, as identidades ideológicas tradicionais perdem solidez. "As fronteiras nacionais diluem-se e os espaços nos quais se exerce a cidadania tendem ou a ampliar-se para uma cidadania sem fronteiras, ou a reduzir-se ao âmbito local." (TEDESCO, 1998, p.20).

Partindo de conclusões semelhantes, e diante da crescente importância da tecnologia na vida das pessoas, o Ministério da Educação e Cultura - MEC - optou por introduzir, entre suas prioridades, as tecnologias de Informática e Telecomunicações (telemática) na escola pública, através do Programa Nacional de Informática na Educação – ProInfo.

O Governo Federal, dentro dessa realidade, implantou em Abril de 1997 o Programa Nacional de Informática na Educação – ProInfo, vinculado à Secretaria de Educação a Distância, do Ministério de Educação e dos Desportos – MEC, que é um programa de informática educacional nas escolas, mais especificamente da rede pública municipal e estadual. Percebe-se que este é um processo irreversível, de um mundo apoiado em uma base tecnológica da qual já não pode mais prescindir. E a escola faz parte dessa mudança, acompanhando tecnologicamente o mundo que a transcende, com uma participação importante na construção consciente do cidadão que se utilizará desse desenvolvimento tecnológico.

Mesmo assim, “é indiscutível que há uma dissociação entre a escola e a sociedade, entre a forma de aproximação à realidade que praticam os alunos fora do contexto escolar e a que lhes é imposta na escola.” (FERRÉS, 1996, p.12).

Esta é uma realidade que se percebe e que entremeia inclusive a prática docente, o que se traduz nas conversas dos alunos, quando se evidencia sua atração por estes assuntos e pelas questões que os envolvem. Por vezes, estas conversas têm levado a um sentimento de separação e distanciamento do professor com relação ao universo dos adolescentes, embora todas estas personagens estejam envolvidas por um ambiente marcado pela tecnologia.

Os NTE's espalhados por todo o Brasil são centros de excelência em informática na educação e representam a descentralização do programa. A

capacitação iniciou-se pela preparação de multiplicadores que realizaram um curso de especialização *lato sensu* em Curitiba - PR pelo Centro Federal Tecnológico do Paraná – CEFET. Esses multiplicadores são professores da rede pública estadual de várias áreas do conhecimento. Assim, o programa segue a filosofia de professor capacitando professor.

O PROINFO, desenvolvido em parceria com governos estaduais e municipais, é um marco na democratização do acesso às modernas tecnologias de informática e telecomunicações – a telemática. Já distribuiu, em sua primeira fase de implantação, 30.253 microcomputadores a 2.276 escolas e 223 Núcleos de Tecnologia Educacional – NTE's que além de pontos de suporte técnico-pedagógico, são centros de excelência em capacitação. Esses núcleos já formaram 1.419 professores multiplicadores e 20.557 professores, em todo o Brasil¹.

No NTE os multiplicadores capacitam professores da região, no caso deste estudo, os professores da região oeste do Paraná. A capacitação ocorre com a realização de cursos de informática educacional, ou seja, informática aplicada à atividades de sala de aula para professores de todas as áreas simultaneamente. Os cursos ocorrem em contra-turno e a clientela constitui-se de professores que exercem regência em sala de aula e, também, de professores em função, ou seja, que estão desenvolvendo atividades fora da sala de aula (orientação, supervisão, direção, etc.).

As turmas são formadas por região e por períodos de acordo com horários em que os professores estejam disponíveis e que sejam da mesma região para facilitar o transporte. No curso são trabalhadas na parte teórica as “tendências

¹ Para mais informações: www.proinfo.gov.br (PROINFO, 2000).

pedagógicas”. Na parte prática são trabalhadas atividades com o uso de ferramentas como o editor de textos, a planilha de cálculo, apresentador de slides, Internet, linguagem LOGO, Cabri Géomètre, alguns *softwares* educacionais, etc.

É importante mencionar que os professores não são capacitados por área, as atividades são trabalhadas em um nível geral. Essa capacitação tem o objetivo de viabilizar a iniciação do professor na utilização do laboratório de informática em suas aulas, sendo necessário que o professor retome sua capacitação para aprofundar seus conhecimentos dos ambientes citados, ou seja, a capacitação deve ser continuada.

1.2 Problema

O uso dos computadores na educação não pode mais ser questionado, porém não se deve adotá-lo como uma solução utópica para os problemas educacionais. Se a realidade atual mostra grandes transformações em todas as áreas da vida humana, os movimentos e as práticas educacionais não estão, e nem poderiam estar, alheios a esses fatos. "A educação faz parte desse tecido social e sua participação no contexto da sociedade é de grande relevância, não só pela formação dos cidadãos que atuam nesta sociedade, mas e principalmente, pelo potencial criativo que ao homem está destinado no seu próprio processo de desenvolvimento." (GRINSPUN, 1999, p. 32)

Trabalhar com a educação é uma experiência que proporciona um aprendizado da transformação de informações em conhecimento, e este conhecimento em sabedoria. É isto que dá ao ser humano o poder de saber optar

refletindo e até gerenciando autonomamente suas opções; para isso a inteligência possibilita condições de transferir os conhecimentos de uma área para outra, fazendo assim, a inter-relação dos conhecimentos já estruturados.

Reforça-se a constatação de que a escola não pode excluir-se dessa realidade. Os alunos precisam sentir que seus professores são atuais e atuantes. As metodologias aplicadas pelos educadores devem corresponder às realidades vividas pelos alunos no seu dia-a-dia e, mais do que nunca, essas tecnologias disponíveis devem ter sua função educativa, participando da construção do conhecimento, principalmente em se tratando de alunos de escolas públicas. Dentro desta perspectiva há questões sobre como preparar o professor para atuar nessa nova realidade.

Em nível local, questiona-se: os professores da rede pública da região Oeste do Paraná utilizam os recursos computacionais aplicados ao ensino? Os laboratórios de informática são utilizados de maneira adequada, isto para uso pedagógico e com objetivos pré-estabelecidos pelos professores? O programa de capacitação do NTE de Cascavel está contribuindo para que os professores/cursistas façam uso dos laboratórios de informática como recurso didático em suas aulas?

Estas questões não são facilmente respondidas no plano teórico e nem na prática escolar. Porém algumas hipóteses podem ser consideradas, entre elas:

- A participação de professores em um grupo de estudos em informática aplicada ao ensino poderá viabilizar a utilização de alguns ambientes computacionais em conexão com os conteúdos que estão sendo trabalhados em sala de aula.

- Essa capacitação em grupo de estudos e o assessoramento nas atividades iniciais com alunos nas escolas viabilizará e tornará mais freqüente a utilização dos laboratórios de informática na escolas da rede pública.
- O uso de ambientes computacionais como LOGO, Cabri Géomètre e planilha eletrônica Excel possibilitam o desenvolvimento de atividades de maneira construtiva e permitem que o aluno interaja com o conteúdo ministrado. O aluno deixa de ser assistente (passivo) para assumir o papel de construtor do seu conhecimento.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Relatar e discutir a criação e desenvolvimento de um grupo de estudos para a elaboração e desenvolvimento de atividades baseadas em ambientes computacionais a partir dos encaminhamentos fornecidos pelo NTE – Núcleo de Tecnologia Educacional de Cascavel, Paraná.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Discutir as possibilidades das Tecnologias de Informação e Comunicação como estratégia inovadora e suas contribuições para as soluções de problemas que afetam a Educação, buscando a correlação entre a prática

docente e os pressupostos que norteiam a existência e o funcionamento do NTE-Cascavel;

- Explorar práticas pedagógicas em matemática com o auxílio de ambientes computacionais;
- Discutir como um grupo de estudos criado para desenvolver e implementar alternativas de utilização dos recursos computacionais pode contribuir na melhoria da prática docente.

1.4 Justificativa

O interesse pelo tema desta pesquisa tem suas origens na necessidade de mudanças da prática pedagógica, principalmente no que se refere aos novos papéis que o professor deverá desempenhar, nos novos modos de formação que possam prepará-lo para o uso pedagógico do computador, bem como em sua atitude frente ao conhecimento e à aprendizagem.

As mudanças provocadas com o advento da tecnologia trazem a tona questionamentos em relação à postura de qualquer profissional e, sobretudo, do profissional da educação diante do seu compromisso frente a seus aprendizes e da sociedade a qual ele pertence, onde não basta conhecer, mas necessita-se diversificar a forma de trabalho e as propostas pedagógicas, que hoje têm ligação direta com o processo tecnológico emergente.

Levantam diversos questionamentos de como proceder, como encaminhar, que metodologias devem ser utilizadas, qual é o principal objetivo a ser atingido nesse processo do uso das Tecnologias de Informação e Comunicações (TICs), são

constantes no cotidiano de qualquer profissional e preocupa o docente, pois esta tecnologia ainda é recente no universo escolar, trazendo uma constante, que são os encaminhamentos para seu uso em todas as áreas do conhecimento, principalmente com alunos da rede pública.

Conforme avaliação do Núcleo de Tecnologia Educacional de Cascavel - PR, realizada nas Escolas da região de sua abrangência, observou-se que poucas escolas têm contemplado o uso da telemática em sala de aula. E que a área da matemática é uma das disciplinas que pouco utiliza o instrumental tecnológico disponível, como *softwares* para trabalhar os conteúdos em sala de aula.

Um coletivo de inexperiência com o uso do computador agregado a falta de conhecimento do professor em utilizar e criar atividades diversificadas com o instrumental que está disponível tem levado a uma preocupação em buscar caminhos e metodologias que modifique a realidade deste profissional.

Desta forma, este trabalho apresenta a atividade de um grupo de estudo com professores da área da matemática para desenvolver atividades matemáticas usando *softwares* educacionais e após acompanhar os professores na aplicação e desenvolvimento destas atividades, observando e comentando o processo metodológico empregado pelos professores participantes do grupo de estudo, avaliando sua validade através da verificação da participação, apreciação e aceitação dos alunos neste processo de ensino aliado à tecnologia.

Essa pesquisa justifica-se ainda pelo fato de que o professor necessita de capacitação para desenvolver novos papéis que lhe são impostos pela utilização do computador na educação. Segundo Valente (1996) “o advento do computador na educação provocou o questionamento dos métodos e da prática educacional.

Também provocou insegurança em alguns professores menos informados que receiam e refutam o uso do computador na sala de aula.”

Ainda conforme Valente (1996), “o uso do computador pode enriquecer ambientes de aprendizagem onde o aluno, interagindo com os objetos desse ambiente, tem chance de construir o seu conhecimento.”

Já para D'Ambrosio (1986), “Os computadores aumentam rapidamente nossas possibilidades para observação e experimentação em matemática”.

Nos vários ramos de matemática pode-se considerar computadores que fornecem experiências numéricas e visuais com o intento de favorecer a intuição. Pode-se também facilitar apresentações algorítmicas de teorias e provas (D'AMBROSIO, 1986).

Informática e computadores provocam mudanças nos currículos e essas terão conseqüências na capacitação de professores. Além de necessitar de elementos de ciência do computador e informática deveremos também prepará-los para ensinar matemática de uma nova maneira (D'AMBROSIO, 1986).

Mais uma vez segundo D'Ambrosio (1986, p. 34), “com o uso de computadores é necessário estimular a atitude experimental de professores tanto quanto de alunos (observação, teste, controle de variáveis ...) ao lado da atitude matemática (hipóteses, prova, verificação, ...).”

D'Ambrosio (1986) comenta ainda sobre o relacionamento dizendo que “temos agora um triângulo estudante – professor – computador, onde anteriormente apenas existia o relacionamento estudante – professor. Os estudantes por sua vez, têm novas expectativas com respeito ao ensino geral e o de matemática em particular.”

Observa-se, também, mudanças na dificuldade de problemas e exercícios. O uso do computador muda a ordem de dificuldade dos exercícios e também viabiliza a resolução de várias maneiras para o mesmo exercício. Todas essas possibilidades apontadas pelos autores dependem da participação efetiva dos professores no processo de ensino e aprendizagem da matemática. É necessário que o professor esteja preparado para pré-estabelecer metas quando do uso do computador, ou seja, desde a escolha do *software* que irá utilizar bem como a adequação do uso deste *software* aos seus objetivos pedagógicos.

A falta de preparo e informação do professor em relação aos recursos tecnológicos contribuem para que a informática educacional se torne um processo frustrante.

1.5 Escopo do estudo

É necessário deixar claro o que este trabalho não pretende abordar, o que não atinge, ou ainda, não alcança. Neste intuito, esse estudo não apresenta e não pretende oferecer receitas sobre a utilização do computador na educação. Apesar de buscar ser uma contribuição para os professores, cumpre ressaltar que o envolvimento destes no processo de implementação da tecnologia na educação é tão importante quanto sua aquisição de informação e capacitação.

Assim, não se apresenta um *software* e tão menos uma metodologia milagrosa. O professor deve preestabelecer seus objetivos e metodologia a cada atividade utilizando computadores.

Este trabalho não tem o objetivo de provar que o uso das tecnologias melhora efetivamente o processo de ensino e da aprendizagem, mas sim buscar subsídios para uma análise sobre o tema. O simples uso de computadores não garante nenhum avanço. É preciso que professores e alunos cumpram seus papéis para que o processo seja válido. Esses papéis precisam ser definidos, pois diferem totalmente dos papéis já estabelecidos pela escola que não utiliza uma metodologia de uso da tecnologia. O professor passa de informador/emissor de conhecimento para facilitador da aprendizagem. O aluno, por sua vez, passa de ouvinte/receptor para co-responsável pelo seu aprendizado.

1.6 Estrutura do trabalho

Utilizar-se-á o histórico do NTE de Cascavel para um mapeamento da capacitação ocorrida no período de 1998 a 2002, relatando sua influência no processo de utilização dos recursos computacionais na região.

No desenvolvimento da dissertação é apresentada a descrição das etapas correspondentes aos objetivos, justificativas, hipóteses, metodologia utilizada e a estruturação do trabalho.

O Capítulo II aborda conceitos de contextualização do tema em discussão, procurando apresentar elementos e aspectos que possam traçar um panorama da questão do conhecimento nas sociedades e na escola.

O Capítulo III enfoca teorias e conceitos que influem e têm sido utilizados nos processos de ensino e aprendizagem da Matemática, abordando-se as diversas teorias matemáticas e as metodologias na utilização do computador no processo

pedagógico, além da interação entre professor-aluno-computador e os diferentes níveis de interatividade entre eles.

Pretende-se na construção do Capítulo IV buscar a relação entre os capítulos anteriores e a realidade verificada, através do relato e análise da proposta implantada. Neste capítulo, ainda, se busca analisar o professor no momento de sua atuação em sala de aula após o grupo de estudo, e se houve ou não modificações no procedimento metodológico e pedagógico de cada professor, além da reação dos alunos diante do processo.

Encerrando, as considerações finais sobre o tema e o estudo.

CAPITULO II

SOCIEDADE DO CONHECIMENTO

2.1 Introdução

Vive-se uma era marcada predominantemente pela grande capacidade de comunicação entre as pessoas, onde o fluxo de informações que transita entre lugares longínquos é muito grande e onde a interação geral entre os homens é cada vez mais facilitada. Isto tem originado uma nova forma de sociedade, baseada nesta capacidade de comunicar-se e de alcançar outras culturas, modificando-as na mesma medida em que se modifica a si mesma.

Este capítulo pretende tratar justamente desta nova forma de sociedade, muito mais complexa e dinâmica, mas também repleta de novas e instigantes situações, dentro de um contexto marcado pela influencia exercida na forma como as pessoas aprendem e ensinam.

2.2 Sociedade e informação

Na Sociedade da Informação, conhecida também como Sociedade do Conhecimento, estabelece-se uma diferença entre dados, informação e

conhecimento. Assim, dados não estruturados não conduzem à criação de informações, do mesmo modo que nem toda informação é sinônimo de saber.

Para Bell (1976), esta sociedade, também chamada de sociedade tecnocrônica, se caracteriza por ser um espaço no qual a aquisição, processamento, organização, armazenamento, recuperação, utilização, monitoramento e distribuição e venda de informação, conformam atividades prioritárias para a economia dos países que as fomentam, devido a seu alto índice de valor agregado.

Na sociedade do conhecimento, com as novas tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), a aprendizagem se reflete em todos os ângulos da sociedade. A vida na Sociedade do Conhecimento e da Informação, das telecomunicações, da Internet, do mundo virtual, da reconstrução do conhecimento e da mundialização de conceitos, idéias e tecnologias, surge a complexidade do mundo, com uma exposição a incontáveis informações.

“Uma nova consciência começa a surgir: o homem, confrontando de todos os lados às incertezas, é levado em nova aventura. É preciso aprender a enfrentar a incerteza, já que vivemos em uma época de mudanças em que os valores são ambivalentes, em que tudo é ligado. É por isso que a educação do futuro deve se voltar para as incertezas ligadas ao conhecimento” (MORIN, 2000, p. 84).

Morin (2000), sustenta a idéia que o conhecimento, mesmo sendo referência estratégica para o desenvolvimento pessoal e social, como para a inserção no mercado de trabalho, traz sempre o “risco de ilusão e de erro”, destacando a imensa quantidade de fontes de informações hoje à disposição, que, ao mesmo tempo em que servem como instrumental de desenvolvimento, geram também grandes incertezas e interrogações quanto ao futuro.

Nesta nova Sociedade do Conhecimento, o “saber pensar” tornou-se mais valorizado, entendido como uma outra maneira de reconstruir o conhecimento, que

abandona a simples transmissão copiada, reprodutiva, característica intrínseca do instrucionismo.

Na sociedade da informação, a derrubada ou diluição de fronteiras é uma realidade, e as *commodities* (bens, produtos ou serviços) disponíveis são o conhecimento e a informação, produzidos e disseminados dentro de um contexto de globalização, no qual essas informações devem ser avaliadas também dentro de um contexto cultural. O conceito-chave contemporâneo é o de rede, onde se estabelecem novas formas de se produzir conhecimento e cultura, estabelecendo *links* (ligações) entre culturas diferentes, que se comunicam, se expõem umas às outras, em um processo gradativo de interação.

Também no panorama econômico e industrial são perceptíveis as grandes mudanças promovidas pelos avanços tecnológicos e isto acontece também no Brasil, mesmo com suas grandes desigualdades sociais e regionais. Quando se trata do sistema educacional, porém, encontra-se uma situação diferente. Pretto (2001) afirma que o sistema educacional precisa sofrer uma transformação, passando por uma “maior articulação com os sistemas de informação e comunicação”.

O ser humano atual, em especial o jovem, convive e se relaciona tão bem com todo tipo de mídia, desde o vídeo-game, esportes radicais, Internet, TV a Cabo, e isto resulta em um processo de produção do conhecimento que a escola não conhece, o qual não busca respostas, mas sim formula perguntas. O jovem entende a não linearidade, estabelecendo uma relação de produção do conhecimento. Esta constatação permite, por certo, compreender que há novos processos de aquisição e construção do conhecimento, que se utilizam tecnologias de comunicação e informação na aprendizagem.

A conexão entre a escola e esta realidade marcada pela tecnologia passa a ser mais um elemento no processo de produção de conhecimento. Vale citar Lévy (1996):

“Navegar no ciberespaço equivale a passear um olhar consciente sobre a interioridade caótica, o ronronar incansável, as banais futilidades e as fulgurações planetárias da inteligência coletiva. O acesso parte, indivíduo ou grupo, e alimenta em troca o do conjunto. Passa-se então da inteligência coletiva para o coletivo inteligente”. (LÉVY, 1996, p.117).

Conforme Negroponte (apud RAVET & LAYTE, 1997), “a informática não diz mais respeito aos computadores. Diz respeito à vida”. Na sociedade da informação e comunicação está bem claro o aumento de possibilidades de comunicação entre as pessoas, mesmo sem sair de casa. Isto tem sido proporcionado pelas indústrias de equipamentos, satélites, telefone, cabos, eletrônica, informática, entretenimento e comunicação.

Há que se destacar, porém, que a contínua concentração de capital no sistema de comunicações, gera uma centralização das notícias, da produção de imagens e da informação e essa tão procurada e almejada democratização da comunicação corre o risco de ser realizada não por inteiro, na medida em que existe o risco de veiculação apenas de informações selecionadas ou, de alguma forma, tendenciosas (CHOMSKY, 2001).

De toda forma, o cidadão atual deve ser capaz de produzir com as tecnologias de informação e comunicação, e neste sentido, a escola assume outra função, que é a de universalizar e democratizar conhecimentos e informações. Para a real concretização desse processo deve haver uma integração presente nas práticas educacionais dessas tecnologias como fundamento da nova educação (PRETTO, 2001); de acordo com esta ótica a escola participaria na construção dessa nova sociedade de uma forma profunda e integral.

Pretto (2001), diz que “as transformações tecnológicas dos recentes anos, em especial na área das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), introduziram mudanças significativas em todo o planeta. Nos últimos tempos, com a internacionalização da economia, passou-se a falar em globalização e muito exatamente pela presença desse aparato tecnológico”.

Ravet & Layte (1997), colocam que “tudo está se tornando digital”, ao afirmarem que os computadores tornaram-se parte da vida das pessoas, e que a informação que se recebe e com base na qual se atua, vem cada vez mais de máquinas do que da observação do mundo real. E ainda, que os comandos são mais freqüentemente emitidos via computador do que através do uso de outros meios tradicionais, como alavancas e apertar de botões.

Na necessidade de diminuir as diferenças entre o ambiente escolar e o mundo exterior, procura-se transcender os limites da escola, levando-a em direção à comunidade, como agente facilitador, como a nova conjuntura composta por mentes humanas, redes técnicas de armazenamento, transformação, produção e transmissão de informações.

“Atualmente, o computador pode ser usado não apenas para construir mídias, para criar novos mundos virtuais e experiências reais” (RAVET & LAYTE, 1997, p. 3). A afirmação traz implícita a concepção de ferramenta didática, isto é, o computador, usado didaticamente, possibilita uma tomada de consciência significativa, propiciando ao educando a apropriação dos mecanismos de sua ação, avanço no apreender, a transformação e a construção do mundo que aí está, à medida que ele apreende como sujeito da sua prática e ação.

Percebe-se que a metodologia da reprodução não tem lugar em uma sociedade que exige a troca e a interação do meio com o organismo. Para Piaget, “o

saber não vem da prática, mas da abstração reflexionante apoiada sobre a prática” (BECKER, 2001, p.60). Para isso, é importante que o professor conheça a realidade do aluno, incorporando-a no seu dia-a-dia escolar.

A Sociedade da Informação tem seu pilar principal na rede mundial de computadores – Internet. Partindo-se desta constatação, o Programa Sociedade da Informação foi desenvolvido “no mundo inteiro, com o objetivo de elaborar políticas de inserção neste mundo de conexões, tecnologias e globalização muito intensa” conforme Pretto (2001), para quem, ainda, o desafio para a educação está na viabilização de um projeto que proporcione a infra-estrutura para o acesso às tecnologias da informação e comunicação e pensar nas escolas conectadas.

Considere-se ainda a Educação, cujo eterno objetivo é a formação do ser humano. E neste momento, mais do que nunca, percebe-se o ser humano envolvido num mundo de grandes transformações tecnológicas. Objetivando-se uma atuação como educadores e críticos da ação e da realidade, nota-se a necessidade de formação do educador comprometido com seu trabalho, quando deixa de ser um mero funcionário da Educação para tornar-se alguém que se encante e se comprometa com o crescimento e envolvimento do educando no processo de aprender.

