

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO**

Marlos Gomes de Albuquerque

**UM AMBIENTE COMPUTACIONAL PARA
APRENDIZAGEM MATEMÁTICA BASEADO NO
MODELO PEDAGÓGICO DE MARIA
MONTESSORI**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

Dra. Edla Maria Faust Ramos
Orientadora

Florianópolis, Junho de 2000.

UM AMBIENTE COMPUTACIONAL PARA APRENDIZAGEM MATEMÁTICA BASEADO NO MODELO PEDAGÓGICO DE MARIA MONTESSORI

Por:

Marlos Gomes de Albuquerque

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO na área de concentração SISTEMAS DE CONHECIMENTO e aprovada em sua forma final pelo programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.

Prof^a. Edla Maria Faust Ramos – Dra. - Orientadora

Prof. Fernando A Ostuni Gauthier – Dr. - Coordenador do Curso

Banca Examinadora

Prof^a. Edla Maria Faust Ramos – Dra. - Orientadora.

Prof. Sérgio Luiz de Medeiros Rivero – Ms. – Co-Orientador

Prof. Raul Sidnei Wazlawick – Dr.

Prof. Rogério Cid Bastos – Dr.

*A relação que a matemática tem com a tecnologia,
estende o seu estigma a todas as áreas tecnológicas.
O sentimento de incapacidade para aprender gerado pela
Matemática está presente, portanto, na relação que as
Pessoas têm com todos os artefatos da tecnologia.
Desmistificar o uso da tecnologia, passa, portanto, por
Desmistificar a própria matemática.*

Edla Maria Faust Ramos.

[RAM 96]

*A Deus;
aos meus pais, Pedro e Florisa,
a minha esposa e ao meu filho, Glória e Pedro,
ofereço esta grande conquista.*

*Agradeço a **DEUS**,
por esta grande benção.*

*Agradeço a minha esposa **Glória** e ao meu filho **Pedro**,
Pelo amor doado, tornando-me forte para a conquista deste título.*

*Agradeço aos meus pais, **Sr. Pedro e Dona Florisa**, aos meus irmãos: **Lucelena, Dinho, Ana, Marissônia e Marquinhos** por tanto acreditarem em mim,
Trazendo-me, desta forma, muito incentivo.*

*Agradeço a minha orientadora **Dra. Edla Faust Ramos**,
Pela orientação, apoio e incentivo a este trabalho.*

*Agradeço ao meu Co-orientador **Ms. Sérgio Luiz de Medeiros Rivero**,
Pelas análises e acompanhamento deste trabalho.*

*Agradeço aos professores **Dr. Raul Sidnei Wazlawick e Dr. Rogério Cid Bastos** pelas sugestões e correções a este trabalho.*

*Agradeço a **UNIR/UFSC**
pela realização deste mestrado.*

*Agradeço ao amigo **Nildo Carlos da Silva**, pela
contribuição e sugestões para a realização deste trabalho.*

*Agradeço o amiga **Aparecida Augusta da Silva**
pelas sugestões.*

*Agradeço aos **professores e alunos da UNIR Campus Ji-Paraná**,
Pelo incentivo continuo aos meus trabalhos , em especial a esta dissertação.*

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	vi
LISTA de FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1.INTRODUÇÃO.....	1
1.1. APRESENTAÇÃO.....	1
1.2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	3
1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	4
1.4. OBJETIVOS:.....	5
1.4.1. <i>Objetivo Geral</i>	5
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	5
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA I.....	6
2.1. INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO.....	6
2.1.1. <i>Seymour Papert e a Informática na Educação</i>	7
2.1.2. <i>Informática na Educação Matemática</i>	7
2.2. CONSTRUTIVISMO.....	8
2.2.1. <i>Construtivismo Cognitivo</i>	8
2.2.2. <i>Construtivismo Social</i>	9
2.3. PARADIGMAS: INSTRUCIONISTA E CONSTRUCIONISTA.....	10
2.4. CONSTRUCIONISMO.....	11
2.4.1. <i>Construcionismo e Aprendizagem</i>	12
2.4.2. <i>Construcionismo Distribuído</i>	13
2.4.2.1. <i>Discutindo Construções</i>	14
2.4.2.2. <i>Compartilhando Construções</i>	14
2.4.2.3. <i>Colaborando sobre Construções</i>	15
2.5. CONSTRUCIONISMO X CONSTRUTIVISMO.....	16
2.6. NOVA AÇÃO PEDAGÓGICA.....	17
2.7. DISCUSSÕES SOBRE O USO DA INFORMÁTICA ‘APLICADA AO ENSINO DE MATEMÁTICA’.....	18
2.7.1. <i>Quanto ao Computador como substituto do Professor</i>	19
2.7.2. <i>Quanto ao Computador como Máquina Misteriosa</i>	20
2.7.3. <i>Quanto ao Computador como Meio Didático</i>	20
2.7.4. <i>Quanto ao Computador para Aprendizagem de Informática</i>	21
2.8. SOFTWARE EDUCACIONAL.....	22
2.8.1. <i>Diferentes tipos de Softwares Educacionais</i>	22
2.8.1.1. <i>Exercitação</i>	23
2.8.1.2. <i>Tutoriais</i>	23

	2.8.1.3.	<i>Aplicativos</i>	23
	2.8.1.4.	<i>Linguagens de Computador</i>	24
	2.8.1.5.	<i>Programa de Autoração</i>	24
	2.8.1.6.	<i>Jogos Educativos</i>	24
	2.8.1.7.	<i>Simulações</i>	25
	2.8.2.	<i>Como Avaliar um Software Educacional</i>	25
2.9.		AMBIENTES EDUCACIONAIS COMPUTADORIZADOS.....	26
3.		FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA II	28
3.1.		NOVO PARADIGMA EDUCACIONAL.....	28
3.2.		CONHECENDO MARIA MONTESSORI.....	29
3.3.		O METODO DE MARIA MONTESSORI.....	31
	3.3.1.	<i>O Respeito pelo outro</i>	32
	3.3.2.	<i>O Respeito pela Individualidade</i>	32
	3.3.3.	<i>Ambientes Criados para favorecer o Aprendizado</i>	32
	3.3.4.	<i>Material preparado para favorecer o aprendizado</i>	33
	3.3.5.	<i>A Disciplina Consciente (linha)</i>	33
3.4.		FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS DE MARIA MONTESSORI.....	34
	3.4.1.	<i>Liberdade</i>	34
	3.4.2.	<i>Atividade</i>	34
	3.4.3.	<i>Vitalidade</i>	34
	3.4.4.	<i>Individualidade</i>	35
3.5.		MATERIAL DIDÁTICO MONTESSORIANO.....	35
	3.5.1.	<i>Material das Contas</i>	35
	3.5.2.	<i>Material Dourado</i>	36
3.6.		OUTRAS CONSIDERAÇÕES.....	37
4.		‘RAÍZES’: AMBIENTE COMPUTACIONAL PARA APRENDIZAGEM MATEMÁTICA	38
4.1.		SOFTWARE EDUCACIONAL ‘RAÍZES’.....	38
4.2.		JUSTIFICATIVA.....	39
4.3.		DELIMITAÇÃO DA FERRAMENTA ‘RAÍZES’.....	40
4.4.		METODOLOGIA PARA A UTILIZAÇÃO DE ‘RAÍZES’.....	41
	4.4.1.	<i>Quanto ao Construcionismo</i>	41
	4.4.2.	<i>Quanto ao método de Maria Montessori</i>	42
4.5.		PÚBLICO ALVO.....	42
5.		APRESENTAÇÃO DA FERRAMENTA	43
5.1.		A FERRAMENTA COMPUTACIONAL.....	43
5.2.		INTERFACE.....	44
5.3.		TELA PRINCIPAL.....	44
5.4.		BARRA DE FERRAMENTAS.....	45
5.5.		INTERAÇÃO COM O SOFTWARE ‘RAÍZES’.....	46
5.6.		DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE.....	47
	5.6.1.	<i>Cálculo de Raiz Quadrada</i>	47
	5.6.2.	<i>Cálculo de Raiz Cúbica</i>	54
	5.6.3.	<i>Cálculo das raízes de uma equação do 2^o grau</i>	57
5.7.		AVALIAÇÃO DO SOFTWARE.....	59

6. CONCLUSÕES.....	61
6.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61
6.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	63
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Paradigma Instrucionista.....	10
Figura 2 – Paradigma Construcionista.....	11
Figura 3.1 – Material Dourado Montessoriano.....	36
Figura 3.2 – Cubos, Extensão do Material Dourado no Computador.....	44
Figura 4.- Tela Principal.....	44
Figura 5.- Barra de Ferramentas.....	45
Figura 6.- Área de Trabalho e Comandos.....	46
Figura 7.- Tarefas a Executar.....	47
Figura 8.- Definições do Módulo.....	48
Figura 9.- Entrada de Dados.....	49
Figura 10.- Resposta a Entrada de Dados.....	49
Figura 11.- Construção de Linhas ou Colunas.....	50
Figura 12.- Linhas e Colunas Construídas.....	51
Figura 13.- Raiz Quadrada Exata.....	51
Figura 14.- Raiz Quadrada Não Exata.....	52
Figura 15.- Dimensão do Paralelepípedo.....	55
Figura 16.- Raiz Cúbica Exata.....	55
Figura 17.- Raiz Cúbica Não Exata.....	56
Figura 18.- Coeficientes da Equação do 2 ^o grau.....	57
Figura 19.- Construção da Equação do 2 ^o grau.....	58
Figura 20.- Construção das Raízes da Equação do 2 ^o grau.....	58
Figura 21 – Encontrando as equações do 2 ^o grau.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores Representativos do Material Dourado.....	36
Tabela 2 – Disposição dos quadrados.....	53

RESUMO.

Este trabalho apresenta uma nova metodologia para os cálculos de raízes quadradas; raízes cúbicas e raízes de equação do segundo grau baseado nos modelos Construcionista e Montessoriano, onde faz-se uso de uma ciência exploratória, construindo conceitos através de um pensar consistente. No tocante ao desenvolvimento desta proposta é apresentado em forma de prototipação um ambiente computacional para aprendizagem matemática desvinculado da forma tradicional de ensino. A perspectiva é que todos os educadores ligados a ensino de matemática reflitam sobre suas práticas pedagógicas e busquem através da informática educativa meios para auxiliar o aluno a aproveitar ao máximo seu potencial aperfeiçoando, desta forma, o ato de ensinar e aprender.

ABSTRACT

This work presents a new methodology for the calculation of square roots, cube roots and 2nd degree equation roots based on constructionist and Montesorian models, where a exploitation science is used, building concepts through a consistent thinking. About the development of this proposal it's presented a computational environment in form of a prototype for the mathematical learning disconnected of the traditional way of teaching. The perspective is that all the educators involved in a mathematical teaching, think about their pedagogical practice and search through computational education, means to help the student to make use of the maximum from its potential, developing this way the action of teaching and learning.

1. Introdução

1.1 . Apresentação

A presente dissertação apresenta aos professores e alunos a temática “Informática aplicada ao Ensino de Matemática” , é interessante tecer algumas considerações de natureza mais geral que servirão sobretudo de fundamentação teórica para a nossa discussão.

O atual sistema de ensino deve ser repensado, pois os processos utilizados já não atendem mais às condições de aprendizagem do homem moderno, carentes de independência na busca de informações e na construção do conhecimento. Com tantas mudanças de caráter sócio-culturais e tecnológicas já não é mais aceitável pensar na escola com ensino no modelo tradicional, sem correr o risco de estar desatualizado e oferecendo um ensino que já entrega receitas prontas que não funcionam.

Segundo a médica e pedagoga Italiana Maria Montessori, a educação tradicional, já em sua época, modelava as crianças, sujeitando-as às concepções adultas. Montessori criou então um método pedagógico que consistia em atividades atraentes capazes de desenvolver a memória das crianças, levando-as a construção do conhecimento, quebrando desta forma um sistema de ensino estático e ultrapassado.

Nós, educadores diretamente ligados a matemática não podemos, com a nossa prática, deixar que o ensino desta disciplina torne-se obsoleto. O professor Ubiratan D’Ambrósio adverte, “*Educação é futuro. É nossa missão preparar os jovens para o mundo de amanhã. Os programas de matemática são, em sua maioria, justificados exclusivamente porque ‘no meu tempo não se fazia assim’. A obsolescência dos programas matemáticos é absolutamente injustificável*”. [DAM 93].