Sabe-se que a realidade do profissional da Educação sofre muitas carências, mas a questão da tecnologia já se tornou estratégica, básica e quem sabe, uma questão de sobrevivência para esse profissional, na condição de responsável pela formação do educando como cidadão do mundo, compreendendo, descobrindo, interagindo e contribuindo para “transformar” ou “modificar” sua realidade, segundo Freire (1974).

Percebe-se que o conhecimento, como já afirmava Piaget, é uma construção. E para isso o sujeito age espontaneamente, chegando mesmo a ser independente do ensino, mas há a necessidade de estímulos sociais. Através da abstração do meio físico ou social, retira-lhe o que é de seu interesse, para em seguida reconstruir com a reflexão. Vemos a dinâmica da ação e da abstração, do fazer e do compreender, surgindo o novo conhecimento.

Na sociedade da informação, segundo Lévy (1999, p.158), fazem-se necessárias duas "grandes reformas nos sistemas de educação e formação. Em primeiro lugar, a aclimatação dos dispositivos e do espírito do EAD (Ensino Aberto e a Distância) ao cotidiano e ao dia a dia da educação. Isto favorece as aprendizagens personalizadas e a coletiva em rede". Em segundo lugar, é o "respeito ao reconhecimento das experiências adquiridas" (LÉVY, 1999). Como já se viu que se aprende em todo lugar, a educação pode se orientar também para o saber não-acadêmico. Com as tecnologias de informação e comunicação permite-se o acesso a qualquer momento a todo tipo de conhecimento.

Nessa sociedade é imprescindível a formação continuada, com a integração entre os espaços educativos (lar, empresa, escola, grupo social) "visando a equipar o aluno para viver melhor na sociedade do conhecimento." (GADOTTI, 2000, p. 250).

Para Valente (1996), a educação deve se integrar à sociedade do conhecimento criando ambientes de aprendizagem que proporcionem a experiência do "*empowerment*"² (momento em que o educando compreende o que faz e percebe que é capaz de produzir o que considerava impossível), e está mais do que comprovado que, em ambiente rico, desafiador e estimulador, qualquer pessoa será capaz de aprender algo.

² Empowerment: significa a transferência da autoridade e da responsabilidade para outra pessoa, no caso, o aluno, que passa a ter o poder de reger sua aprendizagem.

Nesse contexto, em que se inserem dimensões como educação à distancia e ciberespaço, constata-se ainda a confrontação com a concepção da educação como mera instrução, treinamento, ensino, voltada apenas para atender a um mercado, como uma forma de preparo para o trabalho operário e desconectado de uma visão mais crítica.

Quando a escola possui um espaço com computadores em rede, o computador torna-se um meio de comunicação que, para o processo ensino-aprendizagem, constitui uma mídia poderosa. Com tais recursos tecnológicos na educação surge a possibilidade de se eliminarem as aulas padronizadas, com normas tradicionais, com as antigas carteiras imóveis, com espaços de trabalho de aprendizagem insuficientes, que podem agora ser substituídos por ambientes de aprendizagem mais flexíveis, adaptáveis, funcionais, polivalentes e virtualmente expandidos.

Para Freire (1974), o papel fundamental do educador reside em dialogar sobre situações concretas, e percebe-se que a tecnologia se adapta muito bem a isso quando se trabalha com simulações virtuais ou se interage com a Internet. Assim a aprendizagem torna-se uma ação de dentro para fora, pelo próprio educando, somente orientado pelo educador. “E somente podemos educar para a autonomia, para a liberdade com processos fundamentalmente participativos, interativos, libertadores, que respeitem as diferenças, que incentivem, que apoiem, orientados por pessoas e organizações livres” (MORAN, 2000, p. 16).

A este respeito, cabe também a noção de que aprendizagem é uma responsabilidade que se estende por toda a vida da pessoa, e conforme Ravet & Layte (1997), é de se esperar que a organização, neste caso a escola, proporcione

um clima que conduza ao aprendizado, metade da equação recai na responsabilidade individual do aluno.

O que se nota, porém, é que a educação não tem acompanhado a velocidade das novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC); nota-se um excesso de informações disponíveis, mas também percebe-se a importância de saber procurar, produzir e lidar com a informação. Na sociedade da informação o “saber pensar” está intrinsecamente ligado com a inovação e sobretudo o saber enfrentar o “novo”. Isto exige “saber questionar, pesquisar, para dar conta de contextos e referências não-sabidas, reinterpretar o que já conhecemos, aprender dos outros sem se submeter” (DEMO, 2001, p. 49).

Partindo-se desta ótica, o novo paradigma da Educação parte da compreensão que, através do desenvolvimento das competências, pode-se alcançar o pleno desenvolvimento humano; o ensino deixa de ser fragmentado, passa-se a ter uma visão global, mais ampla do tema, e não mais isolada e estanque. É o que se evidencia em Moraes (1997), quando afirma que todos os conceitos e todas as teorias estão interconectados, que a visão do conhecimento em rede constitui-se em instrumento para a transformação do conhecimento.

A disponibilidade da tecnologia na educação colabora, por certo, para o quadro das carências pedagógicas nacionais. Não obstante, quando há a disponibilidade, o professor se torna um orientador, não desaparece, pois os alunos continuam necessitando do contato humano para suprir o lado pessoal e interativo do conhecimento, a troca de experiências. Isto torna a educação mais autônoma, pois o conhecimento está à disposição de todos e pode ser acessado a qualquer momento, mas sem se prescindir da figura de um orientador, um guia.

Na procura de melhores padrões de qualidade na educação vive-se hoje a introdução dessas tecnologias, com a inclusão da Internet, nas salas de aula. Esse assunto vem sendo debatido há mais de dez anos. Como, na condição de educadores, ficar fora dessa transição, de uma civilização verbal para visual e auditiva, que vem modificando o homem e o seu próprio meio cultural, através de uma apropriação de conteúdos que permitiu ao homem dominar o espaço e o tempo.

A educação só mudará quando seus educadores forem intelectualmente e emocionalmente maduros, curiosos, entusiasmados, mais receptivos e que saibam, principalmente dialogar e motivar. Só assim a tecnologia educacional poderá ser efetivamente utilizada como meio ou instrumento mediador entre o homem e o mundo, entre o homem e a educação, ocorrendo a apropriação do saber pelo educando, ao redescobrir e reconstruir o conhecimento.

2.3 Escola e Sociedade do Conhecimento

A escola, na condição de instituição formal e sistematizada de educação, tem um papel a cumprir, que é o de educar e formar novos cidadãos. Esta constatação pressupõe a necessidade de que escola e professores desenvolvam um novo perfil à medida que ocorram as evoluções e transformações naturais no seio da sociedade. A escola não pode ficar à margem desse desenvolvimento que envolve sua participação e influência na construção e democratização da informação e do conhecimento.

“O conhecimento científico passa a estar impregnado de novas dimensões conceituais, não mais centradas na simetria. Passamos (...) para um mundo de interações não-lineares. Essa causa ou essa potencialização desencadeia interações comunicativas por meio de encadeamentos, multiplicidades, singularidades, incertezas, desordens e hipertextualidade” (PRETTO, 2001).

Evidencia-se desta forma a importância do papel da escola e, conseqüentemente, de seus profissionais na disseminação do uso dessas tecnologias, principalmente num país como o Brasil, onde os contrastes são flagrantes e cabe à escola cumprir seu papel de proporcionar uma melhor construção e democratização de informação e do conhecimento. Nesse processo a figura do professor é de importância relevante no cumprimento do papel da escola como instituição.

O acesso à tecnologia é imprescindível para o desenvolvimento de um estado democrático. É essencial para a economia atual que a maioria das pessoas saiba lidar com as novas tecnologias da informação e comunicação e valer-se delas para resolver problemas, tomar iniciativas e se comunicar. Assim a sociedade está adquirindo novas características, não mais valorizando o capital, mas a capacidade de saber buscar as informações, bem como utilizá-las de forma adequada, eficaz e produtiva.

Entendendo-se a sociedade do conhecimento como uma sociedade aprendente, vêm à mente as palavras de Boff (apud ASSMANN, 1998, p.12), quando defende que a “sociedade aprendente que, como a vida, se flexibiliza, se adapta, instaura redes de relações e cria. Educar é fazer experiências de aprendizagem pessoal e coletiva”.

Na Internet, por exemplo, o acesso a todo tipo de informação é facilitado e, portanto, o volume de informações pode influenciar e permitir posicionamento das populações no futuro. Por isso, a educação deve-se preocupar não só com a

avaliação crítica dessas informações, bem como produzir conhecimento e desenvolver a cidadania, a qual não é mais local, mas uma cidadania global.

Os educadores, percebendo que seu compromisso nesse processo de evolução do conhecimento é um compromisso de mudança, necessitam buscar a conexão entre os fatos e o conhecimento. Ser aberto e flexível para contextualizar sua prática com a realidade do aluno, ciente de que o mesmo para o seu crescimento ou a construção de um novo conhecimento, poderá aplicar conceitos e estratégias muitas vezes conhecidos, recontextualizando e inter-relacionando-os com conceitos de outras áreas, é uma postura a ser considerada. Neste ponto pode-se desenvolver uma nova prática, que é o uso do computador. O importante é a atitude reflexiva do professor com o objetivo de proporcionar o momento certo para a integração aluno-máquina.

A sociedade pós-industrial exige profissionais com características de autonomia, criatividade, capacidade de se adaptarem a mudanças e que sejam pluriculturais, e cabe à escola formar cidadãos com esse perfil, pois a informação está disponível a todos e as pessoas podem autonomamente analisar e construir suas opiniões para o exercício pleno de seus direitos e deveres de cidadãos.

Não se pode esquecer, que dentro desta ótica, a grande maioria dos brasileiros, ao menos no nível básico, é instruída e educada na escola pública, a qual apresenta muitos problemas incluindo-se também a realidade de seus alunos que não é diferente. Ainda, a escola pública tem grande responsabilidade na formação futura desses alunos e deve lhes proporcionar oportunidades de participarem da modernização tecnológica e científica, preparando-os para os novos padrões exigidos por essa Sociedade do Conhecimento.

Delors (1999), aponta como conseqüência da sociedade do conhecimento a aprendizagem ao longo da vida, estruturada sobre quatro pilares do conhecimento e da formação continuada, a saber:

Aprender a conhecer: deve trazer o prazer de descobrir, pesquisar, compreender, construir e reconstruir de forma autônoma. Na sociedade do conhecimento, onde tudo se torna obsoleto rapidamente, é importante aprender a pensar, a contextualizar a realidade. Pelo desenvolvimento científico, através de mudanças nas formas de atividades econômicas e sociais, faz-se necessário uma formação com cultura geral que propicie oportunidades para a educação permanente.

Aprender a fazer: com o desenvolvimento das tecnologias acentuou-se o caráter cognitivo do fazer. Pelas exigências da nova sociedade o cidadão deve se preparar para enfrentar inúmeras situações, até imprevistas, trabalhar interativamente em equipe; daí a importância em saber trabalhar e produzir de variadas maneiras. Na sociedade do conhecimento a competência pessoal é mais valorizada, pois a pessoa deve estar receptiva a mudanças e a trabalhar em equipe. "Hoje, o importante na formação do trabalhador (também do trabalhador em educação) é saber trabalhar coletivamente, ter iniciativa, gostar do risco, ter intuição, saber comunicar-se, saber resolver conflitos, ter estabilidade emocional" (GADOTTI, 2000, p. 251).

Aprender a conviver (viver juntos): é o aprender a viver interativamente com os outros, a descobrir o outro, a desenvolver a percepção da interdependência, participar de projetos comuns. Na quebra das fronteiras geográficas, com o desenvolvimento tecnológico da informação, de uma cidadania global, para melhor compreender a história, tradições e até espiritualidade dos outros.

“Combinar a escola clássica com contribuições exteriores à escola, faculta à criança o acesso às três dimensões da educação: ética e cultural; científica e tecnológica; econômica e social.” (DELORS, 1999, p.22). No Brasil, "pode-se citar a inclusão de temas/eixos transversais (ética, ecologia, cidadania, saúde, diversidade cultural) nos parâmetros curriculares nacionais que exigem equipes interdisciplinares e trabalho em projetos comuns" (GADOTTI, 2000, p. 251).

Aprender a ser: trabalha-se o desenvolvimento integral da pessoa orientado para estimular a inteligência, a ética e a estética, a sensibilidade, a responsabilidade, a espiritualidade, a autonomia, o espírito crítico e a criatividade. Nesta sociedade de informação globalizada a capacidade de autonomia, discernimento, responsabilidade pessoal, imaginação, raciocínio, comunicação, senso estético, são exigências de todos nós, daí a necessidade de cada um se conhecer e compreender melhor. Neste aspecto, deve-se proporcionar o desenvolvimento de todas as potencialidades da pessoa (GARDNER, 1995), a educação deve ser integral, não se restringindo apenas aos aspectos lógicos- matemáticos e lingüísticos.

De acordo com Lévy (1999), a rapidez dos processos de produção e renovação dos saberes e do *know-how* tem propiciado uma nova relação do sujeito com o saber. Ainda conforme Lévy (1999), pela primeira vez na história da humanidade, a maioria das competências adquiridas por uma pessoa no começo de seu percurso profissional estará obsoleta ao fim de sua carreira.

Estas são, por certo, exigências complexas que requerem esforço redobrado em sua execução, e as conseqüências da sociedade da informação para a educação são enormes, pois lhe atribuem responsabilidades que começam ao se estabelecer o conhecimento como espaço para a realização humana, de alegria e realização cultural; incluem-se aí também a seleção e revisão, crítica à informação, a elaboração de hipóteses, a criatividade, a inovação, o estímulo à produção, à construção e à reconstrução do conhecimento.

Dentro de uma visão de emancipação a educação deve trabalhar pela inclusão dos menos favorecidos. Mesmo conceituando-se o conhecimento como poder, deve-se "construir e reconstruir conhecimentos, saber, que é poder. Numa perspectiva emancipadora da educação, a tecnologia não é nada sem cidadania" (GADOTTI, 2000, p. 252).

Percebe-se a preocupação relativa à democratização de acesso a essas tecnologias, havendo aí o perigo de se causar exclusão entre os que pensam e os que executam, os que produzem e os que usufruem, os que participam ativamente da construção do conhecimento e os que simplesmente passivamente o aceitam.

O computador é uma máquina cuja invenção marcou uma nova época na tecnologia. Seu uso em sala de aula deve ser pensado e refletido. Sua atração maior está em seu potencial de comunicação. E por constituir um instrumento de comunicação, a questão está em "como" transmitir conhecimentos sem mudar a relação aluno-professor, aluno-conhecimento e escola-sociedade.

"Tudo é diversidade e complexidade, e a escola tem um papel decisivo próprio na adequação a esse novo paradigma. A cultura com multiplicidade étnica é um exemplo disso, assim como a interdisciplinaridade. O computador é um meio que se modifica, um camaleão, e deve ser usado ao máximo em suas potencialidades" (GASPERETTI, 2001, p. 112).

A tecnologia de informação é uma ferramenta capaz de mudar a educação de forma benéfica, mas apenas sob certas condições. Condições essas que permitam a alterar de forma profunda o ensino e a aprendizagem, de forma que os alunos utilizem as ferramentas rotineiramente para coletar, organizar e analisar dados, melhorar o formato e o desempenho de suas apresentações, realizar simulações e resolver problemas complexos.

Conforme Lévy (1999), o saber-fluxo, o saber-transação de conhecimento, as novas tecnologias da inteligência individual e coletiva estão modificando profundamente os dados do problema da educação e da formação. O que deve ser aprendido não pode mais ser planejado, nem precisamente definido de maneira antecipada. Ainda para o autor, os percursos e os perfis de competência são, todos eles, singulares e torna-se cada vez menos possível estabelecerem-se programas ou currículos que sejam genericamente válidos, exigindo-se a construção de novos modelos e disseminação dos conhecimentos (LÉVY, 1999).

O computador deve ser usado como catalisador de uma mudança de paradigma educacional que, promove autonomamente a aprendizagem ao invés do ensino coletivizado, que torne o aluno agente ativo do processo de construção do conhecimento e auxilie na formação de um novo profissional que venha a dominar as diferentes tecnologias da ciência.

A condição atual das sociedades, altamente dependentes de recursos tecnológicos existentes tem causado uma transformação efetiva nos modos de produção, inclusive aqueles relativos ao modo como se compreendem e se processam as transmissões formais de conhecimento.

Dentro deste contexto, os sujeitos têm se confrontado com uma nova situação, onde não apenas são premidos a adquirir toda uma nova gama de conhecimentos que lhes permitam ocupar um espaço na sociedade e no mercado de trabalho, mas também num processo em que conhecimento significa propriamente a agregação de valor ao patrimônio pessoal de cada um.

Esta é uma condição pertinente não apenas à população adulta, mas que se reflete também nas faixas etárias mais jovens, à medida que se espera dos futuros adultos as competências e habilidades para gerir os recursos e demandas de

tempos futuros. Tal pressuposto envolve a escola diretamente, em especial a escola pública, pois é esta instituição que responde pela formação dos membros integrantes da sociedade e, em um país de sociedade predominantemente pobre como o Brasil, a responsabilidade dessa tarefa recai quase toda sobre a escola pública, que acolhe a maior parte da clientela em idade escolar.

A partir deste raciocínio, torna-se possível avaliar o grau de responsabilidade da instituição escolar em manter-se atualizada e preparada em termos tecnológicos para que possa não apenas desempenhar suas tarefas básicas a contento, mas também atender aos desafios e necessidades de uma sociedade tecnologicamente dependente.

CAPÍTULO III

AS TEORIAS DE APRENDIZAGEM MATEMÁTICA

Neste capítulo, pretende-se abordar os principais conceitos e pressupostos que servem de base teórica para o ensino da matemática, pilares estes apoiados nas concepções mais aceitas sobre como se procede nas crianças o aprendizado dos elementos e conteúdos que fazem parte da matemática enquanto ciência.

Assim, busca-se apresentar e discutir algumas das diversas estratégias pedagógicas utilizadas atualmente no ensino da matemática, notadamente aquelas que utilizam o computador como ferramenta de incremento dos níveis de assimilação e aprendizado dos conteúdos ministrados em sala de aula.

3.1 Contextualização

No decorrer dos tempos, diversas teorias matemáticas e também metodologias têm sido utilizadas no ensino da matemática, dentro do processo pedagógico escolar, as quais têm buscado uma interação entre professores e alunos. Neste aspecto, insere-se o computador como um elemento novo de interação no processo de ensino e aprendizagem.

Todas as culturas na Terra têm desenvolvido algum tipo de matemática, e em alguns casos tais conhecimentos acabaram por se espalhar de uma cultura para outra. Com o passar dos tempos, surgiu uma matemática de alcance internacional, a

qual possui já um grande componente histórico. Suas raízes remontam ao Egito e Babilônia antiga, de onde cresceram rapidamente através da Grécia, sendo daí transcritas para o árabe.

Partes destes conhecimentos foram posteriormente traduzidos para o latim, tornando-se a base da matemática desenvolvida na Europa. Após um período de algumas centenas de anos, tal base científica veio a se tornar a matemática do mundo todo, baseada também no então predomínio europeu no planeta.

De acordo com Joyce (2000), há também outros lugares no mundo que desenvolveram conhecimentos matemáticos significantes, como a China, Índia e Japão, com interessantes elementos a se estudar. Porém, o maior desenvolvimento na matemática foi, por certo, o estabelecimento de fundamentos lógicos, o que teve lugar na Grécia antiga, pouco antes do aparecimento de Euclides. Tais elementos lógicos forneceram à matemática mais do que apenas precisão, eles propiciaram ferramentas para se investigar o desconhecido.

Quanto ao ensino da matemática, os últimos trinta anos têm apresentado um cenário de mudanças significativas, resultado de esforços envidados na busca de modelos adequados de ensino.

Segundo Guzmán (2000), “está claro que se vive atualmente uma situação de experimentação e de mudanças. O movimento de renovação dos anos 60 e 70 em direção a uma assim chamada matemática moderna trouxe consigo uma onda de transformação do processo de ensino, tanto em seu aspecto mais profundo quanto nos conteúdos novos por ele introduzidos”.

Na concepção do autor, entre as principais características desse movimento constante pode-se citar:

- A subtração das estruturas abstratas em diversas áreas, especialmente em álgebra;
- A pretensão de aprofundamento no rigor lógico, na compreensão, contrapondo-se aos aspectos operativos e manipulativos.

Este último conduz naturalmente à ênfase na fundamentação através das noções iniciais da teoria dos conjuntos e no cultivo da álgebra, de onde o rigor é facilmente atingível.

Nos anos 70, segundo Guzmán (2000), começou-se a perceber que muitas das mudanças introduzidas não haviam trazido os melhores resultados. Com a substituição da geometria pela álgebra, a matemática elementar esvaziou-se de problemas e conteúdos interessantes.

Os anos 70 e 80, dessa forma, apresentaram uma discussão veemente e apaixonada sobre valores e contravalores das tendências presentes e assim, uma busca intensa de formas mais adequadas de se enfrentar os novos rumos do ensino da matemática por parte da comunidade matemática internacional.

3.2 Tendências pedagógicas atuais

Dentro de um contexto que pretende explorar o ensino e a aprendizagem da matemática, cumpre discutir primeiramente os conceitos que formalizam estes processos, como forma de inserir o tema central deste estudo de uma forma clara e inteiramente relacionada com seus propósitos, de contribuir para o ensino da matemática.

Para isto, é necessário voltar aos pressupostos básicos desenvolvidos por estudiosos já amplamente discutidos, mas essenciais na compreensão do aprendizado e intimamente ligados à Pedagogia. Assim, uma explanação preliminar sobre os conceitos defendidos por Piaget, Vigotsky e Freire, entre outros, justifica-se por sua pertinência ao assunto aqui abordado.

Cultura, conhecimento, para Freire (1974, p. 41), "é todo resultado da atividade humana, do esforço criador e recriador do homem, de seu trabalho por transformar e estabelecer relações dialogais com outros homens".

A preocupação com a inteligência e o conhecimento, antes de estar presente na educação, já estava presente na filosofia. Platão, na Grécia Antiga, afirmava que as idéias é que são importantes no conhecimento e esse conhecimento não é obtido através da percepção direta, pois as coisas são meras sombras das idéias. Conhecer consiste em elevar-se por meio da dialética, da discussão do mundo sensível até o mundo supra-sensível, o mundo das idéias.

Para Aristóteles, o conhecimento é realizado através dos sentidos, que posteriormente formam conceitos através dos processos de abstração e generalização sobre o que é apreendido pelos sentidos. Segundo ele, conhece mais quem tem mais conceitos, aplicando-os as coisas individuais.

Mais recentemente, Jean Piaget ofereceu um outro rumo às concepções sobre a aprendizagem, da mesma forma que Vigotsky logo viria a fazê-lo. Piaget entendeu o conhecimento como um processo ativo em que o sujeito atua sobre o objeto e o objeto atua sobre o sujeito, ambos sendo modificados. Os fatores envolvidos nesta concepção de aquisição do conhecimento são tanto fatores internos como externos. Como fatores internos estariam a equilibração (capacidade do organismo ou conhecimento se auto regular) e a maturação e como fatores

externos às experiências do sujeito com o objeto, seja ele psicológico, biológico ou social.

Segundo Piaget (1972), o organismo só estaria pronto para se modificar quando as atuações que o sujeito faz sobre o objeto, lhe proporcionassem modificações no plano biológico, e é esse princípio que faz com que Piaget defenda que o sujeito do conhecimento seja um sujeito ativo. Ainda, Piaget estabeleceu etapas que definem a passagem da lógica infantil para a lógica adulta e elaborou provas para medi-las.

Piaget (1988) contribuiu significativamente para o trabalho possível de ser realizado na Escola, já que a partir de seus estudos o professor deixou de ser o detentor do saber e o aluno passou a ser participante, o que demonstra uma forma completamente nova de ver a relação ensino-aprendizagem. Neste sentido, o assim chamado construtivismo traduz-se na aplicação pedagógica dos estudos de Piaget, a quem interessava uma visão transformadora da Epistemologia.

Para Vigotsky (1994), por outro lado, o conhecimento humano é feito através da contingência histórica, da especificidade cultural, e até a biologia está submetida a essa contingência histórica, pois os limites e possibilidades biológicas são determinados pela evolução da espécie.

Dessa forma, surge o socioconstrutivismo, desenvolvido a partir dos estudos de Vigotsky e seus seguidores. Os estudos de Vigotsky (1994) enfatizam a importância da interação e da informação para a construção do conhecimento. O centro do trabalho passa a ser o uso e a funcionalidade da linguagem, o discurso e as condições de produção. O papel do professor é o de mediador, facilitador que interage com os alunos através de um processo dialógico.

A inteligência, nesta acepção, é sempre social e depois individual. Conhecer é se apropriar dos conhecimentos historicamente elaborados pela sociedade, através da mediação de sujeitos sociais mais experientes, sejam eles os pais, professores, colegas ou outras pessoas com quem se tenha contato. Percebe-se que a interação entre o sujeito e o objeto, ou entre o sujeito e o social são vistas de formas diferentes em Piaget e em Vigotsky.

Através de seus estudos, Piaget (1976) acentuou que os dois processos caminham juntos, um influenciando o outro, mas partindo do individual para o social. Vigotsky (1994) vê as coisas de forma diferente; para ele é o social e em consequência disso é a aprendizagem que precede a maturação. A evolução da espécie é que determina a capacidade que a criança tem de adquirir o conhecimento social. Vigotsky estabelece então dois níveis de desenvolvimento; uma chamada de desenvolvimento real e outra de desenvolvimento potencial.

Para o autor ao se utilizar testes de inteligência, estará sempre se tratando do nível de desenvolvimento real, ou seja, aquilo que a criança é capaz de produzir de forma independente e isso com certeza não mostrará aquilo que ela é capaz de fazer se for orientada, ou seja, a zona de desenvolvimento proximal.

Neste sentido, também Gardner (1995) vem contribuindo para que se repensem alguns conceitos sobre a inteligência e a aprendizagem. Gardner mostra-se discordante dos conceitos tradicionais de inteligência, que valorizam em especial a inteligência lógico-matemática e lingüística, em detrimento de outras inteligências e, mostra-se mais cético ainda quanto aos métodos utilizados para medi-las.

Para o autor, a inteligência, e, por conseguinte, o aprendizado, “deve apresentar um conjunto de habilidades de resolução de problemas – capacitando o indivíduo a resolver problemas genuínos que ele encontra e, quando adequado, a

criar um produto eficaz – e deve também apresentar o potencial para encontrar e criar o lastro para a aquisição do conhecimento novo” (GARDNER, 1995, p. 21).

Mais especificamente quanto à matemática, inserida em uma das diversas formas de inteligência preconizadas pelo autor, Gardner (1995), institui a inteligência lógico-matemática como a capacidade de desenvolver raciocínios dedutivos, construir ou acompanhar longas cadeias de raciocínios dedutivos, vislumbrar soluções para problemas lógicos e numéricos, em lidar com números ou outros objetos matemáticos.

Para GARDNER (1995), Piaget foi o melhor estudioso da inteligência lógico-matemática de todos os tempos, de grande interesse para o mesmo: Tempo, espaço e causalidade, separando-as do simples conhecimento lingüístico e associando a origem do pensamento lógico-matemático nas ações da criança no mundo, pois, grosso modo, é ao contar os objetos que a criança descobre a noção de número, mas é ao estabelecer relações com os objetos confrontando-os, ordenando-os e reordenando-os que vai adquirir esse domínio.

Piaget astutamente discerniu as origens da inteligência lógico-matemática nas ações da criança sobre o mundo físico; a importância crucial da descoberta dos números, a transição gradual da manipulação física de objetos para transformações interiorizadas de ações; o significado das relações entre as próprias ações; e a natureza especial de camadas mais elevadas do desenvolvimento, onde a pessoa começa a trabalhar com afirmativas hipotéticas e a explorar os relacionamentos e implicações que prevalecem entre essas afirmativas (GARDNER, 1995, p. 105).

Porém, Gardner discorda de Piaget em dois aspectos, o primeiro quanto aos estágios pois conforme afirma: "Há boa documentação atualmente de que o desenvolvimento lógico-matemático é menos regular e organizado sob a forma

regular de estágios do que Piaget teria pensado. Os estágios provam ser muito mais graduais e heterogêneos" (GARDNER, 1995, p. 104).

Uma outra questão importante relativa aos estudos piagetianos continua em parte sem resposta para Gardner, que embora admita que a lógica e a matemática, assim como pensava Piaget, estão relacionadas, pergunta: "se a matemática envolve apenas as regras da lógica supostamente aceitas por todas as mentes normais, porque alguém deveria sentir dificuldades para entender matemática?" (GARDNER, 1995, p. 106).

Assim, o autor considera que, embora para a maioria das pessoas a matemática pareça um exercício árduo e funcione como uma caixa preta, existem pessoas que apresentam uma inteligência lógico-matemática bastante desenvolvida e amam a abstração, sendo céticos e criando sistemas que explicam questões que representam realidades.

Isto enseja a abordagem cognitivista, cujo termo se refere a psicólogos que investigam os denominados "processos centrais" do sujeito, dificilmente observáveis, tais como a organização do conhecimento, processamento de informações, estilos de pensamento ou estilos cognitivos, comportamentos relativos à tomada de decisões, etc.

A abordagem cognitivista implica, dentre outros aspectos, estudar cientificamente a aprendizagem como sendo mais um produto do ambiente, das pessoas ou de fatores que são externos ao aluno.

Consideram-se aqui formas pelas quais as pessoas lidam com os estímulos ambientais, organizam dados, sentem e resolvem problemas, adquirem conceitos e empregam símbolos verbais. Embora se note preocupação com relações sociais, a

ênfase dada é na capacidade do aluno de integrar informações e processá-las. Esta base pedagógica é predominantemente interacionista.

Na abordagem cognitivista, homem e mundo são analisados conjuntamente, já que o conhecimento é produto da interação entre eles, entre sujeito e objeto, não enfatizando pólo algum da relação, como ocorre nas abordagens citadas anteriormente. O indivíduo é considerado como um sistema aberto, em reestruturações sucessivas, em busca de um estágio final nunca alcançado por completo.

"O ser humano, como todo organismo vital, tende a aumentar seu controle sobre o meio, colocando-o a seu serviço. Ao fazê-lo, modifica o meio e se modifica. Todo indivíduo, portanto, tem um grau de operatividade motora, verbal e mental de acordo com o nível de desenvolvimento alcançado, assim como possui um grau de visão de organização do mundo". (MIZUKAMI, 1986, p. 61).

É concebido que a elaboração e o desenvolvimento do conhecimento estão ligados ao processo de conscientização. O conhecimento é elaborado e criado a partir do mútuo condicionamento, pensamento e crítica. Como processo e resultado consiste ele na superação da dicotomia sujeito-objeto.

O processo de conscientização é sempre inacabado, contínuo e progressivo, é uma aproximação da crítica da realidade que vai desde as formas de consciência mais primitivas até a mais crítica e problematizadora e conseqüentemente, criadora. "Quanto mais se desvela a realidade, mais se penetra na essência fenomenológica do objeto que se pretende analisar" (FREIRE, 1974, p. 30).

3.3 A educação matemática como processo de aculturação

O processo de ensino e aprendizagem da matemática envolve diversos elementos, onde práticas, conceitos, abordagens e tendências compõem um mesmo cenário.

Para Guzmán (2000), a educação matemática deve ser concebida como um processo de imersão nas formas próprias de proceder do ambiente matemático, da mesma maneira que o aprendiz de artista vai sendo imbuído, como que por osmose, da forma peculiar de ver as coisas.

Nos anos 80, houve um reconhecimento generalizado de que se havia exagerado consideravelmente nas tendências a respeito de uma matemática moderna, no que dizia respeito à ênfase na estrutura abstrata da disciplina em si. Estas concepções têm passado a considerar também o componente da intuição em geral, a manipulação operativa do espaço. Tem-se discutido a necessidade da compreensão e da inteligência daquilo que se executa, mas sem relegar a um segundo plano os conteúdos intuitivos presentes na mente das pessoas em relação ao acercamento dos objetos matemáticos.

Se a matemática é uma ciência que participa de forma tão profunda do caráter da aprendizagem empírica, sobretudo sua invenção, a qual é muito mais interessante do que sua construção formal, torna-se necessária uma imersão nela que se realize tendo em conta a experiência e a manipulação dos objetos dos quais aflora.

Esta interação fecunda entre realidade e matemática provém da própria história desta, de seu processo de emergência no tempo e no espaço, bem como suas aplicações no desempenho das tarefas diárias e cotidianas. Assim, torna-se óbvio que a matemática tem procedido de forma bastante semelhante a outras

ciências, por aproximações sucessivas, por experimentos, por tentativas, às vezes frutíferas, às vezes não, até ter alcançado uma forma mais madura, ainda que nem sempre perfeita.

Pode-se considerar, assim, que o trabalho com a resolução de problemas amplia os valores educativos do saber matemático e o desenvolvimento dessa competência contribui na capacitação do aluno para melhor enfrentar os desafios que o ambiente lhe coloca.

Nesse contexto, a aprendizagem melhorada poderia buscar refletir este caráter profundamente humano desta ciência, ganhando em acessibilidade, dinamismo, interesse e atratividade. Importa contextualizar o saber e o aprender da matemática, o que permite também uma posição mais crítica diante do mundo real e de forma mais abrangente perante todo o complexo social que envolve tanto quem aprende quanto quem ensina.

3.4 Aprendizagem matemática

Enfocando um contexto mais específico da matemática, conforme Guzmán (2000), a filosofia prevalente sobre o que a atividade matemática representa tem uma forte influência sobre as atitudes a respeito de ensino da matemática. A reforma que deu origem à “matemática moderna” teve lugar em pleno auge da corrente formalista nas matemáticas.

No contexto da Matemática, a aprendizagem depende de ações que caracterizam o “fazer matemática”: experimentar, interpretar, visualizar, induzir, conjecturar, abstrair, generalizar e demonstrar. Este contexto posiciona o aluno

agindo, ao contrário de um papel passivo, tradicional, frente a uma apresentação formal do conhecimento, baseada essencialmente na transmissão ordenada de fatos, geralmente na forma de definições e propriedades.

Numa tal apresentação formal e discursiva, os alunos não se engajam em ações que desafiem suas capacidades cognitivas, sendo-lhes exigido no máximo memorização e repetição, e conseqüentemente não são autores das construções que dão sentido ao conhecimento matemático. O processo de pesquisa vivenciado pelo matemático profissional evidencia a inadequabilidade de tal abordagem.

Na pesquisa matemática, o conhecimento é construído a partir de muita investigação e exploração, e a formalização é simplesmente o coroamento deste trabalho, que culmina na escrita formal e organizada dos resultados obtidos. O processo de aprendizagem deveria ser similar a este, diferindo essencialmente quanto ao grau de conhecimento já adquirido.

A atividade científica sendo considerada em geral uma exploração de certas estruturas da realidade, entendida aqui em um sentido amplo, como realidade física ou mental. A atividade matemática se confronta com determinados tipos de estruturas que se prestam a modos peculiares de tratamento, que incluem:

a) Uma simbolização adequada, que permite apresentar com eficácia, desde o ponto de vista operativo, as entidades que maneja.

b) Uma manipulação racional e rigorosa, que compele ao senso daqueles que se prendem às convenções iniciais de partida.

c) Um domínio efetivo da realidade a que se dirige, primeiro racional, do modelo mental que se constrói, e logo, se se pretende, da realidade exterior modelada (SEABRA, 1994).

A definição antiga de matemática como ciência dos números não é mais compatível com os modernos conceitos de interação e interdisciplinaridade, na medida em que corresponde a um estado no qual o enfrentamento da realidade divide-se em dois aspectos fundamentais, a complexidade proveniente da multiplicidade (que dá origem ao número, à aritmética) e a complexidade que procede do espaço (que dá lugar à geometria, o estudo da extensão).

Mais tarde, esta mesma matemática teria de se confrontar ainda com a complexidade do símbolo (a álgebra); a complexidade da mudança e da causalidade determinística (o cálculo) e a complexidade da estrutura formal do pensamento (a lógica matemática), entre outros elementos.

Conforme Guzmán (2000), a filosofia da matemática atual deixou de preocupar-se tanto com os problemas de fundamentação da matemática em si para focar sua atenção no caráter quase que empírico da atividade matemática, bem como nos aspectos relativos à historicidade e imersão da matemática na cultura das sociedades nas quais se originam, considerando esta ciência como um subsistema cultural, com características em grande parte comuns a outros sistemas semelhantes.

3.4.1 Ensino da matemática

Ao se buscar a natureza da matemática a partir da história da sociedade, torna-se possível obter a visão de uma matemática que transforma a realidade. A matemática está presente em todos os segmentos de uma sociedade, levando à

constatação de que um mínimo de educação matemática é essencial para o exercício da cidadania.

“O ensino matemático que compreende o cálculo, é claro, será levado aquém e além do cálculo. Deverá revelar a natureza intrinsecamente problemática das matemáticas. [...] No decorrer dos anos de aprendizagem, seria preciso valorizar, progressivamente, o diálogo entre o pensamento matemático e o desenvolvimento dos conhecimentos científicos, e, finalmente, os limites da formalização e da quantificação” (MORIN, 2000).

Quanto ao ensino da matemática em si, Kline (1973) lista várias justificativas que podem ser sintetizadas:

- Transmitir fatos matemáticos. Os conceitos matemáticos têm sido acumulados desde o ano 3.000 AC. Uma pessoa que se diz "escolarizada", necessariamente, deve conhecer alguns desses fatos:

- Pré-requisito para o sucesso. Normalmente as profissões de maior destaque na sociedade requerem o conhecimento matemático. Se o aluno deseja o status social que essas profissões propiciam, então é necessário "ser bom em matemática";

- Beleza intrínseca à estrutura matemática. Os matemáticos se encantam com a estrutura matemática. O fato de um número mínimo de axiomas dar origem a um tipo de geometria ou de teoria dos números é impressionante como estrutura lógica. Essa beleza e o poder mental que a construção dessa estrutura exige deveria ser transmitida aos alunos. A mesma satisfação que o matemático encontra em raciocinar e organizar o seu pensamento, segundo essas estruturas matemáticas, o aluno deveria encontrar em resolver um problema;

- Valores práticos. A matemática auxilia o homem a entender e dominar o mundo físico e, até certo ponto, o mundo econômico e social. A descrição precisa do que acontece ao nosso redor é feita em termos da matemática ou de um sistema simbólico que tem características matemáticas;

- Treino da mente. Mais uma vez, a razão nobre e irrefutável ou seja, propiciar o desenvolvimento disciplinado do raciocínio lógico-dedutivo. A própria origem da palavra "matemática" significa a técnica (tica) de entender ou compreender (matema).

Nessa concepção, fazer matemática exige, necessariamente, o desenvolvimento de habilidades ou técnicas de pensamento ou raciocínio (VALENTE, 1996).

“Assim como mudam as demandas das sociedades, mudam também as competências necessárias para que as pessoas possam viver de forma produtiva nestas sociedades, mudanças estas que afetam também a aprendizagem da matemática” (FERNÁNDEZ, 2001).

Com a globalização surgiu a necessidade de uma educação mais dinâmica e com uma maior carga de cooperatividade, levando à necessidade de que o aluno tome a matemática também como um sistema de códigos e regras que a tornam uma linguagem de comunicação de idéias e permite transformar e interpretar a realidade.

Alem disso, não se pode deixar de considerar que a matemática deve ser tratada como ciência que é. O conhecimento adquirido deve ser consolidado e ampliado, para que os alunos possam utilizá-lo por toda uma vida.

Com o impacto do maior instrumento tecnológico dos dias de hoje, o computador, tudo parece evoluir muito rápido, inclusive a renovação de

conhecimentos e saberes. Assim, o mais importante, atualmente, é saber selecionar informações e analisá-las, e por isto a matemática também tem que se adequar a esta nova situação.

Não parece exagerado considerar que o ensino matemático deva ser voltado para a generalização de padrões e o desenvolvimento da capacidade de argumentação.

Levando-se em conta esta ótica, importa salientar que o ensino da matemática deva buscar compreender os conceitos, procedimentos e estratégias matemáticas que permitam ao indivíduo desenvolver estudos posteriores e adquirir uma formação científica geral, sendo ainda capaz de aplicar seus conhecimentos matemáticos a situações diversas e utilizando-os na interpretação da ciência, na atividade tecnológica e, talvez o mais importante, nas atividades cotidianas.

Também analisar e valorizar informações provenientes de diferentes fontes, utilizando ferramentas matemáticas para formar uma opinião própria que lhe permita expressar-se criticamente sobre problemas da matemática, de outras áreas do conhecimento e da atualidade são habilidades desejáveis, que levam ao desenvolvimento da capacidade de raciocínio e resolução de problemas de comunicação bem como o espírito crítico e a criatividade.

3.4.2 Processos do pensamento matemático

Uma das tendências gerais mais difundidas atualmente consiste na proposição de se transmitir os processos de pensamento próprios da matemática, ao invés de uma mera transferência de conteúdos. Nesta acepção, matemática é, acima

de tudo, saber fazer; é uma ciência onde o método predomina claramente sobre o conteúdo. Através do método se concede uma grande importância ao estudo das questões, em boa parte conflitante com a psicologia cognitiva, que se referem aos processos mentais de resolução de problemas.

“Na situação de transformação vertiginosa da civilização em que nos encontramos, está claro que os processos verdadeiramente eficazes de pensamento, que não se tornam obsoletos com tanta rapidez, são o que de mais valioso podemos proporcionar a nossos jovens. Em nosso mundo científico e intelectual tão rapidamente mutante vale muito mais tomar posse de processos de pensamento úteis do que de conteúdos que rapidamente se convertem no que Whitehead chamou de ‘idéias inertes’, idéias que formam um pesado lastro, que não são capazes de combinar-se com outras para formar constelações dinâmicas, capazes de abordar os problemas do presente” (GUZMÁN, 2000, p. 51).

Nessa concepção, enquanto o saber está relacionado ao plano histórico da produção de uma determinada área disciplinar, o conhecimento, por seu turno, é considerado como estando mais próximo do fenômeno da cognição, estando, nesta concepção, submetido aos vínculos da dimensão pessoal do sujeito envolvido na compreensão do saber.

Assim, “quando falamos no saber matemático, estamos nos referindo a uma ciência que tem suas teorias estruturadas em um contexto próprio, que não está na dependência de uma validação pessoal e isolada” (GUZMÁN, 2000).

De acordo com Baraldi (2001, p. 49), “os conceitos, ao serem adquiridos, sofrem, gradativamente, mudanças; o indivíduo concentra-se cada vez mais em seus atributos essenciais evidentes. (...) Dessa forma, os significados posteriores não são apenas construídos, mas absorvem os primeiros e os mais simples”.

Esta análise demonstra a compreensão de que o pensamento matemático desenvolve-se também em outras direções que não apenas o aprendizado de conceitos relacionados ao tema, mas também no sentido de uma maior compreensão do entorno da pessoa.

Da mesma forma, a construção continuada de estruturas lógicas de pensamento matemático levaria à formação de um contexto mais elaborado da própria aprendizagem, na medida em que o sujeito adquire e dá forma a todo um complexo de conhecimentos que não apenas se entrelaçam, mas interagem também com outros conteúdos diversos, mas interconectados.

3.4.3 Construção do conhecimento lógico-matemático

Na medida em que pensava e analisava o mundo ao seu redor, o homem foi dando-se conta das relações quantitativas que podiam ser estabelecidas entre os objetos, levando em consideração um conjunto de suas características, como “forma” e “tamanho”. Destas análises iniciais, surgiu a Matemática, elaborada de acordo com o modo como os homens resolviam problemas surgidos no cotidiano.

A aprendizagem da matemática, segundo Kamii (1987), requer participação mental ativa e autônoma da criança, eliminando a instrução tradicional e substituindo-a por outros tipos de atividades: situações diárias de sala de aula e jogos em grupos. Nessa concepção, a criança constrói a noção de número a partir de sua estrutura mental; e não a partir do meio ambiente.

A matemática também nasce da capacidade de pensar, natural da criança. Desta forma, parece licito pensar que a adição não precise ser ensinada, e que o mais importante seja fornecer as crianças oportunidades, situações, problemas, para que elas se engajem no raciocínio que envolve a quantidade, o número.

A este respeito, conforme SILVA (2001), pode-se dizer que:

- O número não é empírico por natureza. A criança o constrói através da abstração reflexiva pela sua própria ação mental de colocar coisas em relação;
- Os conceitos de número também não podem ser ensinados; a criança o constrói dentro de si mesma pela capacidade natural de pensar, e
- A adição também não precisa ser ensinada.

Por outro lado, Piaget (1988) vai contra a crença segundo a qual existe um "mundo dos números" no qual a criança precisa ser sociabilizada . Há um consenso sobre a soma $2 + 3$, mas não há nem número nem adição fora do mundo social, para serem transmitidos pelas pessoas. Pode-se ensinar a criança a dar resposta correta a $2 + 3$, mas, não se pode ensinar diretamente as relações latentes nessa adição".

Estas colocações revelam uma visão de que a matemática não é um tipo de conhecimento que deve ser ensinado pela transmissão social, mas sim, precisa ser construída pela criança através da abstração reflexiva. Se a criança não consegue construir uma relação, nenhuma explicação do mundo fará com que ela entenda as afirmações do professor (SILVA, 2001).

Ainda segundo Piaget (1988), todas as crianças de inteligência normal podem aprender aritmética. Aritmética é algo que as crianças podem inventar e não algo que pode ser transmitido. Se as crianças pensam, não há como não construir número, adição e subtração.

O ambiente social e a situação que o professor cria são cruciais no desenvolvimento do conhecimento lógico-matemático. Considerando-se que esse conhecimento é construído pela criança, através da abstração reflexiva, é importante que o ambiente social incentive a criança a usá-la.

A concepção construtivista afirma que se as crianças coordenarem pontos de vista, ou relações, elas desenvolverão sua inteligência naturalmente e esse

desenvolvimento leva à autonomia, que significa ser governado por si mesmo, com um grande aspecto moral e intelectual. As crianças podem aceitar a explicação dos adultos por um momento, mas continuam a pensar nas explicações e as relacionam com as coisas que sabem.