De fato, a disciplina matemática é apresentada de forma desinteressante. A transmissão de fatos e de conceitos apresentados como verdades absolutas e incontestáveis, como um corpo de conhecimento congelado ao longo dos séculos, não podem responder a curiosidade dos jovens nem à própria dinâmica de construção do conhecimento. O atual ensino de matemática não possibilita a cada indivíduo conseguir seu potencial criativo. Um dos principais problemas da Educação atualmente é o baixo índice de utilização da tecnologia no processo Educacional. A incorporação de toda tecnologia disponível no mundo é essencial para tornar a escola uma instituição que ofereça ensino de qualidade.

Estamos próximos do novo milênio, bem antes de sua chegada já presenciamos um grande progresso intelectual, e também um progresso tecnológico que alcança estágios altíssimos de desenvolvimento e complexidade, mais do que nunca, o domínio de conhecimentos de informática aplicados a matemática se faz necessário para que possamos acompanhar a evolução da época.

Esta inserção ou forma de interferência da tecnologia em nosso dia-a-dia caracteriza uma contribuição que ocorre naturalmente, mesmo que não estejamos dando conta disso. As novas tecnologias estão quebrando barreiras da instituição escolar; hoje, aprende-se não somente no prédio físico da escola, mas em casa ou em qualquer outro lugar onde possa ter acesso às informações.

Com base nesta temática, resta-nos então refletir sobre qual é a melhor maneira de utilizar esta tecnologia como ferramenta de auxílio na construção do conhecimento do aluno durante o aprendizado.

A escola não pode estar distanciada de seu tempo, pois este consiste em desenvolvimento do aluno, e instrumentos avançados como os computadores fazem parte da cultura atual, da realidade do cotidiano.

Vários estudos pertinentes ao tema “Informática na Educação” mostram que a criação a aprendizagem são capturadas por uma informática cada vez mais avançada.

Com isto a escola tem um novo desafio: incorporar ao seu trabalho estas novas formas de comunicação e construção do conhecimento.

De acordo com as conclusões de Edla Ramos, a entrada da tecnologia no processo educativo será fundamental, Ramos afirma , “ *Com a incorporação da tecnologia ao processo educativo, tem-se concretamente a oportunidade de se implementar um novo paradigma pedagógico. A ferramenta tem potencial para produzir novas e ricas situações de aprendizagem*”. [RAM 96].

Acreditamos que a “Informática aplicada ao Ensino de Matemática” trará muitas transformações para a escola, estas não se limitarão a simples instalação do computador. Valendo-se de várias hipóteses a professora Regina Célia Haidt afirma “. . . o emprego do computador no processo pedagógico, assim como o uso de qualquer tecnologia, exige do educador uma reflexão crítica. Refletir criticamente sobre o valor pedagógico da informática significa também refletir sobre as transformações da escola e repensar o futuro da educação”. [HAD 94]

Tal abordagem será considerada neste trabalho, onde adotamos a concepção de que a aprendizagem é um processo de construção que se dá a partir da interação do sujeito com o mundo, não havendo sentido de valorizar apenas a transmissão de informações.

Muitas descobertas na área da construção do conhecimento comprovam a acertividade das orientações contidas no método pedagógico de Maria Montessori. Faremos uso desta metodologia interagindo com o computador propondo a construção de um software educativo denominado ‘**Raízes**’, este por sua vez auxiliará alunos e professores de Matemática no ensino fundamental.

1.2 . Definição do Problema

Vivemos num mundo onde tudo acontece muito depressa. Grandes invenções e tecnologias avançadas nos permitem realizar várias coisas em pouco tempo

com qualidade e diante disto a educação não pode ficar parada, oferecendo um ensino congelado ao longo dos tempos. Como vencer com uma cultura que sempre foi assim ?, Como desvincular-se do tradicional ?, Como fazer de Matemática uma disciplina atraente ?.

Este trabalho visa discutir soluções que possam minimizar tais problemas, buscando dentro da “Informática aplicada ao Ensino de Matemática” a construção de um software educativo adotando como pressupostos pedagógicos o modelo de Maria Montessori, o construcionismo [PAP 80] e o construtivismo [PIA 81].

1.3 . Estrutura do Trabalho

Este Trabalho está dividido em sete capítulos. No capítulo inicial é feita uma apresentação dos temas a serem discutidos durante toda esta dissertação definindo também a problemática e o objetivo do trabalho.

No Capítulo II é descrita a fundamentação teórica I que aborda o processo de mudança na sociedade atual com a inserção e o avanço da tecnologia na educação e sua aplicação ao ensino de matemática sob as visões Construcionista e Construtivistas.

No Capítulo III é descrita a fundamentação teórica II que apresenta uma biografia de Maria Montessori, seu modelo pedagógico e materiais didáticos utilizados para incentivar a autonomia intelectual do aprendiz, tal material será utilizado para alcançar o objetivo geral da dissertação.

No Capítulo IV é tomada a proposta central da pesquisa, descrevendo a prototipação do software educacional motivo desta dissertação, bem como sua metodologia, aplicação, utilidades e público alvo.

No Capítulo V é feita uma exposição gráfica do software, e também a apresentação das telas e sua interface.

O capítulo final traz as conclusões e as propostas de trabalhos futuros.

1.4 . Objetivos

1.4.1. Objetivo Geral

Desenhar e propor o desenvolvimento de um ambiente computacional, utilizando o material pedagógico de Maria Montessori, que por sua vez dará suporte à aprendizagem dos conceitos de raízes quadradas, cúbicas etc, à instrumentação do cálculo das raízes e da construção e generalização do conceito da equação de segundo grau

1.4.2. Objetivos Específicos

- Criar ambientes que levem em conta as possibilidades de cooperação e interação entre os sistemas de inteligência natural e artificial.
- Criar ambientes que ofereçam melhores condições de preparação para o entendimento de raízes quadradas, raízes cúbicas e equações do segundo grau.
- Proporcionar o desenvolvimento do aprendiz, traduzindo numa reorganização do processo ensino-aprendizagem, no tocante aos conceitos matemáticos.
- Desvincular-se do modelo tradicional de ensino, partindo para construção de soluções que envolvam 'Raízes'.

2. Fundamentação Teórica I

2.1. Informática na Educação

O mundo é hoje movido pela informação muito mais do que pelo dinheiro, que aliás, cada vez mais freqüentemente, reduz-se a uma informação percorrendo uma complexa teia de comunicações. Essa torna-se pois um bem precioso, então se a mesma é tão importante vamos prover a escola e ao aluno cada vez mais um volume maior de informações!. E a maneira é evidente por si, usando a melhor, mais confiável e mais rápida fonte delas: O Computador. Durante muito tempo a grande questão foi se deveria ou não o computador na escola. Quando ele começou a fazer parte do cotidiano das escolas privadas, o eixo de discussão deslocou-se para a necessidade e viabilidade de utilizá-lo em escolas públicas onde as vezes nem giz havia. Hoje a compreensão já começou a mudar e o poder público a reconhecer que é essencial tal inserção.

O Ministério da Educação e do Desporto confirma este fato através dos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio -, quando se refere a conhecimentos de Informática destaca o seguinte *“Cabe à escola, em parceria com o mercado, o Estado e a sociedade, fazer do jovem um cidadão e um trabalhador mais flexível e adaptável as várias mudanças que a tecnologia vem impondo a vida moderna. (...) O estudante não deve ser visto apenas como quem usa a Informática enquanto instrumento de aprendizagem, mas também que conhece equipamentos, programas e conceitos que lhe permitem a integração ao trabalho e ao desenvolvimento individual e interpessoal”* [PCN 97b].

Enfrentar essa nova realidade significa ter como perspectiva cidadão abertos e conscientes, que saibam tomar decisões e trabalhar em equipe. Cidadãos que tenham a capacidade de aprender a aprender e de utilizar a tecnologia para a busca, a seleção, a análise e a articulação entre as informações e, desta forma, construir e reconstruir

conhecimentos, fazendo uso de todos os meios disponíveis, em especial o recurso do computador.

2.1.1. Seymour Papert e a Informática na Educação

Estudos realizados pertinentes a Informática aplicada à Educação já era fonte de estudos do educador Seymour Papert conforme afirma Regina Haidt *“No fim da década de 60, o educador Americano Seymour Papert que foi discípulo de Piaget no Centro de Epistemologia Genética de Genebra, começou a pesquisar o uso do computador como recurso pedagógico de acordo com a concepção Construtivista de educação. Ele concebe criança da mesma forma que Piaget; como construtora ativa de suas próprias estruturas intelectuais. Para ele, o computador pode dar forma concreta as áreas de conhecimentos que pareciam ser anteriormente inatingíveis e abstratas”* [HAD 94].

Entedemos também como Papert que o computador pode ser utilizado como recurso pedagógico, e que sua aplicação pode ser estendida a disciplina matemática de tal forma que se priorize a construção de conhecimento.

2.1.2. Informática na Educação Matemática

A disciplina Matemática desde a antigüidade até a atualidade vem se desenvolvendo em função das necessidades sociais, humanas e, conforme o desenvolvimento intelectual alcançado pelo homem com a evolução tecnológica ela continua em pleno desenvolvimento. O professor Ubiratan D’Ambrósio já no início desta década afirmava *“O aparecimento dos computadores irá certamente alterar o cenário, prevendo-se para a década de 90, um papel predominante do equipamento de processo de informações. Embora influenciando o ler, escrever, e contar, o uso do computador vai afetar diretamente a educação matemática em sua própria natureza. Na verdade ele traz uma nova visão dentro da matemática. Ele afetará a ação*

pedagógica. O currículo, visto como estratégia para a ação pedagógica, exigirá novos componentes”. [DAM 93].

2.2. Construtivismo

Jean Piaget, biólogo, filósofo e psicólogo suíço deu inúmeras contribuições com seus trabalhos experimentais, porém na área de desenvolvimento intelectual está sua maior representatividade em termos de estudos psicológicos. [PIA 81]. Entre as teorias e experimento de Piaget está o Construtivismo.

Entende-se por Construtivismo como um conjunto de teorias psicológicas sobre as estratégias utilizadas pelo ser humano para construir seu conhecimento .

2.2.1. Construtivismo Cognitivo

As teorias e experimentos de aprendizagem de Jean Piaget são bastante extensas, e um dos aspectos mais difundidos do conjunto de sua obra é a descrição dos estágios de desenvolvimento cognitivo da criança: sensório-motor, pre-operacional, operações concretas e operações formais. Os trabalhos de Piaget investigam como se dá a construção da cognição e aprendizagem em crianças, caracterizando o Construtivismo Cognitivo, que é baseado nos seguintes princípios [PIA 77]:

- o papel mais importante do professor é criar um ambiente no qual a criança possa espontaneamente realizar experiências de construção de conhecimento em sala de aula. O aprendizado surge através do desenvolvimento de processos mentais necessários à construção deste conhecimento, os quais deve ter sentido no contexto onde a criança está inserida;
- aprendizado é um processo ativo, onde a existência natural de erros e a busca por soluções são elementos fundamentais;
- aprendizagem é um processo social e deve se dar através da criação de grupos colaborativos, organizados de forma mais espontânea possível.

2.2.2. Construtivismo Social

Trabalhando no sentido de buscar uma interpretação para o processo educativo, o psicólogo e filósofo russo Lev Vygotsky enfatizou o papel da comunidade na construção do conhecimento. Os elementos básicos da teoria de educação construtivista de Vygotsky [VYG 98] são:

- a comunidade onde o estudante está inserido tem papel central na construção do entendimento, e influencia fortemente a forma como este vê o mundo;
- a natureza das "ferramentas" cognitivas (brinquedos, pais, cultura e linguagem) com as quais o estudante interage determinam o padrão e o ritmo de desenvolvimento do aprendizado;
- as habilidades necessárias à solução de problemas com os quais o estudante se depara se situam em três categorias: (a) as que são empreendidas independentemente pelo estudante; (b) as que não podem ser empreendidas mesmo com o auxílio de adultos e; (c) as que são intermediárias entre estes dois extremos e podem ser empreendidas com o auxílio de outras pessoas.

Os elementos enunciados acima são implementados através de princípios a serem aplicados à sala de aula:

- aprendizado e desenvolvimento são atividades colaborativas e sociais que não podem ser "ensinadas". O próprio estudante tem que construir o seu entendimento da atividade, e o professor atua como facilitador deste processo;
- as situações nas quais o estudante precisa de auxílio devem ser adequadamente inseridas, e é nestas situações que a aprendizagem é otimizada;
- quando inserindo tais situações é importante considerar que o aprendizado deve ocorrer dentro do contexto (social, econômico, etc.) no qual o estudante se encontra;
- experiências de fora de sala de aula devem ser relacionadas com as experiências na escola. Imagens, notícias e histórias pessoais devem ser incorporadas a atividades de sala de aula para prover uma continuidade entre a comunidade e o aprendizado.