Piaget (1988), mais uma vez, traça uma diferença entre símbolo e signo: o símbolo é um significante que traz uma semelhança figurativa com a coisa representada, e que pode ser inventado pela criança; o signo é um significante convencional, não tem semelhança com a coisa representada e é parte de um sistema criado para a comunicação com outras pessoas.

Assim, o número, criado inicialmente para registrar as quantidades observadas pelas pessoas, foi tendo seu uso aperfeiçoado conforme surgiam as necessidades de resolução de problemas práticos como: saber se alguma ovelha se perdeu do rebanho, saber como trocar sacos de sal por cavalos, etc. Este desenvolvimento levou ao aprendizado e à compreensão e registro de quantidades, de acordo com os princípios da correspondência um a um dos termos envolvidos (SILVA, 2001).

Uma evolução mais ou menos lógica foi a criação posterior de novas formas de calcular, estabelecendo as séries numéricas, os algarismos e diversas bases de cálculo, dentre elas, o sistema decimal, o mais conhecido nos dias atuais. A partir disto, o número passou então a ser trabalhado como uma abstração feita de relações entre objetos, e não como um aspecto inerente ao objeto.

Associa-se a tais concepções a noção de esquema, proposta por Piaget, e para quem existe uma associação deste com a maneira como as atividades são estruturadas ou organizadas frente a uma classe de situações voltadas para a aprendizagem específica de um conceito (KAMII, 1987).

Como ciência, a Matemática estuda os fundamentos das ações humanas que envolvem quantificação mesmo as mais triviais: contar dinheiro, medir os ingredientes de uma receita de bolo, verificar quantas cadeiras devem ser compradas. O domínio desse conhecimento, ainda que aparentemente simples, tem conseqüências valiosas.

A fato de viver-se atualmente em uma sociedade bastante dependente da matemática, possibilita que a criança venha a nascer em um meio onde já se elaboraram certos sistemas numéricos e, desde cedo, envolver-se em situações em que as pessoas com as quais se relacionam a ajudam a quantificar.

Muito cedo, a criança aprende a distinguir entre muito e pouco, embora não tenha uma idéia precisa desses conceitos, sendo possível perceber desde então que a criança já dispõe de informações básicas ao construir o conceito de número. Quando entra na escola, a criança já vem elaborando algumas hipóteses sobre as relações de quantidade e sobre suas possíveis representações.

Segundo Kamii (1987), estes conceitos são idéias gerais e abstratas que se desenvolvem no âmbito de uma área específica de conhecimento, no caso, a matemática, e são criados para sintetizar a essência de uma classe de objetos, situações ou problemas relacionados ao meio em que se insere o sujeito.

A pré-escola pode, por certo, favorecer a aquisição, ampliação e consolidação desse saber. Lidar com quantidades exige do sujeito certas formas de raciocínio lógico conectadas com o desenvolvimento do conceito de número e das relações entre números. A criança pequena trabalha com a noção de número de modo globalizado, referindo-se às quantidades sob o rótulo de “muitos”. Não pensa em quantidades sem pensar em objetos a ela associados. Conta objetos sem considerar o todo, ignorando que uma quantidade pode estar incluída em outra.

Quando a criança, de forma espontânea ou estimulada pelo professor, brinca de contar, de agrupar objetos pelas semelhanças, elaborando um sistema de classificação, comparando tamanhos, larguras ou alturas dos objetos, ela está construindo o conceito de número, assim como sua representação matemática.

Dentro de um conceito construtivista, o professor deve proporcionar situações interessantes com materiais variados para trabalhar as relações matemáticas, fazendo com que os alunos progridam seu conhecimento matemático (SILVA, 2001).

Uma outra concepção a ser discutida parte de Gardner (1995), entremeada com sua teoria das Inteligências Múltiplas, segundo a qual entre as diversas inteligências que os seres humanos possuem, reside a da inteligência lógico-matemática, ou seja, a habilidade em sistemas matemáticos e outros sistemas complexos.

Gardner (1995), referencia esta inteligência como sendo a capacidade de usar os números de maneira efetiva e de raciocinar adequadamente. Está incluída aqui a sensibilidade aos esquemas e relações lógicas, as afirmações e proposições, as funções e outras abstrações relacionadas.

As pessoas dotadas deste tipo de inteligência possuem, mais uma vez segundo Gardner (1995), competências básicas, tais como relacionar conceitos, operar com conceitos abstratos, como números representando objetos concretos. Percebe-se uma clara relação com a Matemática da sala de aula e com a Geometria, na medida em que tais conceitos constituem o cerne destas ciências.

3.4.3.1 Construtivismo

Segundo Moraga (2001), de acordo com a acepção construtivista, o conhecimento não surge como uma cópia da realidade, mas sim como uma construção do ser humano, que se realiza com os esquemas que a pessoa já possui, ou seja, com aquilo que já construiu em sua relação com o meio que a rodeia.

Esta construção se realiza todos os dias e em quase todos os contextos da vida, dependendo basicamente de dois aspectos:

- 1) A representação inicial que se possui da nova informação;
- 2) A atividade externa ou interna que se desenvolve a respeito desta nova informação.

Assim, toda aprendizagem cognitiva supõe uma construção que se realiza através de um processo mental que se relaciona com a aquisição de um novo conhecimento e onde não se adquire apenas um novo conhecimento, mas também toda uma possibilidade de construir e adquirir uma nova competência que irá permitir ao aluno generalizar, ou seja, aplicar o já conhecido a uma nova situação.

O construtivismo traz em si uma convergência das idéias piagetianas e vigotskianas, enfatizando a construção do conhecimento numa visão social, histórica e cultural. Piaget trabalha com os níveis maturacionais enquanto que Vigotsky trabalha com a relação aprendizagem-desenvolvimento (AZENHA, 1994).

O Socioconstrutivismo apresenta o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal como sendo a distância entre o Nível de Desenvolvimento Real e o Nível de Desenvolvimento Potencial. Diferencia Nível de Desenvolvimento Real (aquele que se caracteriza pelas etapas já alcançadas, resultado de processos de desenvolvimento já completados) de Nível de Desenvolvimento Proximal

(capacidade de desempenhar tarefas com a ajuda de adultos ou de companheiros capazes).

O modelo construtivista está centrado na pessoa, em suas experiências prévias, das quais realiza novas construções mentais, considerando que a construção se produz quando o sujeito interage com o objeto do conhecimento, conforme Piaget; quando isto se realiza na interação com outros, de acordo com Vigotsky (1994), ou quando é significativo para o sujeito. O construtivismo valoriza o “saber”, “saber fazer” e o “saber ser”, ou, em outras palavras, conceito, procedimento e atitude (MORAGA, 2001).

Por conseguinte, neste modelo, muda o papel do docente, para moderador e coordenador, agindo como facilitador, mediador e participante do processo de aprendizagem. Supõe-se um clima mais afetivo, harmônico, de confiança mútua entre quem orienta e quem é orientado, dando lugar a vínculos positivos.

A este respeito, a contribuição de Vigotsky (1994) trouxe o significado de que a aprendizagem não está considerada como uma atividade individual, mas inserida em um meio social, onde se valoriza a importância da interação social na aprendizagem. Vigotsky (1994) comprovou que o aluno aprende mais eficazmente quando o faz de forma cooperativa.

Da mesma forma, a aprendizagem deve, na concepção do autor, realizar no sentido de permitir a cada indivíduo trabalhar com independência e ao seu próprio ritmo, sendo necessário promover a colaboração e o trabalho grupal, que estabelecem melhores relações com os demais, proporcionam maior aprendizado e maior motivação, com um aumento da auto-estima e a aquisição de habilidades sociais mais efetivas. Uma concepção social do construtivismo.

Por outro lado, a concepção mais filosófica do construtivismo argumenta que o mundo que se percebe é um mundo humano, produto da interação humana com os estímulos naturais e sociais alcançados pelo processamento individual das operações mentais preconizadas por Piaget.

Tal proposição filosófica implica que o conhecimento humano não se recebe de forma passiva, nem do mundo, nem de ninguém, dado que é processado ativamente. Além disso, a função cognitiva estaria a serviço da vida, sendo adaptativa. Portanto, o conhecimento permitiria a organização do mundo pessoal de forma experimental e vivencial (BROOKS & BROOKS, 1997).

A objetividade em si mesma, separada do homem, não teria sentido, pois que todo conhecimento é uma interpretação, uma construção mental, de onde resulta impossível separar o investigador do investigado (MORAGA, 2001).

3.4.4 A aprendizagem da matemática dentro de uma perspectiva construtivista

Uma das bases do construtivismo repousa sobre o pressuposto de que toda aprendizagem supõe uma construção, que se realiza através de um processo mental que finaliza com a aquisição de um conhecimento novo, levando ao entendimento de que os conhecimentos prévios do indivíduo sejam chaves para a construção deste novo conhecimento.

Basicamente, pode-se dizer que o construtivismo seja um modelo que defende um argumento segundo o qual uma pessoa, tanto em seus aspectos cognitivos, sociais e afetivos de comportamento, não constitui um mero produto do ambiente nem um simples resultado de suas disposições internas, mas sim uma

construção própria que se vai produzindo dia a dia, como resultado da interação de todos estes fatores.

A orientação que se dá para a Educação Matemática certamente depende de concepções sobre a natureza do conhecimento matemático, contemplado aqui num sentido mais amplo, e de como acontece o desenvolvimento cognitivo do ser humano.

A Matemática, como área de conhecimento, apresenta duas características distintas. Por um lado é ferramenta para o entendimento de problemas nas mais variadas áreas do conhecimento. Fórmulas, teoremas e, mais geralmente, teorias matemáticas são usados na resolução de problemas práticos e na explicação de fenômenos nas mais variadas áreas do conhecimento. Neste sentido, o aspecto importante é a aplicabilidade da Matemática.

Complementando, o desenvolvimento de conceitos e teoremas vai 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 mediado tão somente pelos axiomas de fundamentação da estrutura e teoremas já destes deduzidos. É investigação no plano puramente matemático.

Chandler (2000) 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...”

O enfoque construtivista preconizado nas concepções mais recentes sobre educação enfatiza a construção de novo conhecimento e maneiras de pensar mediante a exploração e a manipulação ativa de objetos e idéias, tanto abstratas como concretas (SOUZA, 2002).

A aprendizagem colaborativa, defendida por Ausubel, Novak & Hanesian (1978) é uma atividade na qual os estudantes e possivelmente seus professores, constroem cooperativamente um modelo explícito de conhecimento. Na ótica construtivista, o resultado mais importante é a apreciação e a experiência que se obtêm ao perseguir a articulação, organização e avaliação críticas do modelo durante seu desenvolvimento (CAÑAS et al, 1992).

Para tanto, um processo colaborativo deve oferecer atividades nas quais os estudantes possam expor qualquer parte de seu modelo – incluindo suas suposições e pré-conhecimentos – a um escrutínio crítico por parte dos outros estudantes. Desta forma, as ferramentas desenvolvidas para dar suporte a estes ambientes devem poder ajudar a alunos e professores a expressar, elaborar, compartilhar, melhorar e entender as suas criações (SOUZA, 2002).

"O aprendizado significativo acontece quando uma informação nova é adquirida mediante um esforço deliberado por parte do aprendiz em ligar a informação nova com conceitos ou proposições relevantes preexistentes em sua estrutura cognitiva" (AUSUBEL et al, 1978, p. 159).

Isto vai ao encontro da teoria Psicogenética de Piaget (1976) de adaptação através de assimilação e acomodação de conhecimentos. As etapas da teoria de assimilação acentuam que o aprendizado significativo requer que a estrutura cognitiva do aprendiz contenha conceitos base com os quais idéias novas possam ser relacionadas.

Ausubel (et al,1978) argumenta que o fator individual mais importante que influi na aprendizagem é o que o estudante já sabe. Deve-se primeiro determinar o quanto sabe, e depois ensiná-lo de acordo com este conhecimento prévio. A aprendizagem significativa envolve a assimilação de conceitos e proposições novas mediante a sua inclusão nas estruturas cognitivas e referenciais simbólicos existentes. Os resultados cheios de significado surgem quando uma pessoa, consciente e explicitamente, estabelece ligações deste novo conhecimento com os conceitos relevantes que ela já possui.

Na história do desenvolvimento da Matemática estas características aparecem em permanente correlação, e a partir de busca de solução de problemas em outras áreas de conhecimento, surge o desenvolvimento de uma Matemática de caráter puramente abstrato. Assim, desenvolvimentos puramente teóricos acabam apresentando-se como ferramentas para tratar de problemas em outras áreas de conhecimento. A história da evolução da Geometria ilustra bem este duplo aspecto da Matemática.

Na Antigüidade, a matemática apareceu como uma ciência prática na solução de problemas de medidas; tornando-se um conhecimento de caráter abstrato com os gregos, tomando como ponto de partida axiomas indiscutíveis sob o ponto de vista intuitivo, inspirados que são pelo mundo físico; por outro lado, com as geometrias não-euclidianas, no século XIX, tem-se o caráter abstrato ao extremo, já que os axiomas aceitos não se baseiam mais na intuição imediata; e finalmente tem-se a aplicação destas geometrias no entendimento de problemas da física.

No processo educativo estes dois aspectos da Matemática devem ser enfatizados igualmente. Um dos grandes desafios para os educadores matemáticos é encontrar os caminhos que levem seus alunos a apropriarem-se deste

conhecimento. E para isto, questões de ordem cognitiva merecem uma análise (GUZMÁN, 2000).

A teoria de desenvolvimento cognitivo proposta por Piaget (1971), ajuda a compreender que o pensamento matemático não é, em essência, diferente do pensamento humano mais geral, no sentido de que ambos requerem habilidades como intuição, senso comum, apreciação de regularidades, senso estético, representação, abstração e generalização, por exemplo.

Os estudos de Piaget evidenciam já nos primeiros anos de vida os primórdios destas habilidades. Sua teoria procura explicar o complexo processo através do qual se dá o desenvolvimento das funções cognitivas da inteligência. Piaget dissecou os diversos estágios deste processo, mostrando a contínua evolução das estruturas mentais, e cujo estado mais avançado se caracteriza pelo pensamento formal abstrato.

Buscando um maior entendimento do processo evolutivo das estruturas cognitivas, Piaget (1971) destaca três estágios básicos. Na construção dos primeiros esquemas de natureza lógico-matemática as crianças se apóiam em ações sensório-motoras sobre objetos materiais e através de exercícios de repetição espontânea chegam ao domínio e generalização da ação (estágio pré-operatório).

O segundo estágio caracteriza-se pelo aparecimento das operações, as ações em pensamento; mas nesta fase as crianças ainda dependem dos objetos concretos para que as ações se constituam em conceitos (estágio operatório concreto).

E finalmente atingem o estágio das operações sobre objetos abstratos, já não dependendo mais de ações concretas ou de objetos concretos; é a constituição do pensamento puramente abstrato.

Piaget infere que o processo de aprendizagem se baseia na ação do sujeito; inicialmente, as ações concretas sobre objetos concretos respondem pela constituição dos esquemas, e no último estágio, as ações abstratas (operações) sobre objetos abstratos respondem pela constituição dos conceitos.

“Só falaríamos de aprendizagem na medida em que um resultado (conhecimento ou atuação) é adquirido em função da experiência, essa experiência podendo ser do tipo físico ou do tipo lógico-matemático ou os dois” (PIAGET, 1971, p. 43).

Já no primeiro estágio de desenvolvimento, na construção e coordenação de esquemas evidencia-se o uso de regras muito próximas a da lógica - associação (união), generalização (inclusão), restrição (interseção). Percebe-se uma construção espontânea de estruturas lógico-matemáticas, que se aproximam das utilizadas no desenvolvimento do conhecimento matemático. É a gênese do pensamento lógico-matemático, que se apresenta na forma de generalização de ações e coordenação de esquemas.

Conforme Piaget (1973, p. 45):

“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 lógico-matemáticas dão lugar, ao interiorizar-se, a um tipo particular de abstração que corresponde precisamente a abstração lógica e matemática”.

Todo o processo é permeado pelo desenvolvimento, concomitante, da função representativa; 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, definida por Piaget como a reconstituição conceitual do que tem feito a ação.

Os desequilíbrios entre experiência e estruturas mentais é que fazem o sujeito avançar no seu desenvolvimento cognitivo e conhecimento, e Piaget procura mostrar o quanto este processo é natural. O novo objeto de conhecimento é assimilado pelo sujeito através das estruturas já constituídas, sendo o objeto percebido de uma certa maneira; o 'novo' produz conflitos internos, que são superados pela acomodação das estruturas cognitivas, e o objeto passa a ser percebido de outra forma. Neste processo dialético é construído o conhecimento. O meio social tem papel fundamental na aceleração ou retardação deste desenvolvimento; isto se evidencia na formação de estruturas cognitivas que apresentam indivíduos que vivem em meios culturalmente pobres.

Isto leva, segundo Gravina (2000) à formação dos alunos, na qual, além de pretender-se a construção de uma sólida base de conhecimento na área, deve-se estar atento para a riqueza intelectual que decorre do constante desenvolvimento cognitivo do sujeito quando a ele propicia-se imersão no processo do 'fazer matemática', que nada mais é que o processo dinâmico 'assimilação versus acomodação' de construção simultânea de conhecimento matemático e de estruturas mentais.

Fischbein (2000, p. 63) diz:

"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."

Se, por um lado, a teoria de Piaget mostra uma continuidade, em princípio natural, na formação das estruturas cognitivas, desde os primeiros esquemas até as estruturas que respondem pelo pensamento formal abstrato, por outro lado o processo de ensino e aprendizagem que se tem institucionalizado não leva em consideração esta 'naturalidade'. A partir do momento que as crianças ingressam na escola, no geral, são privadas de suas ações e experiências de caráter concreto, e mais adiante de caráter abstrato, reforçando-se ao longo dos anos de vida escolar o papel de receptores passivos de informação. Esta ruptura pode explicar os baixos níveis de pensamento abstrato com que os alunos chegam ao ensino superior.

Para Gravina (2000), os alunos chegam à universidade sem terem atingido os níveis mentais da dedução e do rigor. Raciocínio dedutivo, métodos e generalizações, processos característicos e fundamentais da Geometria, são pouco dominados pelos alunos, e até mesmo apresentam pouca compreensão dos objetos geométricos, confundindo propriedades do desenho com propriedades do objeto.

Moore (2001), em sua pesquisa sobre obstáculos frente à demonstração de teoremas, identifica algumas causas: imagens mentais inadequadas, pouco entendimento dos conceitos, pouco domínio da linguagem e notação matemática.

Conforme o autor, fala-se em processo de ensino e aprendizagem construtivista, entendendo-se uma metodologia de trabalho, ainda um tanto vaga e imprecisa, que procura colocar-se em sintonia, principalmente, com princípios da teoria de Piaget. Mas de fato, não tem-se ainda estabelecida, dentro das teorias da Educação, uma sólida base teórica do que seria uma 'pedagogia construtivista'. Pesquisas na área de Educação Matemática têm se preocupado com estas questões, mas ainda poucos são os reflexos na prática educativa. Estas pesquisas apontam para princípios norteadores do que seria uma 'pedagogia construtivista':

3.5 A investigação pedagógica e o aperfeiçoamento da atividade educacional

Passar a uma nova qualidade no campo do ensino e aprendizagem supõe, entre outras coisas, intensificar a investigação pedagógica e contribuir mais substancialmente para o aperfeiçoamento da atividade da educação, um axioma aceito quase que universalmente por educadores de todas as sociedades.

Tais concepções significam, por certo, reconsiderar a investigação pedagógica dentro de uma mudança de ótica daqueles que trabalham com educação. Tal pressuposto leva à consideração de que a investigação pedagógica demanda cada vez mais o desenvolvimento da atividade educacional, em um processo que parece ser auto alimentador.

Segundo Piaget (1973), “em outras palavras, na investigação e pela investigação, a profissão de mestre deixa de ser uma simples profissão e supera inclusive o nível de uma inclinação afetiva para adquirir a denominação de qualquer profissão que é, ao mesmo tempo uma arte e uma ciência, porque a ciência sobre a criança e sua educação constituem mais que em qualquer outro tempo um campo inesgotável”.

Fala-se aqui da investigação interdisciplinar, a investigação fundamental e aplicada, dentro de um enfoque sistêmico do processo educacional e da necessidade de aproximar a investigação pedagógica dos requisitos da aprendizagem. A integração da investigação, docência e produção surge como um princípio fundamental do aprendizado (DIAZ, 2001).

As diversas correntes filosóficas, ideológicas e mesmo políticas, têm influenciado a educação como um todo, de modo sistêmico, o que não deixa de ser natural, na medida em que a educação é também um produto das sociedades e de

suas épocas, ainda que seja também um poderoso agente de mudanças e transformações.

Assim, os processos envolvidos com o ensino da Matemática levam em conta diversos elementos, desde pressupostos sobre aprendizagem e competências pessoais a considerações sobre metodologias e práticas didáticas que não podem ser dissociadas da prática docente.

3.6 Ambientes informatizados e a aprendizagem da matemática

Conforme Dowbor (2002), os tempos atuais apresentam uma sociedade em constante transformação, onde as novas tecnologias de produção e disseminação do conhecimento provocam uma diversificação dos espaços educacionais, trazendo novos desafios em termos educacionais.

Ainda em suas considerações, tudo indica que não se enfrenta apenas uma revolução tecnológica, pois o conjunto de transformações parece estar levando a uma sinergia da comunicação, informação e formação, criando uma realidade nova, designada por alguns de espaço do conhecimento.

Complementando, Piaget (1973), diz que todo conhecimento é ligado à ação e conhecer um objeto ou evento é assimilá-lo à um esquema de ação. Isto é verdade do mais elementar nível sensório motor ao mais elevado nível de operações lógico - matemáticas.

De acordo com tais concepções, existe uma grande importância da ação, linguagem e aprendizagem na construção de estruturas mentais superiores, onde o

acesso aos recursos oferecidos pela sociedade, pela cultura, escola, tecnologias, etc., influenciam determinantemente nos processos de aprendizagem da pessoa.

No contexto da Matemática, são as ações, inicialmente sobre objetos concretos, que se generalizam em esquemas, e num estágio mais avançado são as ações sobre objetos abstratos que se generalizam em conceitos e teoremas. Quando a criança brinca com pedras, dispendo-as de diversas formas (segmentos de retas com diversas inclinações e tamanhos, círculos) e ao contar o número de pedras constata, com surpresa, que o número de pedras independe da forma em que estão dispostas, é através das ações concretas de ordenar e contar que constrói o conceito de número natural.

No processo de ensino e aprendizagem, a transição na natureza dos objetos sobre os quais os alunos aplicam as ações é uma questão central. O mundo físico é rico em objetos concretos para o início da aprendizagem em Matemática, no geral de caráter espontâneo. Mas se o objetivo é a construção de conceitos mais complexos e abstratos, estes não tem suporte materializado, entrando em jogo a 'concretização mental', que nem sempre é simples, mesmo para o matemático profissional. Este tipo de aprendizagem nem sempre tem caráter espontâneo e exige muitas vezes a construção de conceitos que são até mesmo, num primeiro momento, pouco intuitivos, portanto dependendo de muita ação mental por parte do aluno. Um exemplo ilustrativo, ao extremo, encontra-se na própria história do desenvolvimento da geometria: dois mil anos foram necessários para as mudanças de concepções que tornaram naturais as geometrias não-euclidianas (GUZMÁN, 2000)

O grande obstáculo explica-se pelo caráter pouco intuitivo dos axiomas que definiriam estas geometrias, em oposição ao caráter espontâneo daqueles da

geometria euclidiana, entendida até então como a geometria para o entendimento do mundo que rodeia o indivíduo.

Obstáculos e a sua superação permeiam a história do desenvolvimento da Matemática. Na aprendizagem o processo é similar: por um lado se tem o conhecimento matemático, no sentido de conhecimento socialmente aceito, e por outro lado a construção deste conhecimento através dos processos cognitivos individuais.

Em relação aos conceitos, Vinner (apud GRAVINA, 2000) se refere aos primeiros como 'conceito definição' e aos últimos como 'conceitos imagens'. A aprendizagem se efetiva a partir do equilíbrio dos dois conceitos, e isto é fundamental para o avanço na construção do conhecimento.

Dessa forma, e partindo dessas constatações, os ambientes informatizados apresentam-se como ferramentas de grande potencial frente aos obstáculos inerentes ao processo de aprendizagem. É a possibilidade de "mudar os limites entre o concreto e o formal", citada por Papert (1999, p. 39).

Ou ainda, segundo Hebenstreint (2001), o computador permite criar um novo tipo de objeto, os objetos "concreto-abstratos". Concretos porque existem na tela do computador e podem ser manipulados; abstratos por se tratarem de realizações feitas a partir de construções mentais.

Por exemplo, uma rotação não é mais somente um objeto matemático abstrato, dado por uma definição formal e acompanhado eventualmente de uma representação estática (o desenho), mas um objeto que pode ser manipulado e entendido a partir de suas variações, ou seja, ao mudar-se o centro de rotação, o ângulo de rotação, ao transformar figuras.

3.7. Educação e a tecnologia

De acordo com Dowbor (2002), as transformações que hoje varrem o planeta vão muito além de uma simples mudança de tecnologias de comunicação e informação. Em sua opinião, as TCI – Tecnologias de Comunicação e Informação, como hoje são chamadas, desempenham um papel central.

Partindo-se da ótica de que a educação não é uma área em si, mas um processo permanente de construção de pontes entre o mundo da escola e o universo que cerca os indivíduos, torna-se significativo incluir estas transformações na visão do educador, pois não é apenas a técnica de ensino que muda, incorporando uma nova tecnologia, mas sim a própria concepção do ensino que sente a necessidade de repensar os seus caminhos. Pode-se pensar que o conhecimento, matéria-prima da educação, assume também a forma de recurso estratégico do desenvolvimento da sociedade.

Segundo Kellner (2000), não existe mais espaço para uma concepção de educação que enfatiza a submissão à autoridade, a memorização mecânica e o que Freire (1974) chamou de "conceito bancário" da educação, pois os professores, como donos do saber, depositam conhecimento em passivos estudantes, inculcando conformidade, subordinação e padronização. Para o autor, tais características estão se tornando obsoletas numa sociedade pos-industrial e interconectada pela internet, que exige novas habilidades para o posto de trabalho, participação em novos territórios político-sociais e interação com novas formas de cultura e de vida cotidiana.

“Mudam as tecnologias, mas também muda o mundo que devemos estudar, e precisam mudar as próprias formas de ensino. A informática não é apenas a chegada de novas máquinas” (DOWBOR, 2002).

A chegada dos computadores em uma instituição de ensino, coloca a comunidade escolar frente a frente com o desafio de iniciar o trabalho de "Informática na Educação". As idéias finalmente passam a ter uma existência concreta e há muito que fazer.

A união de toda a comunidade para implantar um trabalho, em conformidade com seus objetivos e expectativas, é fundamental; sem a integração de pessoas e metas, o processo pode tornar-se muito árduo. Ao mesmo tempo, esse processo de implantação da Informática na Educação, exige que cada professor invista em seu próprio desenvolvimento para que a sua prática pedagógica possa se beneficiar dessa ferramenta tecnológica (FREIRE, et al, 2002).

Tais considerações ressaltam a noção prática de que, com introdução da informática na escola, as pessoas começam a tomar consciência de que, para dominar e utilizar tal recurso, é preciso muito mais do que máquinas. São necessárias idéias e ações que efetivamente possam colaborar para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem.

Em sua afirmação, os professores representam o elemento-chave para que o trabalho possa decolar e atingir os seus objetivos. Inicia-se assim, um processo contínuo de formação dos professores, que abrange conhecimentos específicos sobre Informática - os aspectos técnicos para manipulação do computador - e sobre o processo de ensino-aprendizagem - as teorias que subsidiam a escolha de diferentes ferramentas computacionais e suportam a aplicação educacional das mesmas (FREIRE, et al, 2002).

A este respeito, Valente (1996), defende a idéia de que o uso inteligente do computador na educação é justamente aquele que tenta provocar mudanças na abordagem pedagógica vigente ao invés de colaborar com o professor para tornar mais eficiente o processo de transmissão de conhecimento.

Existem ainda, entretanto, discussões a respeito da validade ou do benefício destas novas tecnologias, como observado por Williams (apud GRAVINA, 2000), para quem:

“As inovações tecnológicas são decisivas no processo de transformação sociocultural (...). Mas é a sociedade que permite que isso ocorra, servindo de suporte para tais inovações. (...) a tecnologia é apenas como mais uma força produtiva, fruto da própria evolução societal, sendo o conhecimento voltado para a questão da emancipação humana no que diz respeito à natureza e aos seus problemas existenciais de ordem material ou simbólica. Enfim, o espaço quaternário determinado pelas novas tecnologias não é algo que se superpõe à condição humana, à cultura, à sociedade, à vida”.

Outra constatação é de que a percepção a respeito dos reflexos da tecnologia na educação são mais abrangentes do que se pode supor a princípio, como se percebe na seqüência:

“Acreditamos que é preciso garantir a apropriação das interfaces que ampliam a inteligência humana, pois as necessidades dos homens influenciaram as mudanças sociais e também foram por elas modificadas. Essa é uma via de mão dupla que se estabelece no seio da sociedade, e não nos parece útil, agora, discutir uma relação de causa e efeito” (KANISKI, 2002).

3.8 Características de ambientes informatizados construtivistas

Um ambiente de aprendizagem que contemple a informática como uma de suas ferramentas deve, por certo, buscar atender a alguns requisitos para que possa

atingir não apenas seus objetivos, mas também otimizar suas atividades e promover um maior desenvolvimento dos cidadãos para os quais dirige suas ações.

Historicamente os sistemas de representação do conhecimento matemático têm apresentado um caráter estático, perceptível nos livros ou nas aulas “clássicas”. Este caráter estático muitas vezes dificulta a construção do significado, e o significante passa a ser um conjunto de símbolos e palavras ou desenho a ser memorizado. Parece lícito inferir que isto tenha ligação com o fato comum de os alunos, por vezes, não conseguirem transferir um conceito ou teorema para situações que não coincidam com a prototípica registrada a partir da apresentação do livro ou do professor.

A instância física de um sistema de representação afeta substancialmente a construção de conceitos e teoremas. As novas tecnologias oferecem instâncias físicas em que a representação passa a ter caráter dinâmico, e isto tem reflexos nos processos cognitivos, particularmente no que diz respeito às concretizações mentais. Um mesmo objeto matemático passa a ter representação mutável, diferentemente da representação estática das instâncias físicas, do tipo "lápiz e papel" ou "giz e quadro-negro".

Em um cenário permeado pela informática, o dinamismo é obtido através de manipulação direta sobre as representações que se apresentam na tela do computador. em geometria, por exemplo, os elementos de um desenho são manipuláveis; no estudo de funções são objetos manipuláveis que descrevem relação de crescimento/decrescimento entre as variáveis.

Conforme Kaput (2001): "a transição continua entre estados intermediários é um recurso importante dos programas de representação dinâmicos, sob o ponto de vista cognitivo". Para Gravina (2000), em um meio dinâmico, um triângulo, por

exemplo, com correspondente segmento altura pode ser manipulado, mantendo-se um lado do triângulo fixo e fazendo-se o vértice oposto deslocar-se numa paralela a este lado. Desta forma, segundo a autora, obtém-se uma família de desenhos com triângulos e segmentos alturas em diversas situações, o que favorece a concretização mental em harmonia com o conceito matemático de altura de um triângulo.

No contexto deste estudo, entende-se, por interatividade, a dinâmica entre ações do aluno e reações do ambiente, e no sentido muito além daquele em que a reação do sistema é simplesmente informar sobre “acerto” ou “erro” frente a ação do aluno, não fornecendo nenhuma contribuição ao processo de aprendizagem. Em um conceito mais amplo, a interatividade oferece suporte às concretizações e ações mentais do aluno, o que se materializa na representação dos objetos matemáticos na tela do computador e na possibilidade de manipular estes objetos via sua representação.

A “reação” do ambiente, correspondente à ação do aluno, funciona como ‘sensor’ no ajuste entre o conceito matemático e sua concretização mental. Um meio que pretenda ser interativo, na medida do possível, não deve frustrar o aluno nos procedimentos exploratórios associados as suas ações mentais (PICANÇO, et al, 2001).

Para Lemos (2000), interatividade é um caso específico de interação, a interatividade digital, compreendida como um tipo de relação tecno-social, ou seja, como um diálogo entre homem e máquina, através de interfaces gráficas, em tempo real. Entretanto, para Lévy (1999), a interatividade assinala muito mais um problema, a necessidade de um novo trabalho de observação, de concepção e de avaliação

dos modos de comunicação do que uma característica simples e unívoca atribuível a um sistema específico, não se limitando, portanto às tecnologias digitais.

Quanto ao potencial das múltiplas representações, considerando que um mesmo objeto matemático pode receber diferentes representações e que estas registram diferentes facetas do mesmo, uma exploração que transita em diferentes sistemas torna-se significativa no processo de construção do conceito. Por exemplo, a uma função pode-se associar uma representação gráfica que evidencia variações quantitativas, ou uma representação matricial numérica que evidencia variações quantitativas, ou ainda, pode-se estudar família de funções sob o ponto de vista de operações algébricas e correspondentes movimentos geométricos nos gráficos associados.

“Os programas que fazem ‘traduções’ entre diferentes sistemas de representação apresentam-se como potentes recursos pedagógicos, principalmente porque o aluno pode concentrar-se em interpretar o efeito de suas ações frente as diferentes representações, até de forma simultânea, e não em aspectos relativos a transição de um sistema a outro, atividade que geralmente demanda tempo” (GRAVINA, 2000, p. 41).

Capturação de procedimentos é recurso encontrado, particularmente, em programas para Geometria. Automaticamente são gravados os procedimentos do aluno em seu trabalho de construção, e mediante solicitação o aluno pode repassar a ‘história’ do desenvolvimento de sua construção. Isto permite o aluno refletir sobre suas ações e identificar possíveis razões para seus conflitos cognitivos. Este recurso também permite que o aluno explore construções feitas por outrem, o que sempre se apresenta como fonte de riqueza em idéias matemáticas.

De acordo com Gravina (2000), através da capturação de procedimentos, construções particulares podem ser automaticamente generalizadas, gravadas e testadas em outras situações (são as macro construções). A capturação é feita na semântica da Geometria, não dependendo de sintaxe particular de programação.

Isto pode ser traduzido por um cenário no qual predomina um ambiente favorecendo a construção de conjecturas, o que exige raciocínios mediados pelo constante processo de 'assimilação versus acomodação'. Por certo a construção do conhecimento vai além e não se realiza enquanto a argumentação matemática explícita não torna evidente para o indivíduo o porque de uma determinada propriedade.

Nesta fase final de construção, a demonstração da propriedade, o ambiente continua desempenhando seu papel através da possibilidade de acrescentar novos elementos a representação que está sendo manipulada, no caso os segmentos que determinam os triângulos cujas congruências são a base para a argumentação.

Para a educação, a compreensão desses conceitos e contextos é de fundamental importância, uma vez que a relação pedagógica é uma relação entre seres humanos imersos numa determinada cultura, por isso mesmo transformadores dela (PICANÇO, et all, 2001). Logo, a todos os sujeitos da educação deve ser oportunizada essa abertura a um ambiente "mais comunicacional".

Mais ainda, parafraseando Gravina (2000), ao se pensar a Geometria como processo de interiorização e apreensão intelectual de experiências espaciais, o aprendizado passa por um domínio das bases de construção deste ramo do conhecimento, e aqui a abstração desempenha papel fundamental.

Nesta "matematização"- leitura do mundo através da matemática- os objetos do mundo físico passam a ser associados a entes abstratos, que são definidos e controlados por um corpo de pressupostos, o sistema de axiomas da teoria. Na transição para este mundo existem dificuldades inerentes ao processo, provenientes do confronto entre conceitos científicos e não científicos.

A aprendizagem destes elementos significa estabelecer uma cadeia lógica de raciocínios, em uma cadeia denominada argumentação lógica e dedutiva. O desenho entra aqui como materialização da configuração geométrica, guardando as relações a partir das quais decorrem as propriedades (GRAVINA, 2000).

3.9 Interatividade

O termo interatividade resume, de certa forma, tudo o que de diferente é atribuído às novas tecnologias da informação e da comunicação por diferentes autores em função das suas posições teóricas.

“Interatividade é uma ação de reciprocidade entre duas ou mais coisas, sejam elas pessoas ou não. Fala-se de interatividade na era digital quando se quer fazer referência à possibilidade de o homem interagir com a máquina e com outros homens, tendo como intermediário o ciberespaço. (...) Hoje, um programa verdadeiramente interativo é aquele que leva o usuário a querer intervir e faz com que essa intervenção tenha como resultado mais que apenas mostrar novas informações, mas alterar o percurso do usuário no programa. Enfim, o grande foco das pesquisas atuais em interatividade é criar ambientes em que o usuário faça seu percurso e não simplesmente escolha entre diferentes caminhos conhecidos” (Revista Super interessante, 2001).

Segundo Lévy (1999), o termo interatividade tem sido invocado de forma descuidada. Para o autor, o significado geral do termo busca destacar a participação da pessoa em uma determinada transação de informação, considerando que o sujeito que recebe a informação não se encontra em estado passivo, mas reage a

ela de alguma forma, variando em grau e profundidade conforme a mídia veiculadora desta informação.

Ainda para Lévy (1999), existem diferentes tipos de interatividade que vão, respectivamente, da mensagem linear - através de dispositivos que variam desde a imprensa, rádio, TV e cinema até as conferências eletrônicas - até a mensagem participativa -- através de dispositivos que variam dos videogames com um só participante até a comunicação em mundos virtuais envolvendo negociações contínuas.

De acordo com Bell (1976), a emergência da interatividade é um fenômeno da sociedade de informação e manifesta-se nas esferas tecnológica, mercadológica e social. A interatividade emerge com a instauração de uma nova configuração tecnológica, no sentido das tecnologias informáticas conversacionais; e de uma nova dimensão mercadológica, no sentido da busca de diálogo entre produtor/produto/cliente.

3.10 Educação matemática na sociedade da informação

Bell (1976, p. 31), afirma que a sociedade da informação “se caracteriza por ser um espaço no qual a aquisição, processamento, organização, armazenagem, recuperação, utilização, monitoramento, distribuição e venda de informação conformam atividades prioritárias para a economia dos países que as fomentam, devido ao seu alto índice de geração de valor agregado.”

Dentro deste contexto, torna-se licito esperar que este novo tipo de sociedade venha a demandar cidadãos com um maior grau de instrução formal, com a

finalidade de se estar preparado para as constantes mudanças acarretadas por uma situação de permanente atualização.

Por conseguinte, os docentes, profissionais encarregados de contribuir para tal formação, devem estar também preparados para tal labor, de acordo com as exigências do ambiente e ao ritmo das mudanças sociais, questões que incluem a globalização dos saberes.

A educação em geral tem apresentado mudanças quanto ao uso de novas ferramentas para induzir uma aprendizagem significativa, graças, em muito, às novas tecnologias, a telemática e a informática entre outras.

“Assiste-se, na atualidade, a uma revolução tecnológica na qual se produzem mudanças rápidas e bruscas na forma como as pessoas vivem, trabalham e se divertem. Como o ritmo do avanço tecnológico não parece desacelerar, o curso está em aprender a adaptar-se às mudanças como o mínimo esforço físico e mental. Para isto, os sistemas de aprendizagem e aqueles que os manejam devem preparar as pessoas para trabalhar com as novas tecnologias, com segurança e de forma adequada [...] fazendo da aprendizagem um processo natural e permanente” (MICROSOFT, 2000, p. 1).

Dessa forma, nesta sociedade, mais do que nunca:

“A educação se reveste de importância primordial na formação de um ser humano para conviver nem um contexto onde inevitavelmente devem ocorrer grandes transformações, refletidas em uma maior independência do aluno no processo de aquisição do aprendizado e instituir uma instrução dependente das necessidades e expectativas do estudante como ator principal do processo educativo” (SILVA & ÁVILA, 2001, p. 17-18).

Baseando-se nestes conceitos, a informática tem sido concebida e desenvolvida como extensão das faculdades intelectuais individuais para o tratamento da informação, a qual encontra sua expressão mais significativa no conhecimento e em sua comunicação.

Durante anos, o livro e a sala de aula têm se utilizado de ferramentas tradicionais de ensino: recursos orais e quadro negro. Atualmente, os diversos meios

disponíveis estão centrados ao redor das necessidades do ser que aprende, mudando o foco do educador para o educando. O entendimento de que urge diminuir as diferenças entre o ambiente escolar e o mundo exterior, tem levado ao extrapolamento dos limites da escola, colocando-a como um agente facilitador, como a nova conjuntura composta por mentes humanas, redes técnicas de armazenamento, transformação, produção e transmissão de informações.

Orantes (1997), afirma que a telemática aproxima o mundo real do reino mágico da realidade virtual ao substituir o átomo por bits, colocando que esta talvez seja a mudança mais profunda desde a invenção da imprensa por Gutenberg.

Por certo, com a aparição das novas tecnologias, também o conceito de educação tende a mudar, na medida em que se trata de um processo ao mesmo tempo individual e coletivo a serviço da continuidade, atualização e renovação das culturas.

De fato, o grande crescimento na disponibilidade da informação no espaço virtual, o ciberespaço, afeta profundamente os mais diversos setores da sociedade, ainda que de formas diferentes, de acordo com o nível econômico e cultural das mesmas.

Para Santos (2000), no atual contexto tecnológico, em que o mundo se volta para sistemas dominados pela tecnologia, é necessário despertar-se para um modelo educacional que acompanhe este sistema. Considera ainda ser necessário que a escola se adapte a este processo contínuo de informação em que se encontra toda a sociedade, na medida em que cabe a ela, escola, manter o indivíduo conectado à realidade atual, da qual este faz parte.

Ainda para Santos (2000), o computador não deve ser visto como apenas um fim, mas sim como um meio, um instrumento pedagógico que pode auxiliar os métodos pedagógicos.

A fala da autora remete, também ao entendimento de que nenhum tipo de tecnologia tem se mostrado capaz de substituir o professor no processo de aprendizagem. Ao contrário, tem crescido a necessidade de um docente conhecedor dos conteúdos que ministra, mas, exigência dos novos tempos, com uma formação tecnológica correspondente e simultânea, que lhe permita desenvolver competências e utilizar as melhores estratégias educativas disponíveis.

A nova realidade que se percebe exige um mediador com qualidades e condições distintas daquelas do professor tradicional, que atuava baseado quase que exclusivamente em aulas expositivas e em recursos de memorização.

As novas tecnologias da informação e da comunicação rompem com o passado, supondo um momento de inovação inédito na história. A necessidade de relacionar aquilo que se aprende, como se aprende e as características individuais e expectativas daquele que aprende, tem feito surgir os enfoques denominados hipertexto e hiperlinks, da mesma forma que na planificação, a interdisciplinaridade tem uma maior potencialidade que a multidisciplinaridade, ao prover uma maior integração. O computador traz a possibilidade de se operacionalizar este conjunto de relações, aplicadas ao aprendizado inovador, oportunidades, capitalização e individualização, que não eram permitidas no passado.

Neste processo, a Internet apresenta-se como um meio de comunicação que facilita esse intercâmbio de informações multimídia, texto, áudio, imagens e vídeo, com um impacto positivo no sistema educativo.

Da mesma forma, as novas exigências dos mercados de trabalho, principalmente em termos de novas ocupações e atribuições, fazem com que a pessoa necessite adquirir novas qualificações, distintas daquelas do passado, a fim de que possua a capacidade potencial de adaptar-se rapidamente às mudanças rápidas e constantes que a impõe a sociedade da informação.

Assim, cumpre à educação fomentar e promover tais atitudes nos docentes, assim como sua adaptação aos novos papéis que lhes correspondem exercer, no sentido de abandonar a mera transmissão de informação e conhecimentos, assim como fomentar a capacidade de abstração e desenvolver a capacidade de adaptação rápida à globalização do conhecimento, dentro de uma acepção holística dos saberes (AVILA & CHIRINOS, 2001, p. 08).

3.11 Capacitação docente para a aplicação de tecnologias da informação no ensino da matemática

Conforme Azinian (2002), a matemática é uma das áreas mais apropriadas para a integração das TI's (Tecnologias da Informação) aos processos de ensino e aprendizagem, devido a utilidade destas como ferramentas, tanto na solução de problemas como na representação gráfica dinâmica.

Ainda conforme o autor, desde a perspectiva da capacitação docente, se analisa o aporte das TI's neste âmbito, quais fatores tornam seu uso valioso, como permitem entrelaçar e potencializar atividades manipulativas e reflexivas, as estratégias de trabalho associadas e o papel da docência.

Segundo Coombs (1992), as recentes mudanças criaram um ambiente de “aprendizado flexível”, permitindo aos estudantes se conectarem via residência ou trabalho, de acordo com sua conveniência, usando microcomputadores e modems.

Os estudantes mostraram que gostaram de ter o curso adaptado as suas necessidades individuais. Através de registros de distribuição de vídeos e do uso das conferências por computador para discussão, os aprendizes puderam montar seus próprios horários e puderam progredir num passo ótimo. Tais resultados foram subsequentemente relatados por muitos educadores (COOMBS, 1992).

A aplicação de tecnologias informáticas nas aulas de geometria refere-se ao problema pedagógico que implica integrar os novos meios de geração, armazenamento, transformação e utilização da informação em um marco didático.

A informática brinda possibilidades como a interatividade e imediatez, que permitem a exploração dinâmica de representações e o controle de uma seqüência de ações. Também propicia uma maior capacidade de armazenamento e recuperação da informação, facilitando a visualização do processo dinâmico de obtenção de um produto após uma série de transformações, e não apenas a imagem final com todos os elementos acumulados.

Formas múltiplas de representação em um mesmo meio, textual, gráfico, tabular, auditivo, cônico, espacial, dado que os conceitos se materializam mediante uma representação e a aprendizagem de um conceito está associada ao desenvolvimento da capacidade de traduzir as representações e explorações dinâmicas, permitindo ao aluno descobrir a informação.

Há ainda a questão da polivalência e da versatilidade, pois um mesmo meio pode ser utilizado de diversas maneiras, ampliando enfoques e abrindo janelas no processo de aprendizagem.