2.3. Paradigma Instrucionista e Paradigma Construcionista

De acordo com as conclusões de Valente [VAL 99], existem várias maneiras de utilizar o computador na educação, uma maneira é informatizando os métodos tradicionais de instrução. Do ponto de vista pedagógico esse seria o paradigma Instrucionista. Neste paradigma se encaixam os tutoriais, ou seja, programas ou softwares que ao serem acionados já trazem totalmente prontas as respostas, não dando ao usuário oportunidade de questionamentos ou críticas. Valente [VAL 99] esquematizou, como mostra a figura abaixo a abordagem instrucionista de uso do computador na educação.



Figura 1 – Paradigma Instrucionista

No entanto, o computador pode enriquecer ambientes de aprendizagem onde o aluno, interagindo com os objetos do ambiente, tem a chance de construir seu próprio conhecimento. Nesse caso o conhecimento não é passado para o aluno. O aluno não é mais instruído, ensinado, mas o construtor do seu próprio conhecimento, ou seja, é quem produz própria sabedoria. Esse é o paradigma Construcionista que prioriza a aprendizagem ao invés do ensino; a construção do conhecimento e não a instrução.

Segundo Valente [VAL 99], usar o computador com essa finalidade requer a análise cuidadosa do que significa ensinar e aprender bem como demanda rever o papel do professor nesse contexto. Valente também representou o paradigma Construcionista,

como mostra a figura 2 abaixo, onde são mostradas as ações que o aluno realiza na interação com o computador e os elementos sociais que permeiam a suportam a sua interação com o computador. Maiores detalhes estão em [VAL 99].

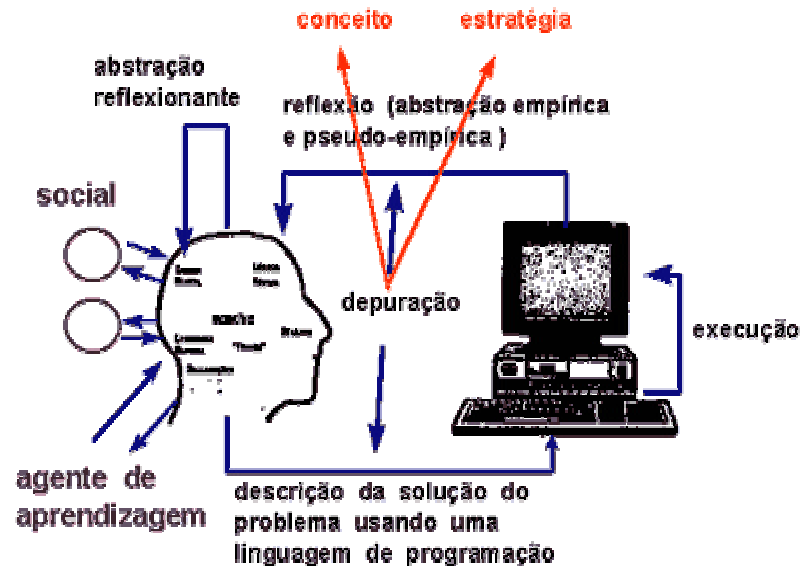


Figura 2 – Paradigma Construcionista

Outras duas perspectivas pedagógicas são que o computador pode ser usado na educação como máquina de ensinar ou como ferramenta. O uso do computador como máquina de ensinar consiste na informatização dos métodos de ensino tradicionais, como citado anteriormente, do ponto de vista pedagógico esse é o paradigma Instrucionista. Utilizar o computador como ferramenta para construção do conhecimento tem sido chamado por Papert de Construcionismo que passamos a definir a seguir.

2.4. Construcionismo

É um conceito educacional definido por Seymour Papert para designar o uso do computador para a representação, a reflexão e a depuração de idéias, por meio de um processo interativo que propicia a construção do conhecimento [PIA 72]. Utilizando-se do computador, o indivíduo visualiza suas construções mentais, estabelecendo relação dialética entre o concreto e o abstrato. Essa abordagem tem como um dos seus princípios a criação de ambientes de aprendizagem ativa, que permitam ao indivíduo o

emprego da heurística, para o teste de suas próprias idéias , teorias e hipóteses. O erro torna-se um objeto de análise, para que equívocos cometidos sejam identificados e reformulados no processo de reflexão e depuração que promova a aprendizagem e o desenvolvimento.

2.4.1. Construcionismo e Aprendizagem

Quando comparadas com a abordagem de Vida Artificial, as teorias e os modelos que se seguem apresentam, pelo menos à primeira vista, uma perspectiva inteiramente diferente do processo de interação, enfatizando a construção de comunidade, cultura, conhecimento, aprendizado e inteligência. Estão associadas em sua maior parte à psicologia e à pedagogia, mas podem ser extrapoladas para contextos mais amplos, visto que o processo de educar é sinônimo de mudança e inovação, raiz dos sistemas auto-sustentáveis.

Dissertaremos mais adiante sobre o Construcionismo Distribuído [RES 96] que é um termo criado por Mitchel Resnick, derivado da Cognição Distribuída [ROG 97], do Construcionismo [PAP 80] proposto por Seymour Papert, que por sua vez se baseia no Construtivismo Cognitivo de Jean Piaget [PIA 77] e que mostra elementos do Construtivismo Social de Vygotsky [VYG 98].

Papert adaptou os princípios do Construtivismo Cognitivo de Piaget e construiu um conjunto de premissas a serem usadas quando aplicando a tecnologia de computadores, como auxiliar ao processo de construção de conhecimento.

Segundo Papert, é na universalidade de aplicações do computador e na sua capacidade de simular modelos mecânicos, que podem ser programados por crianças, que reside a potencialidade do computador em aprimorar o processo de evolução cognitiva da criança. A construção e a depuração colaborativa de programas LOGO, expressas visualmente através dos desenhos da Tartaruga, concretizam o formalismo matemático, criando modelos que induzem a criança a "pensar sobre o ato de pensar"

(Epistemologia), e que tem como conseqüências o avanço nos estágios de desenvolvimento cognitivo. O Logo tem sido muito utilizado nas escolas e surge agora com uma interface com a robótica, o *Logo Logo*, voltado para o comando programado de pequenos aparelhos e máquinas construídas pelos alunos.

Papert expressou a ênfase da sociedade e cultura na construção do conhecimento usando o termo *Technological Samba Schools*, que toma como base pedagógica o processo que ocorre nas escolas de samba do Brasil, quando membros de uma comunidade: adultos, profissionais e crianças de várias idades, dentro de uma ampla variação de habilidades e condições, se reúnem freqüentemente durante vários dias do ano e contribuem com sua força de trabalho, para construir alegorias, sambas enredo, fantasias, etc, apresentadas durante o carnaval do Rio de Janeiro. Nesta mesma intenção, o Construcionismo busca suportar várias atividades de construção, através da ampliação das potencialidades no uso de "ferramentas" cognitivas possíveis através de computadores. As atividades de construção compreendem a construção de programas lúdicos, efetuadas por crianças, com auxílio de outras crianças e mediadas por professores. Em síntese, segundo a visão de Papert, aprendizado é [BRU 97]:

- auto-motivação;
- ricamente conectado à cultura popular;
- com foco em projetos de interesse pessoal;
- baseado em comunidades que suportam a atividade;
- uma atividade que reúne pessoas de todas as idades;
- localizada em uma comunidade que estimula o aprendizado;
- onde especialistas e noviços são todos vistos como aprendizes.

2.4.2. Construcionismo Distribuído

Em consonância com as teorias de aprendizado descritas anteriormente, o Construcionismo Distribuído acrescenta os aspectos de cognição e computação distribuídas, levando em consideração fatores humanos e tecnológicos pertinentes ao contexto da Internet e Web. O Construcionismo Distribuído enfatiza as atividades colaborativas de projeto e construção de artefatos digitais, em detrimento do uso de

redes de computadores como ferramentas de transmissão e exploração de informação e conhecimento. [RES 96] destaca três formas de construção distribuída, cada uma com influência direta no processo de aprendizagem e formação de comunidade:

2.4.2.1 Discutindo Construções - O uso de correio eletrônico e listas de discussão, suportadas facilmente através da Internet e intranets, indica claramente o impacto positivo que a discussão e aprimoramento de idéias, dicas, estratégias em uma comunidade on-line tem sobre o refinamento destas construções. [HAR 92] analisa o profundo impacto que a troca de mensagens tem sobre o refinamento de idéias, onde mesmo a participação de indivíduos imaturos do ponto de vista intelectual pode provocar efeitos benéficos inesperados na discussão sobre temas de grande complexidade. De fato, Harnad considera seriamente o impacto do fenômeno, por ele chamado de sky-writing, e afirma que depois do invento da linguagem, da escrita e da impressão, a discussão on-line sobre construções humanas é a quarta revolução nos meios de produção de conhecimento.

2.4.2.2 Compartilhando Construções - São também muitos os benefícios decorrentes do compartilhamento de construções através de redes de computadores e em comunidades eletrônicas. Em [BUR 97] é descrito o efeito inegavelmente benéfico na melhoria da qualidade de projetos de uma turma de estudantes de engenharia de software, em função da solicitação de que os projetos e programas fossem disseminados através da Web, de modo a serem eventualmente analisados e reutilizados por outros usuários. Embora o senso de comunidade pareça não ser tão fortalecido quanto na discussão sobre construções, o fato é que a qualidade da construção, o esforço e interesse dispendido pelos estudantes na elaboração do projeto foi inegavelmente positivo. A preocupação em produzir algum artefato que tem grandes chances de ser reutilizado, adaptado, criticado ou elogiado por membros de uma comunidade, é possivelmente o principal responsável pela

melhoria dos projetos. O efeito é tipicamente o inverso quando o estudante suspeita que seu trabalho será possivelmente engavetado ou mesmo desprezado após a conclusão do curso.

2.4.2.3 Colaborando sobre Construções - a colaboração de várias pessoas de uma comunidade on-line em torno da construção de artefatos digitais, seja em tempo real ou não, é tema de intensa investigação e desenvolvimento na área de HCI, onde os exemplos mais conhecidos ou difundidos são as plataformas de desenvolvimento colaborativo de software e hardware. Tais tecnologias, no entanto, são muito tecnicistas, e carecem de elementos fundamentais presentes nas Teorias Construcionista e Construtivistas, que são o senso de localidade, comunidade, cultura, auto-motivação e o suporte à cooperação entre especialistas e noviços. Plataformas que mais concretamente atingem o objetivo Construcionista são os MUDs (Multi-User Domains), ou realidades virtuais compartilhadas-textuais, nos quais as atividades de construção, sejam de programas de computador, salas para discussão em tempo real ou objetos que possuem um contexto cultural incentivam a interação social entre os participantes, criando uma forte noção de comunidade e construção. A tecnologia, as aplicações e o impacto das realidades virtuais compartilhadas-textuais sobre construção e comunidade são apresentadas mais à frente.

Por ser o Construcionismo um modelo educacional que trabalha sobre a vertente do conhecimento, então vemos que tais modelos apresentados estão intrinsecamente ligados a cognição que definimos como: um processo mental caracterizado por conhecimento, pensamento, percepção, julgamento e aprendizado. Estes elementos estão presentes na resolução de problemas matemáticos, com isto o Construcionismo deve ser aplicado ao ensino de matemática. Nós, professores de matemática devemos incentivar a criação de ambientes de aprendizagens que propiciem a construção do conhecimento. Tal situação é comentada por Laborde *“O professor deve criar e organizar um meio e situações capazes de provocar o aprendizado. Esse meio e essas*

situações devem-se engajar de forma decisiva aos conhecimentos matemáticos cuja aquisição é desejada” [LAB 96].

2.5. Construcionismo X Construtivismo

Piaget na teoria do Construtivismo observou que a criança constrói a noção de certos conceitos porque ela interage com objetos do ambiente onde ela vive. Na noção de construcionismo para Papert existem duas idéias que contribuem para que esse tipo de construção do conhecimento seja diferente do construtivismo de Piaget. Primeiro, o aprendiz constrói alguma coisa ou seja, é o aprendizado através do fazer. Segundo, o fato do aprendiz está construindo algo do seu interesse . A diferença entre essas duas maneiras de construir o conhecimento é a presença do computador – o fato do aprendiz está construindo algo através do computador (computador ferramenta). Quando o aprendiz está interagindo com o computador ele está manipulando conceitos e isso contribui para o seu desenvolvimento mental. Ele está adquirindo conceitos da mesma forma que adquire conceitos quando interage com objetos do mundo, como observou Piaget. Papert denominou esse tipo de aprendizado de “aprendizado piagetiano” [PAP 85].

Acreditamos que o aprendizado piagetiano pode ser estendido a matemática, pois quando o aprendiz está se comunicando com o computador ele está construindo conhecimento. Para Regina Haidt *“As crianças gostam de se comunicar com o computador. Quando isto ocorre, elas aprendem matemática como uma língua viva. Esta comunicação pode também ajudar a desenvolver formas de pensamento e, desse modo, facilitar o processo de outras aprendizagens”*. [HAD 94].

2.6. Nova Ação Pedagógica

Na perspectiva transformadora de uso de computador em educação, e como foi citado anteriormente, a atuação do professor não se limita a fornecer informações aos alunos. Cabe ao professor assumir a mediação das interações professor-aluno-computador de modo que o aluno possa construir seu conhecimento em um ambiente desafiador, em que o computador auxilie o professor a promover o desenvolvimento da autonomia, da criatividade e da auto estima do aluno. Professores e alunos desenvolvem ações em parceria, por meio da interação com o contexto, com o meio ambiente e com a cultura circundante.

As razões para o uso das novas tecnologias da informática na educação nos levam a novos caminhos, esses por sua vez revelam uma ruptura com as práticas tradicionais e avançam em direção a uma ação pedagógica interdisciplinar voltada para a aprendizagem do aluno – sujeito envolvido no processo não somente com o seu potencial cognitivo, mas com todos os fatores que fazem parte do ser unitário, ou seja, também os fatores afetivos e sociais.

Quanto a formação e a atuação dos professores para o uso de Informática na Educação, entedemos como um processo que inter-relaciona o domínio dos recursos tecnológicos com a ação pedagógica e com os conhecimentos teóricos necessários para refletir, compreender e transformar essa ação. Esse processo de formação e ação promove a articulação do referencial teórico Construcionista [PAP 94].

Desta forma o computador deve ser utilizado como um novo paradigma que promova a aprendizagem ao invés do ensino, que coloca o controle do processo aprendizagem nas mãos do aprendiz., e nós educadores devemos adotar uma nova abordagem educacional que mude o paradigma pedagógico do Instrucionismo para o Construcionismo.

2.7. Discussões sobre o uso de “Informática aplicada ao Ensino de Matemática”

A disciplina matemática, como citada na introdução, é passada de forma desinteressante, a maioria dos fatos e conceitos não se modificaram em nada, permanece como um corpo de conhecimentos congelado tempo vencer o tempo.

Para o professor Luiz Roberto Dante falta algum elemento para o desenvolvimento integral do aluno. “...*O ensino de matemática fica quase que apenas nos níveis de informação e utilização de métodos e procedimentos, isto é, o aluno ‘aprende’ a terminologia e as fórmulas e treina fazer substituições para resolver problemas de rotina. A matemática fica transformada em algo rígido, acabado, chato, sem finalidade. O aluno usa apenas a memória; não desenvolve as habilidades de extrapolar, resolver situações-problemas, raciocinar, criar. Não tem o prazer da descoberta. Ficam faltando elementos para o seu desenvolvimento integral*”. [DAN 94]

Objetivando este desenvolvimento integral, entedemos que o computador – quando bem utilizado – caracteriza-se como uma ótima ferramenta para alcançar este fim. Hoje, a informática já está inserida na maioria dos espaços que ocupamos; bancos, supermercados, lazer, etc. A escola tem como uma de suas finalidades preparar alunos para a vida ativa, desta forma, torna-se cada vez mais necessário o uso do computador no processo ensino-aprendizagem, portanto, nós educadores não podemos concordar que o ensino torne-se obsoleto”, mas preparar cidadão para o futuro.

Neste sentido, Ubiratan D’Ambrósio alerta; “*Falar em futuro na educação é algo fundamental. Não podemos desempenhar nossa missão de educadores sem estarmos permanentemente atentos ao futuro, pois é nele que se notarão os reflexos de nossa ação. Em particular, quando nos referimos a educação matemática, pois a disciplina matemática, essência da ação pedagógica do matemático enquanto educador, é um dos pontos focais do mundo moderno*”. [DAM 93].

Diante do exposto podemos afirmar que a introdução de novas tecnologias na educação, e mais especificamente na educação matemática provoca algumas discussões entre a comunidade escolar, estas discussões serão apresentadas a seguir :

2.7.1. Quanto ao computador como substituto do professor

Este é o grupo de educadores contrários ao uso da informática na educação, pois ainda provoca vários questionamentos, trazendo insegurança para alguns professores, esses professores pensam que serão substituídos pela máquina. Mas se a escola e os educadores de forma geral estiverem debatendo e produzindo trabalhos articuladamente, afinados com o interesse da população e com as exigências da comunidade, buscando uma real participação na solução dos problemas da sociedade, o computador poderá vir a ser um excelente colaborador e não o substituto do professor. Além do mais, os pais exigem o uso do computador na escola, já que seus filhos serão futuros membros da sociedade do século XXI, devem estar familiarizados com esta tecnologia.

Neste sentido Regina Haidt comenta *“Na verdade, o uso do computador como meio pedagógico não torna dispensável o professor; antes, ele pode liberá-lo de algumas tarefas e reservar um espaço maior para o contato entre ele o aluno, necessário a um serviço que valorize a aprendizagem por descoberta. O computador não é um fim por si mesmo, mas um meio um recurso a mais, cuja eficácia dependerá da capacidade daqueles que o utilizarem”*. [HAD 94].

2.7.2. Quanto ao computador como Máquina Misteriosa.

Este é o grupo de pessoas indiferentes ao uso de informática na educação, geralmente eles aguardam tendências que o curso com novas tecnologias tomará e aí, então se definem.

Acreditamos que este fato ocorre porque o computador ainda é uma máquina desconhecida, ou como afirma Regina Haidt , uma máquina misteriosa. *“Embora o computador faça parte do nosso dia-a-dia dos nossos afazeres, ainda é visto por alguns como máquina misteriosa, capaz de provocar fascínio em uns e receio em outros. Isto porque é uma máquina que simula parte do processo de pensar e usa linguagens cada vez mais próximas da linguagem humana”*. [HAD 94].

2.7.3. Quanto ao computador como Meio Didático

Este é o grupo de pessoas favoráveis ao uso de Informática na Educação Matemática, o computador seria utilizado como meio didático objetivando; desenvolver o raciocínio, possibilitar situações de resoluções de problemas, sendo esta a razão de maior força para defesa do uso do computador na educação matemática. Quem não quer promover o desenvolvimento do poder de pensamento do aluno?. Desta forma utilizando adequadamente o computador na educação, estaremos contribuindo para incentivar o aluno a construção do conhecimento matemático.

De acordo com Carraher a aprendizagem matemática com o auxílio de máquinas já vem sendo proposto há décadas. *“As máquinas de ensinar, proposta por Skinner há três décadas foram consideradas por ele mesmo extensão natural e importante da sua teoria de aprendizagem, para o campo da educação”* [CAR 95] . Em suas próprias palavras o autor define estas máquinas *“Para que o nosso conhecimento atual sobre a aquisição e manutenção do comportamento verbal seja aplicado à Educação, é*

necessária alguma espécie de máquina de ensinar. As contingências de reforço que alteram o comportamento dos organismos mais simples com muita frequência não podem ser planejadas à mão; é necessária a elaboração de um aparelho próprio para estes fins. O ser humano requer uma instrumentação ainda mais refinada”. [SKI 80].

2.7.4. Quanto ao computador para aprendizagem de Informática

O Computador fará parte da minha vida, portanto a escola deve nos preparar para lidarmos com essa tecnologia. Esse tipo de argumento tem provocado que muitas escolas introduzam o computador como disciplina curricular. Com isso o aluno aprenderia noção de computação: o que é um computador, como funciona, para que serve. Este argumento não é válido, pois o computador na educação não significa aprender sobre computadores, mas sim através de computadores. Existem muitos artefatos em nossa vida cuja habilidade de manejar não foi aprendida na escola, por exemplo, o telefone, o rádio, e outros. Por que o computador merece esse destaque dentre as tecnologias, a ponto de ser considerado objeto de estudo na escola. Se o computador fará parte da nossa vida ele será simples e sem complicações. Como o telefone, usamos sem saber princípios de telefonia ou como funciona o telefone. O interesse em utilizar esses objetos tecnológicos na escola deve ir além do simples fato de eles adentrarem em nossas vidas.

Em se tratando de Educação Matemática, a escola também deve proceder com esta metodologia para o desenvolvimento lógico-matemático através da resolução de problemas. Haidt afirma “..., *quanto ao uso do Computador na Educação, podemos concluir que a preocupação da escola não deve ser apenas com a aprendizagem da informática. Sua tônica deve recair principalmente sobre a aprendizagem pela Informática. Pois é pelo uso do computador que o educando verifica e experimenta as formas de pensamento, num contexto de resolução de problemas e de comunicação, bem como desenvolve processos que ele pode transpor para outras disciplinas. O aluno*

deve ter a oportunidade de manipular o computador como um suporte para as suas descobertas". [HAD 94].

2.8. Software Educacional

Uma grande dificuldade, no que diz respeito à informática aplicada à educação hoje, é definir o que de fato é um Software Educacional. Entre várias definições que existem no mercado, vamos considerar software educacional como aquele que possa ser usado para algum objetivo educacional pedagogicamente defensável. Além disso se adotarmos tal definição devemos nos preocupar em ver como é que os programas comerciais, que já existem em grande quantidade podem ser usados para atingir mais fácil e eficiente os objetivos educacionais a que nos propomos. Devemos ainda nos voltarmos para a utilização do software como ferramenta indispensável para atingir os objetivos, concedendo-os de maneira ampla, que extrapole os limites da sala de aula e da escola.

Existem softwares criados com objetivos educacionais, existem outros softwares que são criados com outros objetivos mas que poderão ser utilizados com êxito no processo educacional. Segundo Edla Ramos *“Na verdade, há software construído já visando o uso no processo educativo e que reflete portanto uma concepção educacional e existe software construído para outros fins, tais como: pacotes gráficos, estatísticos e de análise numérica, planilhas eletrônicas, gerenciadores de bases de dados, processadores de textos, etc., que podem vir a ser utilizados com sucesso no processo educacional”* [RAM 91]. A seguir passaremos a definir alguns softwares ora criados com objetivos educacionais, ora criados com outros objetivos, mas utilizados na educação.

2.8.1. Diferentes tipos de Softwares Educacionais

Com a entrada em massa dos computadores nas escolas e nas casas, os programas voltados para educação são os que mais crescem em vendas dentre os

softwares existentes no mercado. O chamado software educacional, no entanto, apresenta uma variedade de tipos e de qualidade muito diversificada, indo daqueles que produzem mais livros didáticos até aqueles que criam verdadeiros laboratórios virtuais. Os diversos tipos de softwares educacionais podem ser classificados em algumas categorias, de acordo com seus objetivos pedagógicos, abaixo definiremos e comentaremos sobre vários softwares que podem ser classificados como educacionais:

2.8.1.1. Exercitação: Um programa cujo objetivo é por à prova um produto de software ou hardware executando-o através de um grande conjunto de operações [DIC 98]. Em outras palavras, é um tipo de programa que tem como objetivo treinar certas habilidades, como dominar o vocabulário de uma língua estrangeira, decorar terminologia de medicamentos, treinar a resolução de problemas matemáticos etc. Muitos desses programas acabam reproduzindo o lado mais pobre do ensino programado, mas quando bem elaborados e usados adequadamente podem ser um excelente auxílio de treinamento.

2.8.1.2. Tutoriais: Um recurso de aprendizagem cuja finalidade é ajudar as pessoas a usar um produto ou procedimento. Nas aplicações informatizadas, o tutorial pode ter a forma de um manual ou uma série de lições interativas, baseadas em disco, fornecida juntamente com o software [DIC 98]. Em outras palavras, chamam-se tutoriais os programas que caracterizam-se por transmitir informações de modo pedagogicamente organizado, como se fossem um livro animado, um vídeo interativo ou um professor eletrônico.

2.8.1.3. Aplicativos: Um programa projetado para auxiliar a execução de uma tarefa específica, como o processamento de textos, cálculos ou gerenciamento de estoques [DIC 98]. Embora não tenham sido propriamente desenvolvidos para uso educacional, permitem interessantes usos em matérias tão diferentes quanto português, geografia ou biologia.