3.12 Softwares matemáticos

Segundo Valente (1996), ao se observar na prática o ensino de matemática na escola, é possível denotar que o argumento nobre, o desenvolvimento do raciocínio lógico-dedutivo, não é o subproduto mais comumente encontrado. Ao contrário, aprender matemática ou fazer matemática torna-se sinônimo de fobia, de aversão à escola e, em grande parte, responsável pela repulsa ao aprender. Assim, o que foi introduzido no currículo como um assunto para propiciar o contato com a lógica, com o processo de raciocínio e com o desenvolvimento do pensamento, na verdade acaba sendo a causa de tantos problemas relacionados com o aprender.

Na concepção de Kline (1973), o desenvolvimento do raciocínio lógico-dedutivo e a apreciação da beleza da estrutura matemática ocorre realmente com o matemático. Isso por que ele está fazendo matemática. E quando o matemático faz matemática ele está criando, raciocinando, um processo que pode ser caracterizado também como um aprendizado.

Dessa forma, o processo de fazer matemática, ou seja, pensar, raciocinar, é fruto da imaginação, intuição, da tentativa e erro, do uso de analogias, enganos e incertezas. A organização da confusão significa que o matemático desenvolveu uma seqüência lógica, passível de ser comunicada ou colocada no papel.

No entanto, para Valente (1996), o que o aluno faz quando trabalha matemática é muito diferente do processo de organização da confusão mental. Ao contrário, o fato matemático é passado ao aluno como algo consumado, pronto, que ele deve memorizar e ser capaz de aplicar em outras situações que encontrar na vida.

Como isso nem sempre acontece, o aluno fracassa e, portanto, é o responsável pelo fracasso da matemática. Entre as razões pelas quais o aluno fracassa pode-se, certamente, indicar o fato de o aluno não ter construído o conceito, mas esse ter sido passado ao aluno. Nesse caso não houve a apropriação do conceito e sim a sua memorização.

Também o fato de o aluno não ter chance de adquirir o conceito matemático está relacionado com a própria matemática. Os conceitos matemáticos são complicados, a notação matemática se tornou complexa, dificultando o pensamento matemático e o exercício do raciocínio (VALENTE, 1996).

A complexidade da notação matemática tem feito com que o ensino da matemática seja reduzido ao domínio da própria notação. A notação se tornou objeto de estudo. Com isso a matemática deixa de exercitar o raciocínio para valorizar o ensino da notação que o matemático usa para expressar o raciocínio. Assim, o aluno adquire técnicas de como resolver uma equação do primeiro ou do segundo grau e nunca o processo de "fazer matemática", ou seja, pensar sobre um problema, cuja solução pode ser expressa segundo uma equação matemática e resolvida através da técnica de resolução de equações.

Ao aluno só é fornecida a segunda parte do processo. Isso porque, primeiro, é difícil o professor prever os problemas que o aluno poderá encontrar na vida e, assim, usar esses problemas como objeto de estudo. Isso faz com que o professor se limite à técnica, esperando que o aluno, no futuro, consiga aplicar essas técnicas à solução dos problemas que encontrar. Segundo, mesmo quando algum problema é utilizado, esse problema é "fabricado", no sentido de facilitar a explicação de um determinado conceito. Quando o problema não advém do aluno, é difícil fazê-lo motivar-se e interessar-se por um problema simulado que não lhe diz respeito.

A solução para evitar o ensino das técnicas matemáticas tem sido o uso de material pedagógico. O aluno manuseia um material que propicia o desenvolvimento de conceitos matemáticos. No entanto, esse tipo de atividade constitui a primeira parte do processo de fazer matemática. A solução do problema proposto pelo material pedagógico nem sempre é formalizada e expressa segundo a notação matemática. Sem essa formalização do conceito o aluno não tem a chance de sintetizar suas idéias, colocá-las no papel, compará-la com outras soluções, verificar sua validade, etc. Portanto, esse tipo de ensino também é incompleto. Ele tem a vantagem de desenvolver o raciocínio, mas não o de expressar o raciocínio segundo uma notação precisa e não ambígua.

Nesse contexto, a mudança do paradigma educacional deve ser acompanhada da introdução de novas ferramentas que devem facilitar o processo de expressão do nosso pensamento. Esse é um dos papéis do computador, o de desenvolver o raciocínio ou possibilitar situações de resolução de problemas. Essa, Valente (1996) certamente é a razão mais nobre e irrefutável do uso do computador na educação.

Segundo Chaves (1999), quando o computador é usado para passar a informação ao aluno, assume o papel de máquina de ensinar, e a abordagem pedagógica é a instrução auxiliada por computador. Geralmente os *softwares* que implementam essa abordagem são os tutoriais, os *softwares* de exercício-e-prática e os jogos.

Os tutoriais enfatizam a apresentação das lições ou a explicitação da informação. No exercício-e-prática a ênfase está no processo de ensino baseado na realização de exercícios com grau de dificuldade variado. Nos jogos educacionais a

abordagem pedagógica utilizada é a exploração livre e o lúdico ao invés da instrução explícita e direta (VALENTE, 1993).

De acordo com Chaves (1999), os *softwares* que promovem o ensino, existentes no mercado mostram que a tarefa do professor é passível de ser totalmente desempenhada pelo computador e, talvez, com muito mais eficiência, pois o computador tem mais facilidade para reter a informação e ministrá-la de uma maneira sistemática, meticulosa e completa. Essa capacidade de sistematização do computador permitiria um acompanhamento do aluno em relação aos erros mais freqüentes e à ordem de execução das tarefas, tarefa que pode ser desempenhada pelo computador de uma maneira muito mais detalhada.

Também, os sistemas computacionais apresentam hoje diversos recursos de multimídia, como cores, animação e som, possibilitando a apresentação da informação de um modo que jamais o professor tradicional poderá fazer com giz e quadro negro, mesmo que ele use o giz colorido e seja um exímio comunicador. A vida das crianças está tão relacionada com o uso dessas mídias que é inglório tentar competir com a informática (CYSNEIROS, 1996).

Para Valente (1993), ao figurar como auxiliar do processo de construção do conhecimento, o computador deve ser usado como uma máquina para ser ensinada, onde é o aluno quem deve passar as informações para o computador. Os *softwares* que permitem esse tipo de atividade são as linguagens de programação, como BASIC, Pascal, Logo; os *softwares* denominados de aplicativos, como uma linguagem para criação de banco de dados, como DBase ou um processador de texto; ou os *softwares* para construção de multimídia.

Esses *softwares* oferecem condições para o aluno resolver problemas ou realizar tarefas como desenhar, escrever etc. Isso significa que o aluno deve

representar suas idéias para o computador, ou seja, "ensinar" o computador a resolver a tarefa em questão.

Para "ensinar" o computador a realizar uma determinada tarefa, o aluno deve utilizar conteúdos e estratégias. Por exemplo, para programar o computador usando uma linguagem de programação, o aluno realiza uma série de atividades que são de extrema importância na aquisição de novos conhecimentos (VALENTE, 1996).

Os resultados obtidos permitem ao aluno refletir sobre o que foi solicitado ao computador. Finalmente, se o resultado não corresponde ao que era esperado, o aluno tem que depurar a idéia original através da aquisição de conteúdos ou de estratégias. A construção do conhecimento acontece pelo fato de o aluno ter que buscar novas informações para complementar ou alterar o que ele já possui. Além disso, o aluno está criando suas próprias soluções, está pensando e aprendendo sobre como buscar e usar novas informações (aprendendo a aprender) (CHAVES, 1999).

Assim, dentro deste contexto, cumpre a seleção de quais os *softwares* mais adequados a cada aplicação em particular, na medida em que existem inúmeras opções e cada uma delas destina-se a uma utilização específica. Entre as diversas opções, pode-se citar as que mais interessam ao escopo deste estudo, escolhidas com base em sua facilidade de obtenção e também em sua facilidade de uso e, o mais importante, por suas interessantes características e potencialidades em termos de auxílio à aprendizagem.

Os tempos atuais são de mudanças, de novos conceitos e de novas estratégias de formação de cidadãos, de novos paradigmas, que buscam um cidadão mais hábil, social e cientificamente falando. Nesta ótica, almeja-se uma mudança de paradigma para a educação, é necessário um espírito crítico e

cuidadoso neste processo de uso da informática. A informática por si só não garante esta mudança, mas suas ferramentas e potenciais reforçam as mesmas características do modelo de escola que privilegia a transmissão do conhecimento.

Já existem programas com características que os tornam potentes ferramentas para o ensino e aprendizagem da Matemática dentro de uma perspectiva construtivista. São programas onde os alunos podem modelar, analisar simulações, fazer experimentos, conjecturar. Nestes ambientes os alunos expressam, confrontam e refinam suas idéias. Utilizam, para tal, processos de representação muito próximos dos processos de representação com "lápiz e papel".

A aproximação com o *software* e suas capacidades deslumbra pela facilidade de se fazer desenhos. Nos primeiros contatos com o *software*, surpreende que mesmo já sabendo que os recursos do programa dão estabilidade às construções, os alunos produzem essencialmente desenhos do tipo "a mão-livre", sem que haja a preocupação de preservar as relações geométricas que existem no objeto geométrico.

Gradativamente os alunos vão percebendo que o *software* não faz simplesmente "desenhos", mas faz "figuras geométricas": são desenhos que estão na tela do computador, mas que são produzidos através da explicitação de relações geométricas. Com este entendimento, os alunos tornam-se cientes que um "desenho em movimento" guarda regularidades se construído dentro de princípios geométricos. Isto exige dos alunos, e de forma natural, um pensar sobre objetos geométricos no contexto de definições e teoremas.

Não são mais simples impressões visuais que são registradas na tela do computador, mas são objetos concreto-abstratos que devem estar sob constante controle conceitual.

Dentro do contexto apresentado, alguns [softwares](#) podem ser mencionados, por serem bastante utilizados e por apresentarem diversas características que se aproximam do exposto até o momento, em termos de utilização e adequação ao ambiente da sala de aula. Cumpre ressaltar que tal apresentação não constitui nenhum tipo de recomendação ou endosso a qualquer dos programas, e sim, uma exposição daquilo que existe disponível atualmente. Da mesma forma, não se procede a uma avaliação de parâmetros de funcionamento e aplicação dos mesmos, mas sim uma breve descrição de suas capacidades.

Alguns estão disponíveis como *freeware* ou *shareware*, ou seja, livres e sem custo de aquisição; outros devem ser adquiridos, com suas respectivas licenças e registros.

Alguns dos programas disponíveis na área de Matemática e suas ramificações são os seguintes:

- Maple: é um sistema de computação algébrica que apresenta-se dentro de um ambiente matemático completo, e que possibilita a manipulação de expressões algébricas diversas, bem como gráficos em 2D e em 3D. Possibilita o desenvolvimento de atividades em álgebra, cálculo, equações diferenciais, álgebra linear e cálculos de vetores, além de outras áreas. Informações adicionais podem ser obtidas no site da empresa: www.malesoft.com.
- Mupad: programa que oferece um sistema algébrico para cálculo simbólico e numérico, possibilitando o desenvolvimento de rotinas próprias pelos usuários. Disponível em www.mupad.de.
- Derive: utilizável a partir de computadores pessoais, o Derive processa variáveis algébricas, expressões, equações, funções, vetores, matrizes e

expressões booleanas. Permite ainda gráficos das expressões em duas e em três dimensões, apresentado por seus desenvolvedores como excelente ferramenta para ensino e aprendizagem de Matemática. Mais informações em www.derive-europe.com.

- MatchCad: grande capacidade de cálculos numérico e analítico e também de criação de gráficos. Oferece ainda a possibilidade de publicação de resultados via Internet. Informações em <http://bluehawk.monmouth.edu>.
- Cabri Géométrè: consiste, por sua natureza, de ferramenta bastante útil na validação experimental de fatos geométricos, condição própria dos ambientes de aprendizagem. Desenvolvido como *software* educativo para construção de conceitos geométricos, possibilita trabalhar as relações geométricas de forma interativa e compreender suas invariantes com movimentação das mesmas em diferentes posições na tela, requerendo a compreensão da linguagem geométrica de pontos, retas, paralelas, etc. Na internet: www.cabri.com.br

3.13 O profissional da educação e informática educativa

O cenário atual de Educação e Informática no Brasil, definitivamente não está mais em nível laboratorial. Já existem diversas análises e uso de diferentes escolas do pensamento, havendo poucas controvérsias quanto a necessidade do uso dos computadores em sala de aula, haja vista o desenvolvimento e implementação de diferentes projetos bem sucedidos.

Atualmente, já há a percepção dos educadores de que o processo de informatização da sociedade brasileira é irreversível e que se a escola também não se informatizar, correrá o risco de não ser mais compreendida pelas novas gerações. Já existe a conscientização da necessidade de se unirem esforços em equipes interdisciplinares para se diminuir à distância até então ainda existente entre Educação e Informática para que os educadores não percam mais ainda o seu espaço, já tão invadido, bem como seu poder de decisão sobre processos e assuntos dentro de sua própria casa, ou seja, dentro da escola brasileira.

Mercado (1999, p.27) confirma esta posição quando coloca que:

“A escola, como agência de socialização, de inserção das novas gerações nos valores do grupo social, tem o compromisso de propiciar ao aluno o desenvolvimento de habilidades e competências, como: domínio da leitura, que implica compreensão da escrita; capacidade de comunicar-se; domínio das novas tecnologias da informação e de produção; habilidades de trabalhar em grupo; competência para identificar e resolver problemas; leitura crítica dos meios de comunicação de massa; capacidade de criticar a mudança social”.

É indiscutível, portanto, a necessidade de interessar, treinar e formar professores para que participem deste desenvolvimento. É necessário formar uma massa crítica através de debates sobre as implicações, em especial as de natureza social, dos métodos e ferramentas da Informática aplicáveis à Educação para evitar o surgimento de uma visão puramente instrumental do uso do computador nas escolas. É imprescindível que se clarifique a razão da utilização da Informática, definindo as metas a serem atingidas, baseadas numa filosofia pedagógica mais ampla.

É compreensível a resistência da maioria dos professores, em todo o mundo, à aceitação do uso de computadores na sala de aula e em sua prática pedagógica. A introdução e a utilização de um elemento novo, aparentemente, mais um complicador, acrescentando trabalho e estudos à carga de atribuições docentes,

causa pelo menos, perplexidade. O uso do computador na escola só faz sentido na medida em que o professor o considerar como uma ferramenta de auxílio, motivadora à sua prática pedagógica, um instrumento renovador do processo ensino-aprendizagem que lhes forneça meios para o planejamento de situações e atividades simples e criativas e que, conseqüentemente, lhe proporcione resultados positivos na avaliação de seus alunos e de seu trabalho. A capacitação dos professores em uma escola é de fundamental importância para a efetiva integração do computador com as atividades escolares.

A estratégia de implementação de computadores à Educação deve ser voltada para a formação do professor. Num primeiro momento, deve apresentar e desenvolver atividades informáticas e formativas, práticas e teóricas que proporcionem familiaridade e confiança com e sobre o sistema computacional. (hardware e *software*). Neste primeiro momento os professores deverão ser apresentados à Informática através de palestras introdutórias, seguidas de atividades práticas com hardware e *software* que o ajudarão a vencer a tecnofobia. Após, inicia-se uma fase de planejamento da integração do computador às atividades relacionadas ao currículo com o objetivo de permitir que a escola se torne auto suficiente no que diz respeito à utilização dos computadores para que seus professores tenham a participação ativa no processo de implementação da área e dos conceitos de Tecnologia Educacional com seus alunos.

3.14 A formação do profissional da educação dentro do contexto tecnológico

A questão da formação do professor é uma preocupação de muitos educadores, já que seu efeito torna-se hoje cada vez mais visível. O professor é um agente multiplicador do processo educativo.

“A sociedade contemporânea, neste início de século/milênio “espera que professor tenha um papel efetivo na educação, tornando-se não mais alguém que transmite o conhecimento, mas aquele que ajuda os seus alunos a encontrar, organizar e gerir o saber, guiando mas não modelando os espíritos, e demonstrando grande firmeza quanto aos valores fundamentais que devem orientar a vida contribuindo na formação de pessoas capazes de enfrentar os novos desafios propostos pelo mundo moderno”.(DELORS, 1999, p. 36).

Sendo assim, para viver em tal sociedade é necessário formar pessoas flexíveis, críticas e criativas, com capacidade de aprender a aprender, de trabalhar em grupo, de ser cooperativa e conhecedora do seu potencial cognitivo e afetivo. Enfim, pessoas atentas e sensíveis às transformações da sociedade e capazes de estar sempre aprendendo e revendo suas idéias e ações.

A introdução da Informática na Educação é uma realidade condizente com o momento atual. Portanto, precisa deixar de ser tratada superficialmente por educadores que rejeitam, às vezes de forma acrítica, o computador na escola. O uso da informática na educação não significa a soma da informática na educação, mas a integração destas duas áreas. Para haver integração é necessário o domínio dos assuntos que estão sendo integrados. (VALENTE, 1996, p.116).

Valente (1996 p.17), considera que o papel do computador na educação vem se definindo na medida em que se questiona a função da escola e do professor, uma vez que, para ele, “ a função e o aparato educacional não deve ser a de ensinar, mas de promover o aprendizado” Para esse autor, modificando essa concepção de

escola, modifica-se também o papel do professor, que passa a ser, não mais o repassador de informação, (papel que pode ser desempenhado pelo computador), porém o facilitador no processo ensino aprendizagem.

Partindo desse panorama, costuma-se ouvir perguntas como: qual o benefício que a escola, os alunos e os professores terão com o uso do computador? Para tanto, tem-se como parâmetro a metodologia do “aprender a aprender” proposta por Delors (1999) que busca autonomia de professores e alunos, impulsiona a refletir e criticar a sua própria experiência e dela extrair conhecimentos. A atuação do docente propõe o tratamento dos alunos como indivíduos adultos e responsáveis pelo seu processo de aprendizagem.

A introdução de computadores na escola, somente como uma nova tecnologia instrumental não irá resolver, por si, problemas já diagnosticados, como falta de interesse, concentração e disciplina em sala de aula que refletem muitas vezes, na repetência e na evasão escolar. O computador só terá um real valor quando o professor, após dominar o sistema computacional encontrar sua melhor utilização dentro de sua área ou disciplina para a realização de trabalhos individuais ou em grupos, diversificados ou integrados, proporcionando ao aluno um atendimento simultâneo e cooperativo, como possibilidades de uma imediata retroalimentação, o que facilita a tarefa de avaliação global de todos os componentes envolvidos neste dinâmico e diferente processo de construção de novos conhecimentos.

A adoção dos computadores, ampliando horizontes e mudanças de estilo convencional, em nada modifica o importante papel do professor na construção do conhecimento dos alunos. Em alguns aspectos, as necessidades de planejamento e coordenação ampliam a sua participação, de acordo com o aumento e o domínio gradativos da capacidade e complexidade da tecnologia utilizada.

O processo de implementação de computadores em uma escola e seu uso, atendendo objetivos curriculares, atividades relacionadas e aspectos e interesses sociais é um desafio, pois significa uma mudança de atitude na metodologia do professor consciente sobre os inevitáveis reflexos que, evidentemente, afetarão sua prática pedagógica, o processo de construção do conhecimento de seus alunos e, também, o relacionamento aluno/professor em sala de aula.

Essa assimilação contém muitos aspectos que, para educadores, tornam fascinante e atraente o desafio quanto à possibilidade de uma mudança educacional que envolve o interesse de seu futuro público alvo, abertura à criatividade, possibilidade de colaboração interdisciplinar, independência de decisões, combinados, no entanto, com a incerteza quanto aos futuros resultados que dependerão de seu entusiasmo e de seu conhecimento sobre a nova tecnologia.

O professor sabe ,também, que é necessário lutar para diminuir as diferenças que, atualmente existem e que são notórias e inquestionáveis: um aluno informado e dinâmico versus os meios escassos e antiquados que a escola oferece para que forme um cidadão apto a viver e atuar em um mundo moderno.

Um dos fatores que trazem segurança para o professor num ambiente informatizado é o conhecimento das ferramentas básicas de operação do computador, pela própria necessidade de utilizar as melhores ferramentas possíveis de Comunicação.

CAPÍTULO IV

MATERIAL E MÉTODO

4.1 Introdução

Os pressupostos até agora desenvolvidos serviram de base para a formação de um arcabouço teórico, o qual foi confrontado com a *práxis* dos professores para a extração de conclusões válidas para o estudo em desenvolvimento. Isto exigiu uma pesquisa de campo.

A intenção residiu na busca da percepção de como os conceitos metodológicos relacionados com a utilização da informática no ensino estão sendo aplicados no cotidiano da escola e como reagem os participantes deste processo, alunos e professores. Em particular, buscou-se avaliar a influência do grupo estudos na forma como os professores interagem com sua clientela e se houve alterações na prática docente dos mesmos.

4.2 Metodologia

A partir da formação de um grupo de estudos envolvendo professores de diversas escolas de primeiro grau nas cidades de Cascavel e Toledo, PR, ambas pertencentes à área de abrangência do NTE – Núcleo de Tecnologia Educacional de Cascavel, programa desenvolvido pelo Governo Estadual do Paraná, em conjunto

com o MEC – Ministério da Educação e Cultura, e que se destina a incentivar e promover a utilização da informática como ferramenta pedagógica e metodológica nas escolas públicas estaduais e municipais do estado.

Trabalhou-se o desenvolvimento de atividades orientadas para o ensino da matemática utilizando recursos computacionais. O grupo foi denominado "Ambientes Computacionais Aplicados ao Ensino de Matemática", o qual foi coordenado pelos professores João Vieira Berti e Marcelo Carlos Gimenes, ambos multiplicadores do NTE de Cascavel, PR.

Para a convocação dos professores, enviou-se ofícios às diversas escolas das cidades de Cascavel e Toledo, PR, escolhidas por sua proximidade geográfica e pela concentração demográfica. Foi desenvolvido e implementado uma página na internet com o formulário de inscrição disponibilizado no mesmo. O grupo foi formado, no total, por sete professores.

Cumprir destacar que não houve um processo de escolha, mas deu-se preferência para professores da área de matemática, no intuito de se padronizar o estudo e também como forma de se manter o espectro de abrangência do trabalho dentro de limites factíveis. Dentro dessa ótica, foram admitidas as primeiras sete inscrições que preencheram este requisito.

O reduzido número foi determinado em função da premissa de que um grupo pequeno seria mais facilmente observado e avaliado, bem como se tornaria mais simples o processo de desenvolvimento de atividades e de seu acompanhamento nas escolas, facilitando o trabalho de pesquisa.

As atividades do grupo foram desenvolvidas primeiramente através da implementação de cursos introdutórios sobre os principais *softwares* a serem utilizados, como forma de fornecer aos participantes os elementos teóricos e práticos

necessários para o pleno desenvolvimento das atividades posteriores e também como embasamento teórico para suas futuras práticas em sala de aula.

Assim, as atividades inicialmente desenvolvidas consistiram de cursos sobre:

- MS-Excel - Recursos de planilha eletrônica aplicados ao ensino de matemática;
- Cabri Géomètre - *Software* de construção geométrica que promove a interatividade;
- Linguagem LOGO - Ambiente em que o aluno pode “ensinar” o computador;
- MS-Front Page – Para a criação, atualização e publicação de *sites* pessoais, de maneira a tornar públicas as atividades desenvolvidas.

Por se tratar de um curso onde os participantes apresentavam um nível de conhecimento ainda pequeno em relação à informática e a *softwares* educacionais, a lista de programas apresentados foi propositadamente resumida, de forma a não se criar um ambiente demasiadamente complexo. Isto, por certo, não significa a exclusão pura e simples de outros diversos *softwares*, mas sim uma opção pela simplicidade inicial, criando-se bases sobre as quais se poderá, no futuro, ampliar o conhecimento já existente.

Após o período de curso, cuja duração foi de sessenta horas, o grupo de estudos passou a realizar encontros periódicos, em um total de oito encontros, dedicados à pesquisa, estudo, discussão e busca de novas metodologias de ensino utilizando os recursos informatizados, através principalmente do desenvolvimento de atividades práticas em ambiente computacional pelos participantes, dentro de um conceito de construção de atividades que pudessem ser aplicadas com sucesso no ambiente escolar.

Um dos objetivos iniciais da proposta foi o de que os professores se tornassem capacitados a fazer uso desses recursos em sala de aula com seus respectivos alunos, orientados pelos coordenadores do grupo de estudos. Este processo foi desenvolvido ao longo de um período de aproximadamente 8 meses, durante o ano de 2002.

Durante o período de atividades do grupo de estudos, realizaram-se visitas às escolas dos professores envolvidos no projeto, para acompanhar suas atividades e também como meio de se avaliar os reflexos das práticas adotadas no ambiente educacional. Após a finalização do grupo, procedeu-se ainda a duas visitas posteriores às escolas, para novo contato com os participantes e observação final das diferenças detectadas nas turmas.

Dessa forma, foi possível realizar uma coleta de dados importantes no redirecionamento das atividades propostas inicialmente no grupo de estudos, na medida em que se percebia alguma necessidade de readequação tanto das atividades quanto dos encaminhamentos adotados pelos professores, com base principalmente nas reações dos alunos. Também houve a oportunidade de se proceder a uma avaliação da expansão dos conhecimentos, na medida em que cada um dos envolvidos no grupo de estudos tinha como tarefa a disseminação das experiências e práticas para o maior número possível de colegas.

Como complementação desta estratégia, adotou-se também a pesquisa empírica, por meio de entrevistas informais, de tipo não estruturado e conduzidas pelo pesquisador, colhendo-se observações e considerações dos professores envolvidos no grupo de estudos, além de suas sugestões e opiniões a respeito de como percebem a presença e os efeitos da informática como ferramenta metodológica e pedagógica em seu cotidiano.

Entende-se que a adoção de tal estratégia foi a mais eficiente na elaboração do estudo final, na medida em que permitiu o cruzamento dos dados colhidos na pesquisa de campo com as informações adquiridas no grupo de estudos e também na pesquisa teórica, permitindo, dessa forma, a comparação com a hipótese formulada inicialmente.

Isto foi realizado partindo-se do princípio de que as diferentes idéias e concepções político-ideológicas aplicadas às práticas pedagógicas resultam em um universo diversificado, com resultados práticos igualmente diferenciados.

Outras variáveis consideradas foram as avaliações subjetivas dos entrevistados, procurando-se, também aqui, um padrão pelo qual fosse possível avaliar com mais exatidão e imparcialidade os dados coletados.

4.2 Delimitação da pesquisa

Este estudo, como já foi dito, foi realizado especificamente no âmbito das cidades de Toledo e Cascavel, PR, a população formada por professores da área de matemática, em consonância com a proposta inicial de avaliação da influência de métodos pedagógicos baseados em ambientes computacionais.

As diferentes idéias e concepções pessoais e ideológicas, característica natural do ser humano, quando aplicadas ao processo descrito resultaram, como seria de se esperar, em um universo diversificado, com resultados práticos igualmente diferenciados. Dessa maneira, procurou-se considerar estas diferenças de concepção, como forma de possibilitar uma avaliação adequada dos dados colhidos.

Na pesquisa empírica algumas variáveis foram consideradas, também como as avaliações subjetivas dos entrevistados, procurando-se um padrão pelo qual se pudesse avaliar com imparcialidade os dados coletados. O período de tempo utilizado nesta etapa foi de três meses, tempo que foi necessário para a realização dos contatos e efetivação da pesquisa. Os resultados e comentários são expostos a seguir.

4.3 Resultados

Por se tratar basicamente de uma pesquisa baseada em moldes teóricos, cujos dados possuem um caráter inerentemente subjetivo, tornou-se necessário um procedimento de análise que fosse capaz de englobar este universo de forma adequada aos propósitos do estudo.

Assim, a análise dos dados e informações reunidos realizou-se em base qualitativa, através de uma análise descritiva dos elementos colhidos. Dessa forma, os resultados apresentados tendem para uma análise da evolução do uso dos laboratórios de informática, e não buscam representar uma evolução de cunho estatístico.

Também não se buscou avaliar especificamente nenhum *software*, e nem classificá-los quanto ao seu desempenho. A mola propulsora do experimento consistiu na investigação das influências e reflexos da condução de aulas dentro de um ambiente computacional, com suas características, particularidades e aspectos próprios.

Os dados coletados durante a fase da pesquisa foram bastante interessantes do ponto de vista prático, pois permitiram, além de complementar o embasamento teórico previamente desenvolvido, também extrair elementos para uma comparação com os conceitos estudados. Por outro lado, permitiu-se a confrontação entre o discurso aparente nas entrevistas e a prática efetiva detectada no âmbito de realização dos cursos.

As observações realizadas durante todo o processo acima descrito permitiram extrair algumas observações interessantes. Entre elas, foi possível perceber que a informática ainda representa uma realidade distante para muitas escolas e professores.

De início, percebe-se a pouca experiência que o professor ainda exhibe no uso dos laboratórios de informática e também quanto ao conhecimento individual em termos de informática em geral.

Os professores em geral, pôde-se observar, ainda não possuem um domínio básico do uso de computadores; muitos sequer possuem computadores em suas residências, o que por certo dificulta a aquisição de maior intimidade com a informática. Também as escolas, por vezes, nem sequer possuem laboratórios de informática adequados, em certos casos inexistentes, em outros, estão carentes de atualização e até de manutenção adequada.

Uma outra constatação foi a de que nem todos os docentes envolvidos foram capazes de encaminhar de forma otimizada a inserção de uma metodologia baseada em ambiente informatizado nas classes sob sua responsabilidade, o que se traduz em baixa eficiência e em fraca resposta aos esforços despendidos. Isto foi percebido através de uma certa dispersão da atenção dos alunos. Pode-se especular que isto

vá se refletir também nos índices de aprendizado e nos resultados das avaliações periódicas.

Também foi constatado que alguns educadores conseguiram implementar as novas práticas de forma eficiente, agregando valor e conteúdo a suas aulas, através de ações calculadas e planejadas e levando os alunos a se envolverem nas tarefas propostas, extraíndo deles, ou por outra, conferindo-lhes maior rendimento e aprendizagem em um ambiente atraente, desafiador e incentivador. Aqui, foi possível perceber que o estabelecimento de estratégias representou ao mesmo tempo uma necessidade e uma ferramenta eficaz na prática docente.

Os professores que buscaram definir junto a seus alunos, objetivos a atingir, propondo tarefas definidas e estabelecendo encaminhamentos de como se deveriam atingir e realizar as tarefas, relataram um significativo aumento no nível de interesse e na interação com a matéria por parte dos alunos, fato também observado pelo pesquisador nas visitas às escolas. De certa forma, criou-se um problema de gerenciamento das turmas, na medida em que os professores perceberam que, ao oferecer uma ferramenta tão poderosa a seus pupilos, perdem o domínio sobre os mesmos. Fica patente a necessidade de uma nova concepção acerca da relação professor – aluno. Isto significa ainda um atendimento personalizado para cada aluno, pois a máquina permite a diferenciação no ritmo de aprendizagem e também diferentes formas de se resolver problemas e de se construir resultados.

Além disso, um outro aspecto observado foi que existem dois enfoques a serem considerados: por um lado o professor pode trazer as tarefas prontas para que seus alunos apenas as cumpram usando o computador. Por outro lado, é possível propor atividades e conferir ao aluno a liberdade de escolher seus próprios caminhos e soluções. Embora estas questões ainda sejam objeto de discussões,

quer parecer que a segunda alternativa apresente vantagens em termos de eficiência global, ao menos do ponto de vista das observações realizadas neste estudo.

Cumprе ressaltar a implementação de atividades desenvolvidas durante o grupo de estudos e, em alguns casos, até mesmo a extensão das mesmas para outros espaços. Algumas destas [atividades](#) estão disponibilizadas na versão eletrônica deste estudo. Isto se baseia na premissa do uso do computador para a representação e manipulação de elementos de tarefas propostas para a realização de resultados interativos com a experimentação do aluno, difíceis de se reproduzir em papel.

Por certo, as observações, assim como os relatórios colhidos dos professores mostraram que não há indiferença do aluno frente ao computador. De fato, a máquina parece exercer uma grande atratividade nas crianças, que parecem também muito confortáveis com sua utilização, mesmo quando não familiarizadas com seu uso no cotidiano, uma realidade bastante presente nas escolas públicas em geral, pela própria condição social e econômica da maioria dos alunos, provenientes de classes média e baixa, para quem a escola torna-se, em muitos casos, a única oportunidade de contato e de aquisição de conhecimentos em informática, ainda que se viva em uma sociedade que literalmente exige que o cidadão possua ao menos noções sobre o assunto, até mesmo por questões de cidadania e de inserção social e econômica.

As constatações referem-se apenas às sete escolas de lotação dos professores participantes do grupo de estudos, mas englobam informações colhidas também por aqueles docentes aos quais foram retransmitidos os conceitos, práticas e desenvolvimentos de atividades, conforme previsto originalmente no grupo de

estudos. Assim sendo, possuem um caráter subjetivo, extraído das observações dos professores sobre o desenvolvimento em sala de aula das atividades propostas e também a partir das perguntas formuladas pelos alunos, além da observação informal da evolução das notas nas avaliações. Por certo, quer-se crer que os efeitos observados estendem-se também neste aspecto.

Como complemento, cumpre ressaltar os relatos de maior interação entre alunos e disciplina estudada e um índice de participação e atenção às aulas superior ao normalmente verificado. Esta atratividade, porém, parece necessitar de direcionamento e de orientação, como elementos disciplinadores de construção do conhecimento e da capacidade de aprendizagem, sob pena de desperdício de oportunidades de formação de cidadão mais capazes e úteis à sociedade.

Da mesma maneira, e como esperado, uma vez que se trata de um dos objetivos iniciais do presente estudo, produziu-se uma elevação dos índices de utilização dos laboratórios, causada pela ação direta dos integrantes do grupo de estudos em seus colegas, atuando como multiplicadores e também como influenciadores no sentido de compreensão e aceitação do computador como instrumento didático eficiente e viável.

Verificou-se um crescimento médio de utilização em torno de 39%, expressivo quando se considera que os sete integrantes originais expandiram suas experiências para um total de 19 educadores. O crescimento se deu não apenas em termos de usuários, mas também na frequência com que cada um utiliza os laboratórios.

Pode-se dizer, com base no exposto, que um ambiente informatizado possui a indubitável capacidade de ensino, de construção de um conhecimento maior e mais aprofundado, de uma consciência mais crítica da realidade e também de uma capacidade de análise, de abstração e de interpolação bastante ampliadas, mas que

isto é apenas verdade na medida em que se estabelecem objetivos e se traçam estratégias e planejamentos adequados e eficientes.

Nesta concepção o computador constitui uma ferramenta poderosa e imprescindível, mas que de nada vale sem a correta e sensata presença do professor, orientando, direcionando, desafiando e incentivando seus alunos. É dizer, o computador será tão boa ferramenta quanto o for seu usuário. Isto remete à questão da qualidade educacional como um todo, onde elementos como estrutura física, competência profissional, dedicação e comprometimento, atualização e capacidade de compreensão do entorno desempenham um papel vital no complexo da prática docente e escolar.

Todos os entrevistados demonstraram preocupação com o nível de eficiência de suas aulas, afirmando buscar utilizar-se de técnicas e práticas consideradas modernas e atualizadas. Notou-se, porém uma certa dose de desinformação quanto às metodologias, percebendo-se que existe um certo desconhecimento de metodologia e didática, embora tenha sido possível observar que não falta conhecimento a respeito dos conteúdos a serem ministrados, mas sim quanto ao melhor método de repassá-los.

Quanto às observações práticas, pode-se perceber que ainda existem falhas, embora não se possa julgar, neste trabalho, a competência ou a capacitação técnica de nenhum professor. O que se coloca é que a prática ainda se ressentir de um certo distanciamento da teoria no que tange ao aspecto pedagógico.

Ainda assim, foi possível perceber e avaliar a influência que as práticas pedagógicas utilizadas tiveram nos resultados alcançados por tais iniciativas, evidenciadas pela observação individual dos participantes. Foi possível perceber-se claramente que existe uma diferença em termos de internalização de conhecimentos

a partir da forma como estes são apresentados e estabelecendo uma relação direta entre a teoria estudada e os fatos observados.

Neste sentido, parece clara a eficiência do grupo de estudos, na medida em que permitiu e incentivou a troca de experiências entre os participantes. Também se observou um aumento na percepção da necessidade de aperfeiçoamento constante.

CONCLUSÃO

Educação, conhecimento e cidadania são termos que estão cada vez mais presentes no cotidiano das sociedades, as quais encontram-se em um acelerado processo de transformação na forma como se posicionam frente à evolução do pensamento e do modo de vida do ser humano. Neste contexto, há um outro vocábulo que integra-se, cada vez mais, de forma intrínseca e inevitável, na medida em que seus efeitos e reflexos são já, por certo, inescapáveis. É a tecnologia, elemento motor do progresso econômico, social e ocupacional da raça humana em toda a sua história e principalmente nas últimas décadas, conforme o ser humano tem sido capaz de desenvolver conhecimentos e capacidades impressionantes.

Assim, a tecnologia tem também influído na escola, ao tornar-se ao mesmo tempo parceira da promoção do conhecimento e também necessidade de aprendizagem, pois que os indivíduos que ali se formam necessitam, e demandam, possuir não apenas conhecimento, mas também domínio sobre ela, a tecnologia. E nenhuma tecnologia tem sido mais proeminente do que a da informática.

De fato, parece lícito afirmar que não exista ramo da atividade humana que ainda não tenha sido de alguma forma afetado ou alterado pela presença do computador, ainda que de forma subjetiva e mesmo desapercibida. O computador está presente do dia-a-dia de pessoas, organizações e governos, atividades de pesquisa científica e de desenvolvimento industrial, para citar alguns.

Por outro lado, no histórico da evolução dos conhecimentos, o homem desenvolveu um instrumento vital para sua sobrevivência, a matemática. Esta ciência tem sido a base de praticamente todos os grandes feitos do homem, entre

eles a própria criação e desenvolvimento das tecnologias. A própria informática tem quase todo o seu funcionamento baseado na estruturação e ordenação de algoritmos, nada mais do que elucubrações matemáticas a serviço da inteligência humana.

O domínio dos números é instrumento essencial para se compreender a lógica de “funcionamento” de seres vivos, do comportamento do clima e das relações comerciais praticadas no seio das comunidades. Também através dos números se consegue representar e compreender formas e conteúdos, sendo a geometria um conhecido instrumento de navegação marítima que permitiu os grandes descobrimentos da história recente da humanidade.

Percebe-se assim a natural proximidade que existe, entre uma ciência básica ao ser humano, a matemática, e os novos paradigmas pelos quais a escola precisa se pautar para atender às demandas e necessidades de seus clientes. Velhos modelos educacionais e práticas pedagógicas e metodológicas pertencentes a outros tempos não encontram mais espaço em um cenário onde o que importa é a capacidade de discernimento e de mobilidade em um mundo mutável e instável, em que a tão propalada globalização faz sentir seus efeitos de maneira rápida e muitas vezes avassaladora. É necessária a habilidade de prever os acontecimentos e se preparar para eles, contornando-os, aproveitando-se das oportunidades criadas ou, em alguns casos, adaptando-se às contingências.

Partindo-se desta ótica, da presença indefectível do computador e da importância da matemática dentro de um contexto de mutação contínua, inseriu-se a proposição de se discutir o uso de outras metodologias para o ensino da matemática na escola pública, mais precisamente dos conteúdos de geometria, partindo-se da utilização de *softwares* com capacidades matemáticas e de geometria.

O desenvolvimento do estudo possibilitou a ampliação de conhecimentos do pesquisador, bem como a instauração de um ambiente de aprendizagem compartilhada, representada pelas atividades desenvolvidas no grupo de estudos e também por intermédio das visitas às escolas. As interações com outros educadores foram valiosas no sentido de se assimilar outros pontos de vista e também outras concepções a respeito de práticas de ensino e de metodologias.

O trabalho conjunto de desenvolvimento de atividades baseadas principalmente em *softwares* como o Microsoft Excel, o Cabri Géomètre e a linguagem Logo, somado ao contínuo acompanhamento e observação das atividades em sala de aula possibilitaram não apenas verificar a efetividade de propostas baseadas na capacidade intrínseca de manipulação de dados e informações e sua representação gráfica e apresentação oferecidas pelo computador, mas principalmente pela oferta, ao aluno, de um novo ambiente de aprendizado, marcado principalmente pela interatividade e pela atratividade, e que, ao mesmo tempo, atua no sentido de preparar o futuro cidadão a gerenciar uma tecnologia que encontra-se no cerne de toda a atividade promovida pelas sociedades contemporâneas. Isto equivale a conferir ao aluno uma oportunidade de mobilidade social, na medida em que se contribui para uma formação mais competente e eficaz do mesmo.

Entre as constatações de uma prática metodológica e mesmo pedagógica calcada nos laboratórios de informática, uma percepção que se extraiu foi a da necessidade de estabelecimento prévio de objetivos e de estratégias de realização destes objetivos, sob risco de redução da eficácia de todo um processo de preparação e pesquisa realizado pelo professor. Partindo-se das observações em sala de aula, pode-se concluir que, ainda que o computador se apresente como uma

ótima ferramenta de trabalho docente, que suas capacidades estejam ainda muito pouco utilizadas no âmbito escolar, o ponto realmente importante a se considerar reside no fato de que qualquer ferramenta terá sua eficiência limitada pela competência daquele que a utiliza.

A máquina, ainda que dotada de um grande potencial, necessita ser utilizada com sabedoria, conhecimento, preparação, domínio e sensatez, para que possa realizar este potencial. De outra forma, a competência e o conhecimento profissional continuam a desempenhar um papel vital na prática docente.

Sem querer correr o risco de menosprezar a presença do computador no âmbito da sala de aula, ainda cabe ao professor a tarefa mais importante, de orientar e de direcionar, com habilidade e competência, a formação do conhecimento em seus alunos.

Cumprir ainda a tarefa do senso crítico, na medida em que se reconhece a necessidade de um estudo mais longo e mais aprofundado sobre o tema desenvolvido neste trabalho como forma inclusive de se oferecer uma maior contribuição à comunidade docente que não apenas o estabelecimento de uma discussão em torno do assunto.

Esta autocrítica leva à sugestão de desenvolvimentos futuros de atividades semelhantes às propostas aqui, buscando-se uma ampliação tanto em termos de número de participantes como também na própria prática de desenvolvimento de novas e mais elaboradas atividades. Deve-se considerar ainda a possibilidade da ampliação do estudo realizado também para outras disciplinas e também para o âmbito do Ensino Médio.

Como sugestão àqueles envolvidos no estudo ora realizado, fica a da busca permanente de um crescimento profissional e da manutenção de uma visão

sistêmica da educação, onde a aceitação de novas circunstâncias possa ser marcada pela evolução não apenas do conhecimento próprio, mas também da capacidade de formar novos e melhores cidadãos para o futuro. Entende-se que os estudos até aqui realizados forneceram uma base inicial para a continuidade das investigações a respeito do tema, com possibilidades interessantes em termos de expansão para outras disciplinas.

Parece lícito afirmar que o experimento ora desenvolvido possui qualidades intrínsecas que podem ser aproveitadas também em outras disciplinas, a maior delas, talvez, sendo a capacidade de instigar o ser que aprende a ser capaz de construir seu conhecimento sobre bases mais sólidas e mais sintonizadas com o ambiente que o rodeia. Neste sentido, fica a possibilidade de formação de novos grupos de estudos, de maior duração, com a formação de outros professores que agiriam como multiplicadores qualificados e habilitados a agir não apenas em suas unidades escolares, mas também na comunidade em que se inserem, através do uso democratizado dos laboratórios de informática das escolas, promovendo, assim, a inclusão digital não apenas das crianças, mas também de adultos e jovens de diversas faixas etárias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Fernando J. **Educação e Informática: Os computadores na escola.** São Paulo: Cortez, 1987.

ASSMANN, Hugo. **Reencantar a educação: rumo à sociedade aprendente.** Petrópolis, RJ: Vozes, 1998.

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D., HANESIAN, H.; **Educational Psychology: A Cognitive View.** 2^a ed. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1978. Reprinted: New York: Warbel & Peck, 1986.

AVILA F, Francisco; CHIRINOS, Nuris. **De la Sociedad Industrial a la sociedad de la información.** Ponencia presentada en las I Jornadas de Investigación educativa. UNERMB. Cabimas, Venezuela, 2001.

AZENHA, M.G. **Construtivismo de Piaget e Emília Ferreiro.** São Paulo: Ática, 1994.

AZINIAN. Herminia. **Capacitación docente para la aplicación de tecnologías de la información en el aula de geometría.** Universidad de Buenos Aires. Disponível em herminia@azinia.uba.ar . Consultado em 19/04/2002.

BARALDI, M. Disponível em www.math.utah.edu/pub/tex/bib/advquantumchem.ps.gz Consultado em 28/11/2001.

BECKER, Fernando. **Educação e construção do conhecimento.** Porto Alegre : Artmed Editora, 2001.

BELL, D. **El Advenimiento de la Sociedad Postindustrial.** 3 ed. Barcelona: Alianza, 1976.

BROOKS, J.C.; BROOKS, M.G. **Construtivismo em sala de aula**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

CAÑAS, A. J., Ford, K. M., Hayes, Patrick J., Reichherzer, T., Suri, N., Coffey, J., Carff, R., Hill, G.; **Colaboración en la Construcción de Conocimiento Mediante Mapas Conceptuales**. Institute for Human and Machine Cognition - University of West Florida, 1992.

CHANDLER, Paul. **Is conventional computer instruction ineffective for learning?** Disponível em: <http://www.educationau.edu.au/archives/cp/REFS/yelland.htm>. Consultado em 04/11/2000.

CHAVES, Eduardo. **Revista Educação da Faculdade de Educação da Pontifícia Universidade Católica de Campinas**, Ano III, Número 7, Novembro de 1999

CHOMSKY, Noam. **Manufacturing Dissent**. Los Angeles, out 1999. Disponível em: <<http://www.zmag.org/chomsky/index.cfm>>. Acesso em: 17 set. 2001.

COOMBS, Norman. **Teaching in the Information Age**. EDUCOM Review, v.27, n.2, 28-31, march-april 1992.