2.8.1.4. Linguagens de Computador: Uma linguagem artificial que especifica instruções a serem executadas pelo computador. O termo abrange um espectro amplo que vai desde as linguagens binárias de máquinas até a linguagens de alto nível [DIC 98]. Em outras palavras, as linguagens de computador são utilizadas para o desenvolvimento de programas e também podem ser interessantes como estímulo à atividade de organização das idéias, possibilitando um rico ambiente cognitivo.

2.8.1.5. Programas de Autoração: Extensão avançada das linguagens de programação, os softwares de autoria permitem que pessoas, professores ou alunos, criem seus próprios protótipos de programas, sem que tenham que possuir conhecimentos avançados de programação. A maioria destes sistemas facilita o desenvolvimento de apresentações multimídia, envolvendo textos, gráficos, sons e animações.

2.8.1.6. Jogos Educativos: Uma forma de diversão e entretenimento interativo. Existem jogos de computador desde as brincadeiras com o alfabeto para crianças pequenas até o xadrez. Os jogos são controlados através do teclado, ou de outros dispositivos e são comercializados sob a forma de discos, CD-ROMs e outros [DIC 98]. Os jogos, geralmente desenvolvidos com a única finalidade de lazer, podem permitir interessantes usos educacionais, principalmente se integrados a outras atividades. Consideram-se como bons jogos educativos aqueles que possuem capacidade de utilização ao longo de várias aulas, rico material de apoio, possibilidade de integração com outras mídias (vídeos, desenhos, redações) e permitem atividades multidisciplinares envolvendo professores de diversas áreas.

2.8.1.7. Simulações: A imitação de um processo ou objeto físico por um programa que faz o computador reagir aos dados e à mudança nas condições ambientais como se fosse o próprio processo ou objeto [DIC 98]. Finalmente, as simulações são o ponto forte do uso de computador na escola, pois possibilitam a vivência de situações difíceis ou até perigosas de serem reproduzidas em aula - permitindo desde a realização de experiências químicas ou de balística, até a criação de planetas e viagens na história.

Num mundo onde a informação e o conhecimento são, cada vez mais, a principal fonte de transformações da sociedade, torna-se obrigatório usar as novas tecnologias também na educação. Não basta, como no modelo vigente até hoje na educação, que os alunos simplesmente se lembrem das informações: eles precisam ter a habilidade e o desejo de utilizá-las, precisam saber relacioná-las, sintetizá-las, analisá-las e avaliá-las. Juntos, estes elementos constituem o que se pode chamar de pensamento crítico. Este aparece em cada sala de aula quando os alunos se esforçam para ir além de respostas simples, quando desafiam idéias e conclusões, quando procuram unir eventos não relacionados dentro de um entendimento coerente do mundo. Mas sua aplicação mais importante está fora da sala de aula – e é para lá que a escola deve voltar seu esforço. A habilidade de pensar criticamente pouco valor tem se não for exercitada no dia-a-dia das situações da vida real. É aí que as simulações, feitas em computador ou não, têm seu papel, fornecendo o cenário para interessantes aventuras do intelecto.

2.8.2. Como Avaliar um Software Educacional

Apreciar o mérito final de um software educacional não é tarefa simples, haja visto que seu resultado muda de acordo com cada avaliador e avaliado Sabemos que o Computador é um importante recurso para promover a passagem de informação para o usuário ou promover a aprendizagem. No entanto da “*análise de um software*” é possível entender que o aprender não deve estar restrito ao software, mas sim no relacionamento professor-aluno e a interface com este software. Alguns softwares

apresentam meios que favorecem a atuação do professor, outros já requerem maior participação e envolvimento do professor para auxiliar o aluno a aprender. Desta forma, a avaliação de softwares educacionais em termos do aprender e da real função, que o professor deve desempenhar para que o aprendizado ocorra, vai variando muito entre softwares do tipo tutorial e de programação. No entanto, os vários softwares usados na educação, como os tutoriais, a programação, o processador de texto, os softwares multimídia, os softwares para construção de multimídia, as simulações e modelagens e os jogos, apresentam características que podem favorecer, de maneira mais explícita, o processo da construção do conhecimento. É isso que deve ser avaliado quando escolhemos um software para usar em situações educacionais. É de fato, necessário entender que qualquer tentativa para analisar diferentes usos do computador na educação é problemática e pode resultar em uma visão muito simplista sobre o software e seu uso.

Avaliar um software educacional, segundo Edla Ramos implica em reflexões sobre qual escola que queremos comparada a escola que temos. *“Falar em avaliação de software educacional exige que de imediato se defina um padrão de qualidade para o mesmo, pois avaliar é uma atividade na qual compramos a ‘realidade’ com um modelo ‘ideal’, designado pelo padrão. Esta questão passa necessariamente pela definição do paradigma educacional subjacente à prática pedagógica levada a efeito. Logo leva ao questionamento, fundamental e imprescindível, da própria escola que temos hoje e de quais as propostas pedagógicas nela em voga. Especificamente ao tentar esclarecer o que é um bom software educativo, deve-se fazer também uma profunda reflexão, tentando vislumbrar qual o papel da tecnologia da informática na educação”.*[RAM 91]

2.9. Ambientes Educacionais Computadorizados

Diante dos Softwares apresentados acima podemos afirmar que é possível produzir de forma genérica bons designs de ambientes educacionais computadorizados, entretanto, estes devem ser compostos por uma equipe interdisciplinar que poderá

explorar metodologias existentes, com recursos de multimídia, capazes de ir ao encontro às reais necessidades da educação tecnológica. Para que a educação cumpra sua finalidade, deve ser antes de tudo criadora, favorecendo a mobilização do potencial criativo do aluno. A informática, por sua vez exerce um papel fundamental no desenvolvimento de uma educação criadora, onde bons ambientes computacionais favorecem a criatividade do aluno.

O Educador que não utiliza dos recursos computacionais para intermediar o processo de aprendizagem, perde a oportunidade de obter mais um recurso para estimular o potencial criativo dos aprendizes.

3. Fundamentação Teórica II

3.1. Novo Paradigma Educacional.

Devido às rápidas transformações nos meios de produção, resultado da revolução tecnológica e Científica, percebe-se que estamos entrando numa nova era da humanidade. A natureza do trabalho e a relação econômica entre as pessoas e as nações sofreram enormes transformações, mudando a natureza do que hoje podemos entender por profissão. Diante destas transformações a educação tem que se adaptar a tais necessidades e desta forma procurar assumir um papel de ponta nesse processo. Com a chegada da informática, a estocagem de informações em memórias quase infinitas, o processamento de dados em fração de minutos nos são reveladores de reflexão pertinentes aos métodos escolares vigentes.

Neste contexto, o papel dos educadores deve ser repensado e novas estratégias na formação desses profissionais devem ser previstas, criando na escola o ambiente para a formação de sujeitos críticos, dotados da autonomia de aprendizagem. Esta necessidade de mudança na educação e criação de novas escolas já era fato discutido por Maria Montessori em décadas passadas, onde suas diretrizes metodológicas basearem-se na construção da personalidade do aprendiz através do trabalho, do ritmo próprio, da liberdade, da ordem, do respeito e da normalização, favorecendo a construção de indivíduo capaz de exercer verdadeiramente a sua cidadania, um homem preparado para vivenciar um consciência planetária, tomando posse de seu passado e caminhando com firmeza para o futuro que ele construirá com responsabilidade. [RIG 98]

3.2 . Conhecendo Maria Montessori

Maria Montessori, já no início deste século apresentava novos paradigmas para a educação. A sua prática cotidiana já descrevia exemplos de como o professor possa incentivar a aprendizagem, a seguir descreveremos a biografia de Maria Montessori. [BIO 99]

Maria Montessori nasceu em Chiaravalle, Itália aos 31 de Agosto de 1870. Era filha de um militar. Quando tinha a idade de doze anos seus pais foram residir em Roma, tendo em vista os estudos da filha.

1887 - Matriculou-se num curso de engenharia, participou de estudos sobre a maior fonte de energia que a Itália possuía na época, a água. Este curso ela completou posteriormente.

1890 - Obteve licenciatura em Física e Matemática.

1892 - Completou seu curso de Ciências Naturais, lecionou na Universidade, ocupando a Cadeira de Antropologia durante 4 anos.

1896 - Depois de muita luta e persistência, Montessori formava-se em Medicina. Era a primeira mulher médica italiana. Começou, neste ano a trabalhar com crianças deficientes na Clínica Psiquiátrica da Universidade de Roma. Da clínica passou para uma creche e aí tomou consciência da criança. Entrou em contato com as obras de Itard e Séguin e traduziu, mais tarde, para o italiano, o livro "Tratamento Moral, Higiene e Educação dos Deficientes" de Séguin. Maria Montessori dedicou-se longo tempo ao estudo da obra dos famosos médicos franceses, trabalhando intimamente com os materiais criados por eles. Constatou o grande problema: não bastava materiais e técnicas novas, era preciso modificar o educador. Fez, nesta época, Faculdade de Filosofia, licenciando-se em Letras. Voltou-se inteiramente para os problemas educacionais. Fez várias conferências, escreveu e publicou livros. "A importância da

Etnologia Pedagógica" é sua obra que enfoca o problema da adequação dos currículos as diferentes regiões do País.

1904 - Publicou um trabalho que teve grande repercussão. "Antropologia Pedagógica"

1907 (Janeiro) - Nasceu a "Casa dei Bambini", num bairro pobre de Roma. A doutora Montessori começou a treinar um grupo de professores. Sua exigência foi: Respeito à criança. Ela partia do princípio básico: A criança é Capaz de Aprender naturalmente. É necessário dar-lhe um ambiente adequado, rico de experiências. Um ambiente onde a criança pudesse, sem a intervenção do adulto, mergulhar em atividades pessoais.

1907 (Abril) - Surgiu a segunda Casa Dei Bambini.

1908 (Outubro) - Foi inaugurada a terceira Casa Dei Bambini, em Milão, e a primeira Casa de Trabalho encarregada de confeccionar os materiais idealizados por ela própria.

1908 (Novembro) - Outra Casa Dei Bambini agora não num bairro operário, mas num conjunto burguês de Roma. Daí para frente, foram surgindo cada vez mais Casas Escolas, despertando a atenção dos educadores do mundo todo. Suas obras começaram a ser traduzidas para várias línguas inclusive o chinês. Escolas Montessorianas surgem em vários países: Inglaterra, Áustria, Holanda, Dinamarca, Suíça, Índia, Paquistão, Estados Unidos, etc.

1912 - Vai aos Estados Unidos, onde toma contato com educadores. Neste ano lança "The Montessori Method"

1913 - Maria Montessori diz: "Deixe a criança livre e ela se revelará". A doutora enfatizava três valores que atuam na ação pedagógica: a criança, o ambiente, o educador.

1914 - Durante a primeira guerra mundial continuou com seu programa de trabalho, viajando, divulgando sempre suas idéias. Continua dando seus cursos nas universidades
- Recusou um convite para estabelecer-se nos Estados Unidos.

1915 - Lança na Califórnia uma campanha internacional pela criação da Cruz Branca, semelhante à Cruz Vermelha que se destinava a socorrer as crianças emocionalmente afetadas pela guerra. Seu sistema foi proibido na Alemanha de Hitler pela grande idéia de liberdade que transmitia. Mussolini quis capitalizar seu prestígio, mas a doutora atenta se recusou. Parte para o exílio voluntário na Espanha... Suas escolas foram fechadas na Itália. Com a guerra civil espanhola é novamente obrigada a imigrar. Foi para a Holanda e depois para a Índia onde viveu durante oito anos.

1919 - Esteve na Inglaterra. Ministra cursos para professores. Outros são ministrados na Áustria, Holanda, Itália, etc.

1950 - Dirigi o IX Congresso Internacional de Educação Montessoriana - preparava-se nessa ocasião para atender ao convite do governo de Ghana onde ia levar sua contribuição de independências e liberdade à nação Africana.

1952 - (6 de Maio) Falece a genial pedagoga, com 81 anos de idade, ainda com disposição interior de continuar o trabalho iniciado há dezenas de anos. Da Engenharia à Medicina, da Medicina à Pedagogia, Maria Montessori elevou bem alto a dignidade da pessoa humana.

3.3. O Método Maria Montessori

Montessori foi criadora de um método pedagógico que consistia em atividades atraentes capazes de desenvolver a memória das crianças e também desperta-lhes o gosto pela ordem e pelo trabalho, com liberdade de espírito e iniciativa. No seu método Montessori defende uma transformação radical na forma de atendimento a crianças e principalmente na escola: *“Se a criança sabe como construir seu mundo, e se seu fator interno de desenvolvimento o único que a pode mudar temos que lhe dar todas as possibilidades de se exercer deixando-lhe a máxima liberdade, sem as nossas interferências, aproveitando do exterior aquilo que lhe convém”*. (Casolti, 1950). A criança própria é que vai construir seu conhecimento, não somos nós que construímos a

sua vida psicológica, mas ela própria. As principais características do Método Montessori estão descritas nos cinco itens abaixo:

3.3.1. O Respeito pelo outro

Dentro do respeito pelo outro pretende-se atingir a criança na totalidade de sua formação. Fazer com que ela entenda desde a mais tenra idade que tem todos os direitos, desde que não interfira no direito do outro. Sua liberdade vai até onde começa a do outro. Portanto ela tudo pode desde que não ameace a liberdade alheia.

3.3.2. O Respeito pela Individualidade

No que se refere ao respeito pela individualidade, entende-se que a criança é um ser completo, que sente, pensa e age. Ela não é um adulto em miniatura, mas uma criatura que tem suas necessidades, seus medos, seu comportamento dentro de sua maneira de ser. Cada um é um ser por inteiro. Devemos respeitar sua individualidade fazendo com que ela se integre o mais harmoniosamente possível dentro do ambiente a que pertence. Portanto não entra em questão diferenças sociais, culturais ou religiosos. Cada criança é um ser completo e assim deve ser entendida e respeitada.

3.3.3. Ambientes criados para favorecer o Aprendizado

Com o ambiente adaptado às condições de aprendizagem da criança lhe damos condições de desenvolver-se com naturalidade pois tudo que a cerca foi preparado para sua total segurança e integração. Dentro da sala de aula Montessoriana a criança vai encontrar materiais que atendam suas necessidades, ordem nas coisas - Um lugar para cada coisa, casa coisa no seu lugar. Isto é inteiramente diferente do que ela está acostumada, pois em todos os outros ambientes ela tem que se adaptar às condições que

ele oferece e não às suas próprias necessidades. Portanto num ambiente adequado seu desenvolvimento será muito mais rápido, seguro e tranquilo.

3.3.4. Material Cientificamente preparado para o desenvolvimento da Criança

Com material cientificamente preparado para seu desenvolvimento, entendemos toda a extensa variedade de materiais sensoriais específicos do método. Estes materiais foram preparados a partir do estudo de todas as necessidades sensório-motoras da criança, desde o seu início de vida (nascimento) até a idade adulta. Com materiais que desenvolvem a atividade motora mais ampla, como sua localização no espaço, até a parte mais específica, por exemplo o desenvolvimento dos músculos menores, (que vão proporcionar uma bonita letra) passando pelo desenvolvimento do tato, paladar, audição, visão e continuando com materiais específicos de português, matemática, etc., a criança terá uma visão concreta do estudo, numa continuidade integral.

3.3.5. A disciplina Consciente (Linha)

Como disciplina consciente entendemos a capacidade que a criança deverá adquirir de assumir um determinado comportamento porque esse é o mais indicado para tal situação. Como meio para se conseguir isto, temos a Linha, que é o momento da chamada para conscientização, é o momento da presença da autoridade - não a autoridade que inibe ou sufoca, mas a autoridade que orienta, que dá segurança, que permite o desenvolvimento e a conscientização, desta forma a criança conquistará a sua autonomia intelectual, proporcionando a construção do Conhecimento.

3.4. Fundamentos da Concepção Pedagógica de Maria Montessori

Todo trabalho Montessoriano toma por base vários princípios que, hoje se evidenciam pelo uso mais ou menos universalizado. Para Rita Haidt, os princípios básicos que fundamentam a concepção pedagógica de Maria Montessori são [HAD 94]:

3.4.1. Liberdade

Se a vida é desenvolvimento, a educação deve favorecer esse desenvolvimento, deixando a criança à vontade para crescer e desenvolver-se. A liberdade é concebida como condição de expansão da vida. Liberdade e disciplina interior estão interligadas e integradas, caminhando juntas. A liberdade é entendida como desenvolvimento das manifestações espontâneas da criança e, nesse sentido, se identifica como atividade.

3.4.2. Atividade

A atividade é uma manifestação espontânea e deve ser respeitada. Por atividade, Montessori entende não apenas a atividade física, mas também, e principalmente, a atividade mental, reflexiva. O objeto básico do processo didático Montessoriano é educar para a atividade e para o trabalho, e não para a imobilidade, a passividade ou a obediência cega. A aprendizagem é concebida, portanto, como um processo ativo.

3.4.3. Vitalidade

Considera a vida em pleno desenvolvimento como o bem supremo.. Assim sendo, concebe a infância como uma etapa natural nesse processo de desenvolvimento e

lhe atribui um sentido próprio. A infância não é uma fase negativa que deva acabar logo, mas um período necessário, que deva ser plenamente vivido.

3.4.4. Individualidade

A educação deve respeitar as diferenças individuais e a liberdade deve permitir o desenvolvimento da personalidade e do caráter individual.

3.5. Material Didático

A pedagoga Maria Montessori idealizou um conjunto de materiais didáticos todos com o objetivo de ajudar no desenvolvimento e construção do conhecimento da criança, entre eles estão o “Material das Contas” e o “Material Dourado Montessori”.

3.5.1. Material das Contas

Este Material está aqui apresentado pelas palavras de Maria Montessori. *“Preparei também, para os maiorezinhos do curso elementar, um material destinado a representar os números sob formas geométrica. Trata-se do excelente material chamado material das contas. As unidades são representadas por pequenas contas amarelas; a dezena é formada por uma barra de dez contas enfiadas num arame bem duro. Esta barra é repetida dez vezes em dez outras barras ligadas entre si, formando um quadrado, “o quadrado de dez”, somando o total de cem. Finalmente, dez quadrados sobrepostos e ligados formando um cubo, o “cubo de dez”, isto é, 1000”.* Faremos uso dessas Contas douradas para no software calcular a raiz quadrada de um número e essas mesmas contas douradas acabaram se transformando em cubos que hoje formam o material dourado Montessori.

3.5.2. Material Dourado Montessori

Este material, conforme mostra a figura 3, destina-se a atividades que auxiliem o ensino e a aprendizagem do sistema de numeração decimal-posicional e dos métodos para efetuar as operações fundamentais, ou seja, os algoritmos. No ensino tradicional as crianças acabam “dominando” os algoritmos a partir de treinos cansativos, mas sem compreenderem o que fazem. Com o material dourado a situação é outra: as relações numéricas abstratas passam a ter uma imagem concreta, facilitando a compreensão. Obtém-se então, além da compreensão de algoritmos, um notável desenvolvimento do raciocínio e um aprendizado bem mais agradável.

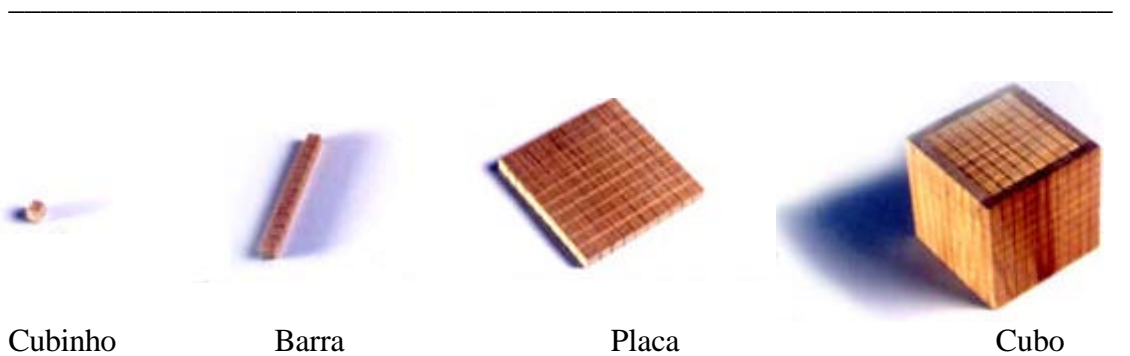


Figura 3.1 – Material Dourado Montessoriano

A tabela abaixo mostra os valores e equivalência das peças que compõem o Material Dourado Montessoriano. Vale salientar que com este material as relações numéricas abstratas passam a ter imagem concreta. No capítulo 5 faremos uso desse material para calcular a raiz cúbica de um número.

Nome	Valor
Cubinho	1 unidade
Barra	1 dezena
Placa	1 centena
Cubo	1 milhar

Tabela 1 – Valores Representativos do Material Dourado

3.6. Outras Considerações

Assim, as diretrizes metodológicas de Maria Montessori basearam-se na construção da personalidade da criança através do trabalho, do ritmo próprio, da liberdade, da ordem, do respeito e da normalização. Esta metodologia será considerada para fundamentar a construção do software **'Raízes'**.

4. Raízes; Ambiente Computacional para aprendizagem Matemática

Denomina-se **‘Raízes’** o software educacional elemento principal desta dissertação, o qual será apresentado neste capítulo.

Para utilização deste ambiente, torna-se importante destacar as contribuições das fundamentações teóricas descritas anteriormente.

O Construcionismo definido por Papert [PAP 80], porque pretende-se que alunos e professores ao utilizarem este ambiente possam de fato interagindo com o computador construir o conhecimento na resolução de problemas que envolvam: raízes quadradas; raízes cúbicas e raízes de equações do segundo grau.

Pretende-se através do método Montessoriano e de seus materiais didáticos fazer uso de várias aplicações no campo da matemática e que estes sejam utilizados de tal forma que esta ferramenta como instrumento educacional traga versáteis possibilidades de crescimento ao processo ensino aprendizagem, respeitando a individualidade e o ritmo de aprendizagem de cada um.

4.1. Software Educacional; ‘Raízes’.

O elemento final desta dissertação é o software educacional denominado **‘Raízes’** que possibilita ao seu usuário encontrar raízes quadradas; raízes cúbicas e raízes de equações do segundo grau utilizando um modelo de construção destas raízes. Tendo uma apresentação mais explícita no capítulo 5. Neste ambiente computacional de aprendizagem matemática será disponibilizado ao usuário meios para que o mesmo chegue a solução do problema. No software **‘Raízes’** a resposta final não será dada ao usuário mediante o toque na tela ou no monitor, pois isto implicaria no paradigma Instrucionista.

Neste software, o professor assume o papel de mediador colaborando na interface aluno-computador de modo que o aluno possa chegar a solução coordenando relações simples com o material didático Montessoriano e sua base teórica e desta forma construir o conhecimento neste ambiente computacional desafiador no qual o computador auxilia o professor a promover o desenvolvimento da autonomia, da criatividade, e da auto-estima do aluno.

Constance Kamii, discípula de Piaget diz que “ *A autonomia intelectual como finalidade de educação requer que as crianças não sejam levadas a dizer coisas nas quais não acreditam com sinceridade*” [KAM 95] “...*A criança progride na construção do conhecimento lógico-matemático coordenando relações simples.*” id. *ibid.*, este procedimento é utilizado em ‘**Raízes**’ onde o aluno deixa de ser o receptor de informações para tornar-se o responsável pela construção de seu conhecimento, fazendo uso da Metodologia Montessoriana, para buscar, selecionar, relacionar e inter-relacionar informações significativas na exploração, reflexão, representação de suas próprias idéias, seguindo seu ritmo de pensamento.

4.2. Justificativa

O ensino de matemática atualmente é apresentado de forma desinteressante para o jovem. Determinados conteúdos são “ensinados” sem que se mostre sua utilidade e aplicação levando a destruir a auto-estima do jovem, encaminhando-o para uma subordinação a crenças e autoritarismo , a forma de avaliação não deixa resultados positivos pois sua forma Instrucionista se preocupa apenas com o resultado final “receitas prontas “ e não com a construção lógico-matemática deste resultado.

O problema está em como estimular os jovens a buscar novas formas de pensar, de procurar, de selecionar informações, de construir seu jeito próprio de trabalhar o conhecimento e de reconstruí-lo continuamente atribuindo-lhe novos significados, ditados por seus interesses e necessidades. Como desperta-lhes o prazer a habilidade da escrita; a curiosidade para buscar dados, trocar informações, construir peças gráficas e

aprender a aprender matemática, sendo o computador um excelente meio para atingir este fim.

O uso da Informática na Educação não implica em ensinar os velhos conteúdos de forma eletrônica, por meio de telas iluminadas animadas e coloridas. É evidente que conteúdos das Ciências ou mais especificamente Matemática não podem ser trocados por uma busca de dados descontextualizados, estatísticas frias, gráficos coloridos ou outras relações virtuais que estabelecem por meio de uma tela que pode adular os problemas que devemos encarar de frente.