CYSNEIROS, Paulo G. **Resenha Crítica**: S.M. Papert, Logo: Computadores e Educação. SP, Brasiliense, 1985. In Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, Brasília (MEC/INEP), vol.72, n.170, p.106-109, jan./abr, 1991.

_____ **Filosofia LOGO**: O Pensamento de Seymour Papert Sobre o Uso de Computadores na Educação. II Seminário Nacional de Informática Educativa (NIES/UFAL), Anais. Maceió, 30set a 04out. 1991.

_____ **Linguagem e Informática**. Tópicos Educacionais. Recife, Editora da UFPE, v.13, n.1, pp.28-31, 1995.

_____. **La Asimilación de la Informática por parte de la Escuela.** Informatica Educativa (Colombia, Bogotá, Universidad de los Andes). Vol. 9, n. 1, pp.45-56, Abril, 1996.

_____. **Novas Tecnologias na Sala de Aula: Melhoria do Ensino ou Inovação Conservadora?** IX ENDIPE - Encontro Nacional de Didática e Prática da Ensino. Águas de Lindóia, São Paulo, 4 a 8 de maio de 1998. Anais II, vol. 1/1, pp. 199-216, 1998.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Da realidade à ação:** reflexão sobre educação e matemática. 4 ed. São Paulo: Summus, 1986.

_____. **Como Ensinar matemática Hoje?:** Temas e Debates. SBEM, ano II, n. 2, 1989.

DELORS, Jacques, (coordenador). **Educação: Um Tesouro a Descobrir.** 3ª. ed. São Paulo: Cortez ; Brasília, DF: MEC: UNESCO, 1999.

DEMO, Pedro. **Conhecimento e Aprendizagem na Nova Mídia.** Brasília, DF: Plano, 2001.

DÍAZ, M. C.; **Gerencia de la información y uso de nuevas tecnologías.** Programa de Doctorado en ciencias de la educación, Centro de Estudios de Posgrado e Investigación, Sucre, 2001.

DIAZ, Lourdes. **La investigacion pedagógica.** Facultad de Química Universidad de La Habana. Disponível em ldiaz@fq.uh.cu . Consultado em 19/12/2001.

DOWBOR Ladislau. **Tecnologias do Conhecimento: os desafios da educação.** São Paulo, 16/07/2002. Artigos Online.

FERNÁNDEZ, Ycila García. **Análisis del contenido del texto escolar de matemática según las exigencias educativas del nuevo milenio.** Disponível em ceresoly@cantv.net . Consultado em 26/08/2001.

FERRÉS, Joan. **Vídeo e Educação**. Trad. Juan Acuña Llorens. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

FISCHBEIN, E. **The theory of figural concepts**. Educational Studies in Mathematics, 24/2, 139-162, 2000.

FREIRE, Fernanda Maria Pereira, et alli. **A Implantação da Informática no Espaço Escolar: Questões Emergentes ao Longo do Processo**. Disponível em ffreire@turing.unicamp.br. Consultado em 19/05/2002.

FREIRE, P. **Pedagogia da esperança: Um reencontro com a pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

_____. **Pedagogia do Oprimido**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974

_____. **Política e educação**. 3 ed. , SãoPaulo: Cortez, 1997.

GADOTTI, Moacir. **Perspectivas Atuais da Educação**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

GARDNER, H. **Estruturas da mente: A teoria das inteligências múltiplas**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1995.

_____. **Inteligências múltiplas: a teoria na prática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

GASPERETTI, Marco. **Computador na educação : guia para o ensino com as novas tecnologias**. SãoPaulo: Esfera, 2001.

GRAVINA, M. Alice. **Geometria Dinâmica: Uma Nova Abordagem para o Aprendizado da Geometria**. VII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2000.

GRINSPUN, Mírian P.S. Zippin. **Educação Tecnológica**. In : Educação Tecnológica desafios e perspectivas. Mírian P.S. Zippin Grinspun (org). São Paulo: Cortez, 1999

_____. **A aprendizagem da matemática em ambientes informatizados**. VII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2000.

GUZMÁN, M. **El rincón de la pizarra**. Ensayos de visualización en análisis Matemático. Madrid: Pirámide, 2000.

HEBENSTREINT, J. **Simulation e Pédagogie, une recontre du troisième type**. Gif Sur Yvette: École Supérieure d'Électricité, 2001.

JOYCE, David E. **History of Mathematics**. Department of Mathematics and Computer Science of Clark University. Initial work Oct. 12, 1994. Latest update Sept. 15, 1998. 2000.

KAMII, Constance; CLARK, G. **Reiventando a Aritmética: Implicações da Teoria de Piaget**. São Paulo: Papyrus, 1987.

_____; Devries, R. **O conhecimento físico na educação pré-escolar**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1987.

KANISKI, Ana Lúcia. **Ciências naturais e sociais**. Disponível em pedag@uvv-es.br
Consultado em 06/05/2002.

KAPUT, J. **Technology and Mathematics Education**. In Grows, D. (ed), Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning, MacmillanPublishing Company, 2001.

KELLNER, Douglas. **Novas tecnologias: Novas Alfabetizações**. Universidade de Columbia 2000. Trad. Newton Ramos-de-Oliveira. Unesp, câmpus de Araraquara, 2000.

KLINE, M. **Why Johnny Can't Add: the failure of the new math.** New York: Vintage Books, 1973.

LEMOS, André. **Anjos interativos e retribalização do mundo.** Sobre interatividade e interfaces digitais. Disponível em <http://www.facom.ufba.br/pesq/cyber/lemos/interac.html>. Consultado em 29/04/2000.

LÉVY, Pierre. **As Tecnologias da Inteligência.** São Paulo: Editora 34, 1993.

_____. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1994.

_____. **O Que é o Virtual.** São Paulo: Editora 34, 1996.

_____. **Cibercultura.** Trad. Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Ed. 34, 1999.

MEC/SG. Ministério da Educação/Secretaria Geral. **Programa Nacional de Informática Educativa (Proninfe).** Brasília, out.89.

MEC/SEED. Ministério da Educação e do Desporto/Secretaria de Educação à Distância. **Programa Nacional de Informática na Educação.** Brasília, 06/nov/96. Disponível em <http://proinfo.mec.gov.br/>

MERCADO, Luís Paulo Leopoldo. **Formação Continuada de Professores e Novas Tecnologias.** Maceió: Edufal, 1999.

MICROSOFT. **Novas tecnologias na educação.** Microsoft Company. Enciclopédia Encarta 2000.

MIZUKAMI, M.G.N. **Ensino: as abordagens do processo.** (temas básicos de educação e de ensino). São Paulo: EPU, 1986.

MOORE, Dawn. **Learning technologies facilitator.** Disponível em <http://web54.sd54.k12.il.us/district54/lts/dmoore/>. Consultado em 23/08/2001.

MORAES, M^a Candida. **Informática Educativa no Brasil: Uma história vivida, algumas lições aprendidas.** Revista Brasileira de Informática na Educação(SBC -IE, UFSC), n. 01, pp.19-44, setembro 1997.

_____. **O paradigma educacional emergente.** SãoPaulo: Papirus, 1997.

MORAGA, Gladys Sanhueza. **Construtivismo.** Disponível em cas2001@entelchile.net. Consultado em 12/11/2001.

MORAN, José Manuel. **Mudanças na comunicação pessoal: gerenciamento integrado da comunicação pessoal, social e tecnológica.** São Paulo: Paulinas, 1998.

_____. **Novas tecnologias e mediação pedagógica.** Campinas-SP: Papirus, 2000.

MORIN. E. **O Método III: O conhecimento do conhecimento.** Portugal: Europa-América, 1987.

_____. **Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro.** Tradução de Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya; revisão técnica de Edgar de Assis Carvalho. 2^a. ed. SãoPaulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2000.

_____. **Epistemologia da complexidade.** In D. F. Schnitman (org.) **Novos paradigmas, e cultura e subjetividade.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

ORANTES, Alfonso. **Los tres retos del futuro de la educación.** Ponencia presentada en la Mesa Redonda Electrónica: Impacto de las Nuevas Tecnologías de la Educación. 1997.

PAPERT, S. **Logo: Computadores e Educação.** SãoPaulo: Brasiliense,1985.

_____. **A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática.** Porto Alegre: Artes Médicas,1999.

PIAGET, J. **Ensaio da lógica operatória.** Porto Alegre: Globo, 1971.

_____. **Gênese das estruturas lógicas elementares.** Rio de Janeiro: Forense, 1972.

_____. **Comments in Mathematical Education.** In A.G.Howson (ed). Proceedings of the Second International Congress on Mathematical Education, Cambridge University Press, 1973.

_____. **Da lógica da criança à lógica do adolescente.**São Paulo: Pioneira, 1976.

_____. **Para onde vai a educação?**Rio de Janeiro: José Olympio, 1988.

PICANÇO, Alessandra de Assis, et alli. **Interatividade - Conceitos e desafios.** Grupo de Educação e Comunicação/NEPEC/FACED/UFBA, 2001.

PRETTO, Nelson De Luca. **A Sociedade da Informação na Bahia.** Salvador, Jornal A Tarde. 14, fev. 2001. Informática. Disponível em <http://www.ufba.br/~pretto/textos/a%20tarde/socinfo140201.htm>. Consultado em 14/02/2001.

_____. **Sociedade da Informação: democratizar o quê?** Jornal do Brasil. Rio de Janeiro, 22, fev. 2001. Disponível em http://www.ufba/~pretto/textos/socinfo_jb210201.htm. Consultado em 25/06/2001.

_____. **A Educação e as Redes Planetárias de Comunicação.** Revista Educação e sociedade. São Paulo. n. 51. CEDES e Papyrus, ano XVI, ago 95, p. 312-323. Disponível em www.alternex.com.br/~esocius/t-pretto.html. Consultado em: 12/05/2001.

_____. **Desafios da Educação na sociedade do conhecimento.** 52ª Reunião Anual – SBPC. Brasília, DF. Disponível em www.alternex.com.br/~esocius/t-pretto.html. Consultado em 11/06/2001.

PROINFO: PROGRAMA NACIONAL DE INFORMÁTICA EDUCACIONAL.
Disponível em www.proinfo.gov.br Consultado em 16/03/2002.

RAVET, Serge and LAYTE, Maureen. **Technology-Based Training**. British Library, London, 1997.

Revista Super interessante: Edição especial: "**Educação Digital**". São Paulo, 2001.

SANTOS, Kadja C. F. **Tecnologia na Educação**. 1999/2000

SEABRA, Carlos. **Uma nova educação para uma nova era**. São Paulo: 1994.

SILVA, Marco. **Um convite à interatividade e à complexidade: novas perspectivas comunicacionais para a sala de aula**. In GONÇALVES, Maria Alice Rezende (org.). Educação e Cultura: pensando em cidadania. Rio de Janeiro: Quartet, 1999.

_____. **Que é Interatividade**. Boletim Técnico do Senac. Rio de Janeiro, v.24, n.2 maio/ago, 1998

SILVA, E.; ÁVILA, F, F. **El Constructivismo. Universidad Nacional Experimental**. Cabimas, Venezuela: FAF/EES/BP/mayo 2001.

SOUZA, Renato R. **Aprendizagem colaborativa em comunidades virtuais**. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em engenharia de produção. Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

TEDESCO, Juan Carlos. **O novo pacto educativo : educação, competitividade e cidadania na sociedade moderna**. Trad. Otacílio Nunes. São Paulo : Editora Ática, 1998.

VALENTE, J.A. (org.). **O Professor no Ambiente Logo: Formação e Atuação**. São Paulo: Unicamp/Nied , 1996.

_____. **Por que computadores na educação.** In: J.A. VALENTE (org) **Computadores e conhecimento: repensando a educação.** Campinas: UNICAMP,1993.

_____. **O papel do facilitador no ambiente Logo,** in: J.A. VALENTE (org). **O professor no ambiente Logo.** Campinas,SP: UNICAMP/NIED, 1996.

VIGOTSKY, L. S. **Mind in Society: the development of higher psychological processes.** Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1978.

_____. **Pensamento e Linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 1987.

_____. **A formação social da mente; o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** Trad. José Cipolla Netto, Luís Silveira Menma Barreto, Solange Castro Afeche. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

VIGOTSKY, Lev S.; LURIA, Alexander R.; LEONTIEV, Alexis. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem.** São Paulo: Icone, 1989.

ANEXO 01
FORMULÁRIOS DE PESQUISA

1- Pesquisa sobre a Prática Pedagógica Aliada à Informática na Educação

Este formulário tem o objetivo de verificar mudanças na prática pedagógica dos professores em relação à utilização da informática (computador mais *softwares* educacionais) em sala de aula após participarem do grupo de estudos e desenvolvimento de atividades relacionadas à informática na educação.

O objetivo deste formulário consiste em coletar informações, como subsídio de pesquisa da utilização da Informática voltada para o processo ensino-aprendizagem proporcionado pelo grupo de estudos promovido pelo NTE de Cascavel.

Os resultados desta pesquisa serão utilizados para uma análise da ocorrência de mudanças no modo de atuação do professor em sala de aula quanto à utilização da tecnologia enquanto instrumento de ensino-aprendizagem em decorrência da participação no referido grupo de estudos.

01. Unidade Escolar _____

Município _____

02. Aspectos Pessoais:

Sexo: () masculino () feminino

Idade: _____ anos

Tempo de Magistério: _____

03. Quanto aos recursos tecnológicos/pedagógicos presentes na escola, quais os que utilizava antes da participação no grupo de estudos?

() laboratório de informática

() acervo de *softwares* educacionais

() conexão com a Internet

04. O Grupo de Estudos trouxe-lhe novos conhecimentos para a prática em sala de aula?

() Sim

() Não, eu já conhecia a maioria dos temas abordados

05. Os trabalhos desenvolvidos no grupo de estudos foram capazes de provocar alguma inovação em seu cotidiano de sala de aula?

- Não
 Sim

06. Através deste grupo de estudos, o computador passou a ser uma ferramenta metodológica no ensino da Matemática?

- Não
 Sim

07. Quais os *softwares* passou a utilizar com maior freqüência após o grupo de estudos?

- Cabri Géomètre
 Planilha Eletrônica – Excell.
 Logo
 Outros

08. Com que freqüência você utiliza o laboratório de informática da escola?

- Diariamente Semanalmente Não utiliza

09. Tem alguma dificuldade para desenvolver atividades matemáticas na escola utilizando o computador?

- Sim Não

10. Se a resposta for **SIM**, assinale os motivos:

- Falta de suporte pedagógico em relação à tecnologia
 O grupo de estudos não foi suficiente para desencadear um processo autônomo de utilização do computador
 Problemas técnicos com os equipamentos na escola
 Falta de *softwares* matemáticos no acervo da escola

2- Pesquisa sobre utilização de Laboratórios de Informática

Núcleo de Tecnologia Educacional de Cascavel – NTE

Pesquisa sobre utilização de Laboratórios de Informática nas Escolas Públicas da região Oeste de abrangência do NTE de Cascavel - PR.

Colégio/ Escola Estadual: _____

Nome do Diretor: _____

1. O Estabelecimento de Ensino possui laboratórios de informática?
 sim não
2. Quantos laboratórios?
 um dois três mais de três
- 3- Ao total, quantos computadores o Estabelecimento de Ensino possui para fins pedagógicos?
 até 5 de 6 à 10 de 11 à 20 de 21 à 30
 de 31 à 40 mais de 40.
- 4-Os laboratórios são utilizados para fins pedagógicos pelos professores?
 sim não
- 5 Quantos alunos o Estabelecimento de Ensino possui?
- 6 Quantos professores o Estabelecimento de Ensino possui?
- 7 Quantos professores utilizam os laboratórios com fins pedagógicos?
- 8 Quantos professores de matemática o Estabelecimento de Ensino possui?
- 9 Quantos professores de matemática utilizam o(s) laboratório(s) de informática com fins pedagógicos com alunos?
- 10 Quais os *softwares* que são utilizados pelos professores de matemática quando utilizam os laboratórios de informática com fins pedagógicos com alunos?
- 11 O Estabelecimento de ensino possui assistência técnica?
12 sim não
- 13 O estabelecimento de Ensino possui um laboratorista para auxiliar os professores quando da utilização dos laboratórios?
14 sim não
- 15 Existe alguém para dar suporte pedagógico para os professores quando necessitam usar os laboratórios de informática para ministrarem suas aulas?
16 sim não
- 17 Seria necessário alguém especializado em Informática Educacional para dar suporte pedagógico aos professores que queiram usar os laboratórios?
18 sim não

ANEXO 02

LISTAGEM DE SOFTWARES MATEMÁTICOS - PESQUISA NA INTERNET

Nº	Título	Situação Comercial	Situação Instalação	Idioma	Conteúdo	Endereço Download
01	Cinderella	C	D	P	G	http://cinderella.lmc.fc.ul.pt
02	Cabri Géomètre II	C	D	P	G	http://www.cinderella.de/en/home/index.html
03	CurveExpert	DP	CF	I	G	www.cabri.com.br http://www.mat.ufrgs.br/~edumatec/software/softw.htm
04	Derive	C	D	I	SCM	http://www.derive-europe.com/main.asp
05	Geometria Descritiva	DP	CF	I	G	http://www.cashop.de/ http://www.mat.ufrgs.br/~edumatec/software/softw.htm
06	Geoplan	C	D	I	G	http://www.mat.ufrgs.br/~edumatec/software/softw.htm http://www2.cnam.fr/creem/GeoplanW/geoplanw.htm
07	GeoSpace	C	D	I	G	http://www.mat.ufrgs.br/~edumatec/software/softw.htm http://www2.cnam.fr/creem/GeospacW/geospacw.htm
08	Graphmatica	DP	CF	I	PG	http://www8.pair.com/ksoft/index.html http://www.mat.ufrgs.br/~edumatec/software/softw.htm
09	Isetl	DP	CF	I	LP	http://www.ilstu.edu/~jfcottr/isetl http://csis03.muc.edu/isetlw/about.htm
10	Maple	C	D	I	SCM	http://www.maplesoft.com http://www.guarks.com.br
11	MathCad	C	D	I	SCM	http://bluehawk.monmouth.edu/~tzielins/mathcad/tjz/doc001.htm
12	Mathematica	C	D	I	SCM	http://www.wri.com http://www.wolfram.com
13	MatLab	C	D	I	SCM	http://www.mathworks.com http://www.downseek.com/download/21231.asp
14	MuPAD	C	D	I	SCM	http://www.mupad.de/ http://www.mupad.com

15	Poly	DP	CF	I	G	http://www.peda.com/poly/
16	Régua e Compasso	DP	CF	P	G	http://www.mat.ufrgs.br/~edumatec/software/softw.htm http://www.mat.ufrgs.br/~edumatec/software/softw.htm http://www.nied.unicamp.br/publicacoes/pub.php?classe=software http://www.mat.ufrgs.br/~edumatec/software/softw.htm http://www.papert.org/ http://www.comp.ufla.br/~kacilene/infoeduc/links.html http://www.keypress.com/catalog/products/software/Prod_GSP.html http://www.cl-ai-a.rcts.pt/matematica/geometer.htm http://math.exeter.edu/rparris/default.html http://math.exeter.edu/rparris/default.html http://www.gregosetroianos.mat.br/softwinplot.asp
17	SuperLOGO	DP	CF	P	LP	
18	The Geometer's Sketchpad	C	D	I	G	
19	WinMat	DP	CF	I	AL	
20	WinPlot	DP	CF	P	PG	

Legendas:**Situação Comercial:** C = Comercial, DP = Domínio Público (freeware)**Situação Instalação:** D = Demo (versão demonstrativa) T30 = Trial (versão para instalação temporária para trinta dias), CL = Completa com Licença (versão obtida com licença de uso) e CF = Completa Freeware sem licença (versão completa que não necessita licença)**Idioma:** I = inglês, F = francês, A = alemão, E = espanhol e P = português**Conteúdo:** G = Geometria, CDI = Cálculo Diferencial e Integral, AL = Álgebra Linear, E = Estatística, F = Física, PG = Plotador de Gráficos, SCM = Sistema de Computação Matemática (Programas que proporcionam ambientes matemáticos, atendendo várias áreas), LP = Linguagens de Programação.**Roteiro para pesquisa de softwares matemáticos:**

1. **Pesquisar:** dispondo de Internet, o usuário poderá acessar diversos sites de vários softwares pelo mundo, ou ainda, sites com listas de softwares disponíveis. Sugestão: utilizar sites de busca: [google](http://www.google.com), [altavista](http://www.altavista.com), etc.

2. **Download:** o usuário precisa estar preocupado com a situação do software. Caso seja freeware (livre) poderá baixar, instalar e utilizar. Porém, quando o software é comercializado, deverá baixar versão demo (livre mas incompleta) ou trial (livre mas temporária). Posteriormente, havendo interesse poderá optar pela aquisição com licença.
3. **Análise 1:** o software deverá ser analisado sobre vários aspectos técnicos: facilidade de uso, aspectos gráficos e sonoros, possibilidade de utilização do mouse e/ou teclado, disponibilidade para diferentes sistemas operacionais (Windows, Linux, MacOS, etc).
4. **Análise 2:** deverão ser analisados também sobre os aspectos: metodológicos, pedagógicos, matemáticos, etc.
5. **Utilização:** na pesquisa e aplicação no ensino e aprendizagem. O professor não precisa se tornar expert no software para só então utilizar com os alunos, pois se assim fosse, nunca o faria. Porém é preciso uma mínima familiarização e determinação de objetivos a serem alcançados com a utilização do mesmo. Deverá haver uma parceria entre professores e alunos para alcançar bons resultados em “fazer matemática” com softwares.

Endereços que apresentam listas de softwares disponíveis para download:

<http://www.mat.ufrgs.br/~edumatec/software/softw.htm>

<http://www.math.psu.edu/MathLists/Software.html>

http://www.ufv.br/dma/intermat/Softwares/softwares_matematicos.htm

<http://www.somatematica.com.br/softwares.phtml>

<http://www.mat.uc.pt/~jaimecs/indexem13.html#Heading6>

<http://www.redemattic.com/downloads.html>

<http://www.gregosetroianos.mat.br/softwares.asp>

<http://mathforum.org/mathtools/>

<http://archives.math.utk.edu/software/.msdos.directory.html>

Endereços que apresentam textos sobre utilização de softwares no ensino da matemática:

<http://web.mit.edu/afs/athena/software/maple/www/article-ins-v5i3.html>

<http://www.bham.ac.uk/ctimath/reviews/maple.html>
<http://www.nied.unicamp.br/publicacoes/separatas/Sep2.pdf>
http://www.portugaljovem.net/mariolima/educacao/referencias/mat_cur/computadores.doc
http://www.cabri.com.br/pesquisas/c99_anais/cc/
<http://upf.tche.br/~carolina/pos/valente.html>
<http://www.ars.com.br/arshome/logo.htm>
<http://www.mtm.ufsc.br/~cleide/GEI/AAAM/consiLogo2.PDF>
http://www.mat.uc.pt/~jaimecs/nonius/nonius1_2.html
<http://www.bham.ac.uk/ctimath/reviews/feb91/MATHCAD.PDF>
http://www.educacional.com.br/catalogo/catalogo_lista.asp?id=44&pg=1
<http://www.ced.ufsc.br/links/tecedu.html>
http://www.mat.uc.pt/~jaimecs/nonius/nonius7_2.html