Construir ambientes computacionais para aprendizagem matemática de forma a utilizar a abordagem Construcionista, significa propiciar as condições para o usuário agir, refletir sobre seu conhecimento em todas as fases pelas quais ele passará para chegar a solução procurada, o software **'Raízes'** foi idealizado como meio para atingir este fim.

O software **'Raízes'** vem de encontro aos Parâmetros Curriculares Nacionais, volume 3 que se referindo a disciplina Matemática afirma que : *“A insatisfação revela que há problemas a serem enfrentados, tais como reverter um ensino centrado em procedimentos mecânicos, desprovidos de significados para o aluno. Há urgência em reformular objetivos, rever conteúdos e buscar metodologias compatíveis com a formação que hoje a sociedade reclama.”* E continua afirmando [PCN 97 a] *“A atividade matemática escolar não é olhar para as coisas prontas e definitivas, mas a construção e apropriação de um conhecimento pelo aluno, que servirá dele para compreender e transformar sua realidade.”* Daí fica a colaboração para a disciplina matemática através da ferramenta **'Raízes'**.

4.3. Delimitação da ferramenta 'Raízes'

Este é um software criado para auxiliar o usuário a encontrar raízes quadradas, raízes cúbicas e raízes de equação do segundo grau de forma Construcionista,

obedecendo ao grau de aprendizagem deste usuário, não realizando contas ou cálculos, mas buscando construir sua solução.

Além disto, a introdução de **‘Raízes’** na escola deve também incrementar a qualidade de ensino realizado pelos professores. Isto significa que as atividades computacionais deverão ser integradas as atividades desenvolvidas em sala.

4.4 Metodologia para utilização de **‘Raízes’**

Na metodologia utilizada para o software **‘Raízes’** é possível identificar como as estruturas lógico-matemáticas estão sendo trabalhadas tal ação é provocada por situações desafios que levam o aluno a tomar decisões.

Com relação a situações desafios Constance Kamii afirma *“Se os adultos criarem atmosfera que indiretamente encoraja o pensamento, as crianças surgirão com uma quantidade de relações que nos surpreendem. As crianças que são encorajadas a tomar decisões são encorajadas a pensar, isto favorece a autonomia da criança”* [KAM 95]. As metodologias utilizando as fundamentações teóricas desta dissertação nos dizem o seguinte:

4.4.1. Quanto ao Construcionismo

No software **‘Raízes’** ao interagir com o computador o usuário descreverá qual problema deseja buscar solução. O computador executa fielmente a descrição fornecida. O resultado obtido é fruto somente do que foi solicitado a máquina, se o resultado não corresponde ao que era esperado, o usuário tem que detectar e corrigir erros. O processo de achar e corrigir erros constitui uma oportunidade única para o usuário aprender sobre determinado conceito deste software envolvido na solução de problemas, desta forma o software levará o usuário a construir a solução desejada.

4.4.2. Quanto ao método de Maria Montessori

A metodologia utilizada para **'Raízes'** encontra através do método de Maria Montessori uma ferramenta que avança de acordo com o ritmo de aprendizagem do usuário. Seu caráter lógico-matemático pode ser um grande aliado no desenvolvimento cognitivo do usuário, principalmente na medida em que ele permite um trabalho que respeita os distintos ritmos de aprendizagem. Alguns materiais didáticos Montessorianos serão utilizados interagindo com o computador para construção de soluções procuradas.

4.6. Público Alvo

Professores, alunos ou outras pessoas interessadas em construir soluções de problemas que envolvam os assuntos abordados por **'Raízes'** e concomitantemente queiram conhecer diferenciais entre a exploração tecnológica computacional e ação pedagógica com o uso do computador e as teorias educacionais.

No capítulo seguinte serão apresentados o software e as etapas para utilização do mesmo.

5. Apresentação da Ferramenta ‘Raízes’

5.1. A Ferramenta Computacional

O Problema da aprendizagem implica no problema do conhecimento. No caso do computador, o conhecimento é construído através de diálogo com a máquina através de suas interfaces gráficas, ou linguagem de programação. Esta, por sua vez, deverá colaborar para a compreensão do conhecimento no aprendiz ao esclarecer o funcionamento de sua mente, para o aumento da possibilidade de retenção do aprendido e para o desenvolvimento da autonomia intelectual.

O software ‘**Raízes**’ constitui-se como uma ferramenta para utilização em ambientes educacionais. A ferramenta em si permite ao usuário através de objetos virtuais (figuras geométricas planas ou espaciais) encontrar as raízes quadradas, raízes cúbicas, raízes da equação do 2^o grau. A ferramenta deverá também possuir alguns componentes básicos, tais como:

- Ambiente Computacional composto por objetos e cenários;
- Interface fácil que permita que o usuário interaja de modo simples com o software.

A navegação pelo ambiente será realizada através do mouse, e será implementado de tal forma que possa: permutar, rotacional, construindo novas figuras geométricas, formando desta maneira os cenários do ambiente como na figura 3.2 abaixo, através deste novo objeto gráfico, que passa a ser a extensão do Material Dourado Montessoriano no Computador o usuário construirá, em sua mente: conceito e soluções para os problemas apresentados. A ferramenta deverá ser capaz de criar novos cenários ou excluir cenários existentes, tudo através de comandos que serão disponibilizados na tela do micro numa barra de ferramentas.

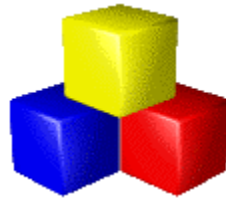


Figura 3.2 – Cubos – Extensão do Material Dourado no Computador

5.2 Interface

É a parte do sistema computacional com a qual o usuário entra em contato por meio do plano físico, perceptivo e cognitivo. Ou ainda, interface é a fronteira comum entre o computador e o homem. O objeto principal de estudo é o homem. Mas o objeto de interesse prático é o computador.

No Software **'Raízes'** o programa dará ao usuário respostas diretas e contínuas, através de toques no mouse a tela mudará interativamente, isto sendo realizado através de uma interface amigável composta por uma tela principal, barra de ferramentas e menu.

5.3. Tela Principal.

A tela principal terá a seguinte apresentação;

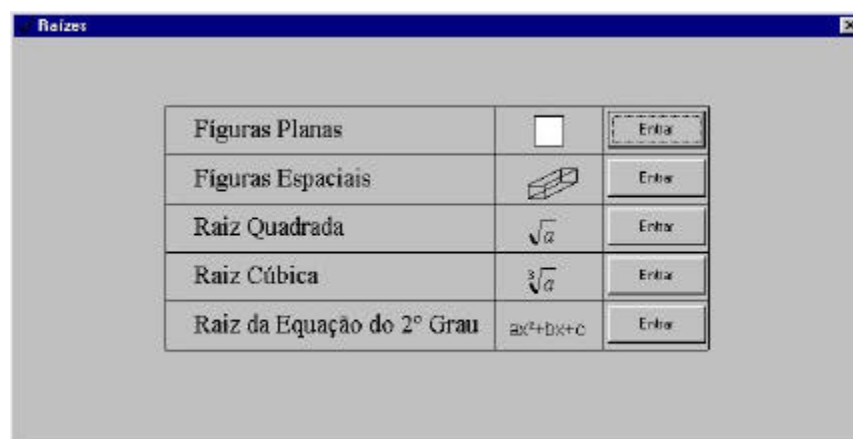


Figura 4 – Tela Principal

Ao selecionar na figura 4 um dos itens e clicar na tecla “Enter” o usuário terá a sua disposição, uma segunda tela com definição e propriedades dos elementos envolvidos. Esta segunda tela virá com uma barra de ferramentas através da qual todos os comandos estarão disponíveis para utilização do software.

5.4. Barra de Ferramentas

Neste software a Barra de Ferramentas será utilizada como painel de controle através do qual o usuário executará a interface com o programa, conforme mostra a figura 5.



Figura 5 – Barra de Ferramentas

Os botões da figura acima têm as seguintes atribuições:

- Tela Principal – Retornar a tela principal – figura 4 – com todas as definições necessárias para utilização do software ‘**Raízes**’.
- Raiz Quadrada – Definir raiz quadrada e inicializar os procedimentos para o uso do software ‘**Raízes**’.
- Raiz Cúbica – Definir raiz cúbica e inicializar os procedimentos para o uso do software ‘**Raízes**’.
- Raízes da equação do 2º grau – definir equações do 2º grau, zeros desta equação e inicializar os procedimentos para o uso do software ‘**Raízes**’.
- Ajuda – Orientar o usuário como proceder para utilização da ferramenta.

5.5. Interação com o software 'Raízes'

A interação com o software será através de uma interface amigável, esta por sua vez será disponibilizada na tela do micro em forma de botões permitindo ao usuário manipular objetos utilizando os seguintes comandos:

- Iniciar – Permite iniciar o cálculo desejado.
- Apagar – Permite apagar o último comando.
- Excluir – Permite excluir todos os comandos realizados.
- Construir – Permite construir: linhas colunas ou paralelepípedos.

A disposição deste comandos na tela do micro estão representados na figura 6 abaixo:

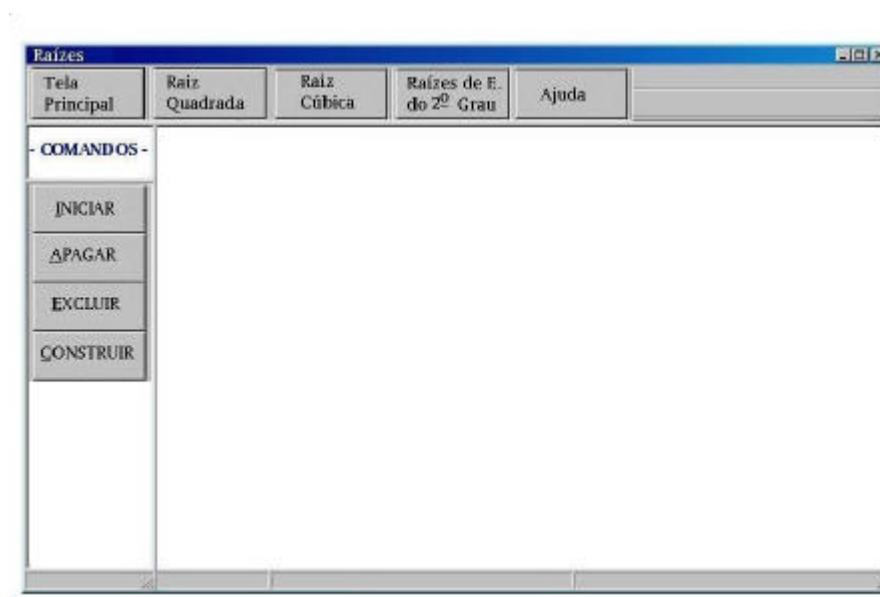


Figura 6 – Área de trabalho e de Comandos.

Por ser um processo interativo, cada comando depois de acionado, apresentará uma nova tela que pode ter os seguintes comportamentos:

- Responder uma frase;
- Responder com uma figura.

5.6. Desenvolvimento do Software

A seguir, passaremos aos exemplos dos cálculos de raiz quadrada, raiz cúbica e equações do 2º grau utilizando o software ‘**Raízes**’.

5.6.1. – Cálculo da Raiz Quadrada

Ao acionar a tecla RAIZ QUADRADA da figura 4, aparecerá a tela representada pela figura 6, em seguida, o usuário deverá clicar em INICIAR no lado esquerdo da tela, este comando, uma vez acionado responde com uma nova tela como mostra a figura abaixo.

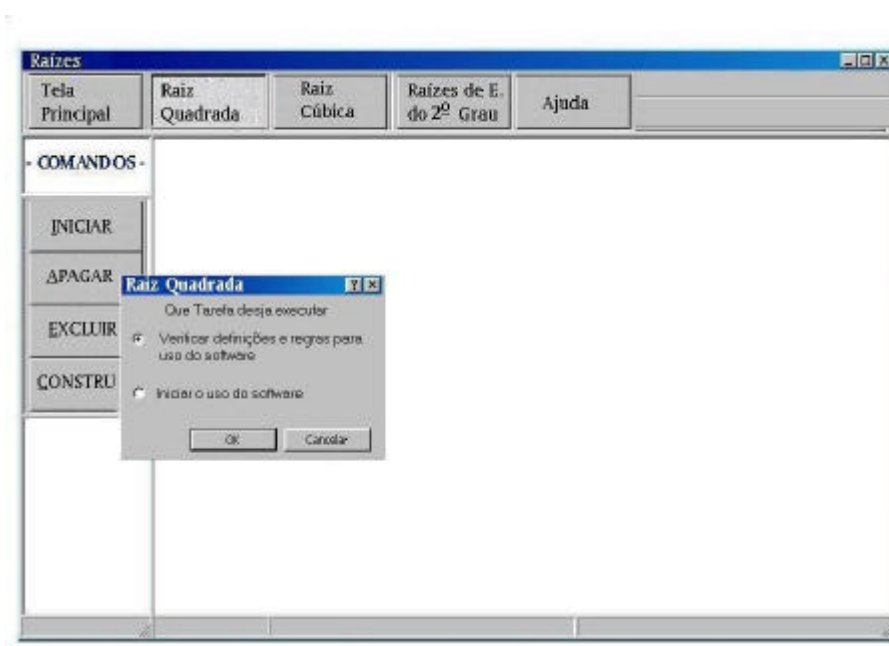


Figura 7 – Tarefas a Executar

Se o usuário está utilizando o software pela primeira vez, ou se tem alguma dúvida no tocante as regras para resolução da raiz quadrada, deve dar um clique no botão VERIFICAR DEFINIÇÃO E REGRAS PARA O USO DO SOFTWARE, na tela

menor da figura 7, em seguida, deve dar um clique no botão OK e receberá todas as informações de 'Raízes' como mostra a figura 8, abaixo:

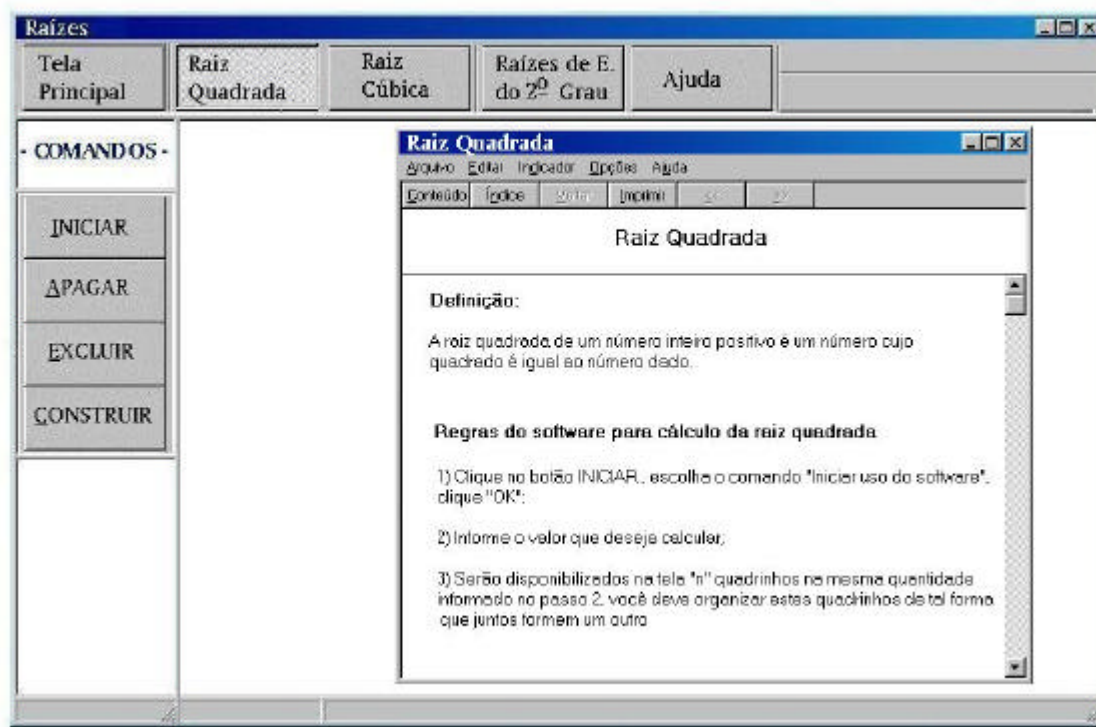


Figura 8 – Definições do Módulo

Ao termino da leitura, o usuário pronto para iniciar os cálculos, ou fechar o programa. Prosseguindo o exemplo, o usuário deve dar um clique em INICIAR CÁLCULO que encontra-se na barra de ferramentas da janela menor de acordo com a figura 8 acima, neste caso, será disponibilizada uma nova tela na qual o usuário informa o valor que deseja conhecer sua raiz quadrada conforme mostra a figura 9 abaixo:

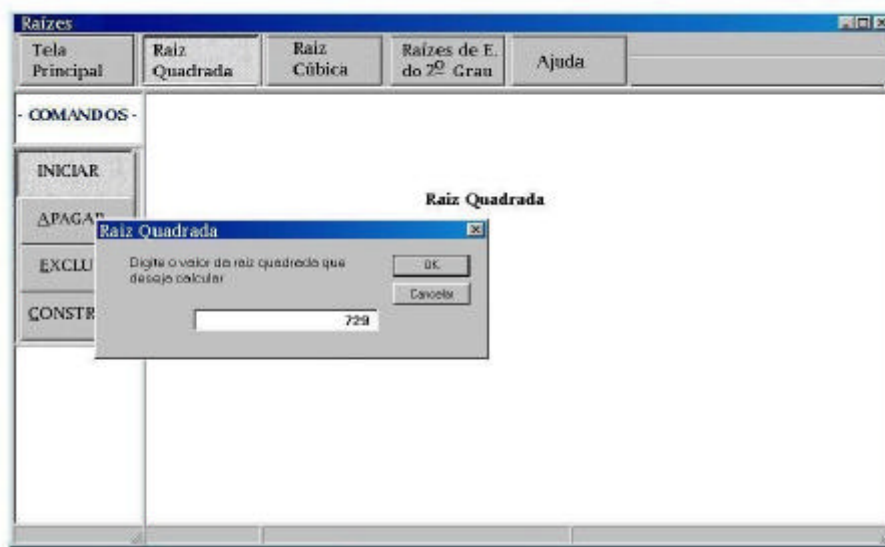


Figura 9 – Entrada de Dados

Dando continuidade, deve-se clicar na tecla OK, na tela menor da figura 9 acima. O usuário terá agora a sua disposição 729 quadradinhos que correspondem a raiz quadrada que deseja calcular, conforme foi solicitado na etapa anterior. Estes quadradinhos aparecem em ordem aleatória como mostra a figura 10.

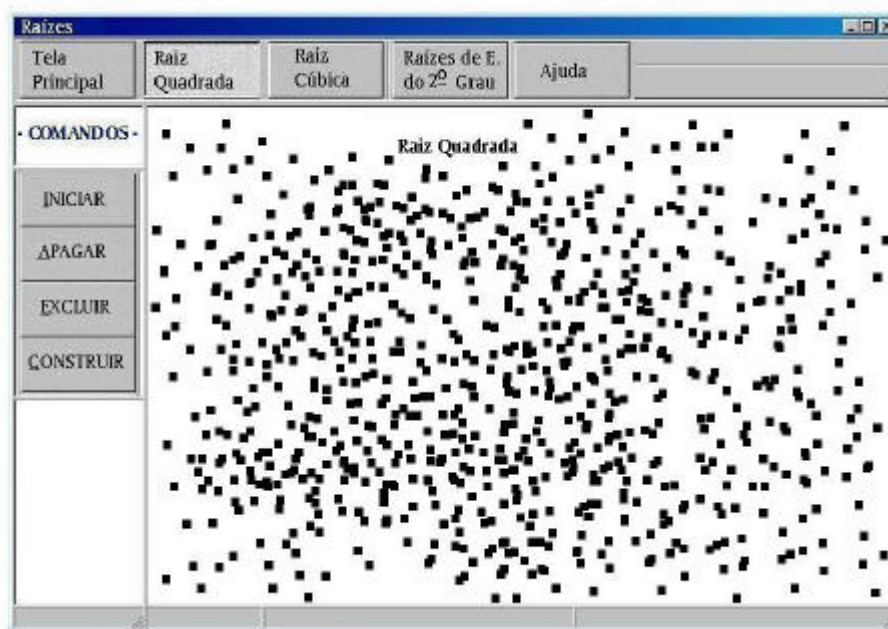


Figura 10 – Resposta a Entrada de Dados

Nesta tela, o usuário deve aplicar a definição de quadrado e construir com os 729 quadradinhos um único quadrado maior; para isto, fará uso do mouse para: selecionar, mover ou largar o quadradinho escolhido. Esta ação poderá ser realizada isoladamente para cada quadradinho, no caso de números pequenos, ou conjuntamente para vários quadradinhos selecionados e informando esta quantidade através do botão CONSTRUIR como mostra a figura 11 abaixo:

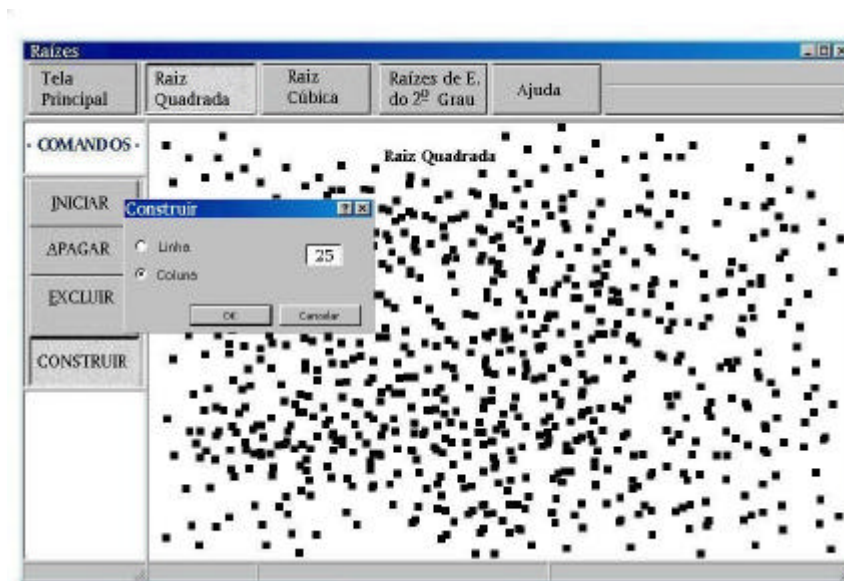


Figura 11 – Construção de Linhas ou Colunas.

No nosso exemplo foram escolhidas colunas constituídas cada uma delas por 25 quadradinhos menores, estas colunas, apresentam-se em ordem aleatória devendo o usuário, utilizando o mouse, movimentar tais colunas tentando formar um único quadrado. Sempre que o usuário construir um quadrado ou retângulo o software 'Raízes' mostrará sua dimensão, na primeira tentativa o usuário chegou a situação apresentada pela figura 12.

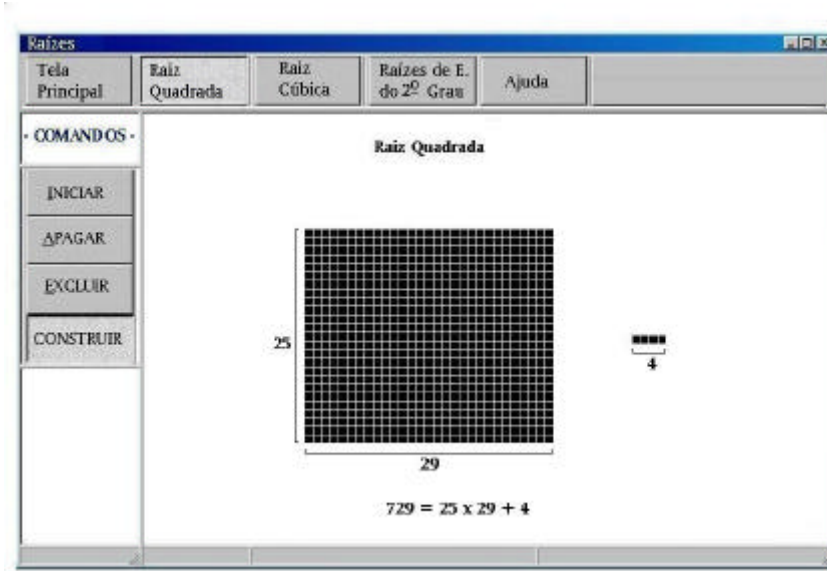


Figura 12 – Linhas e Colunas Construídas.

Neste caso, o usuário percebeu que sua ordenação das colunas, não resultou no objetivo final, o quadrado. Passou então a reorganizar os quadradinhos e depois de poucas tentativas chegou ao quadrado procurado, fato este confirmado pelo software **‘Raízes’** no lado inferior da tela. Observe na figura 13 que o quadrado maior tem, em qualquer um dos seus lados, o tamanho de 27 quadradinhos, este fato justifica que a raiz quadrada de 729 é 27.

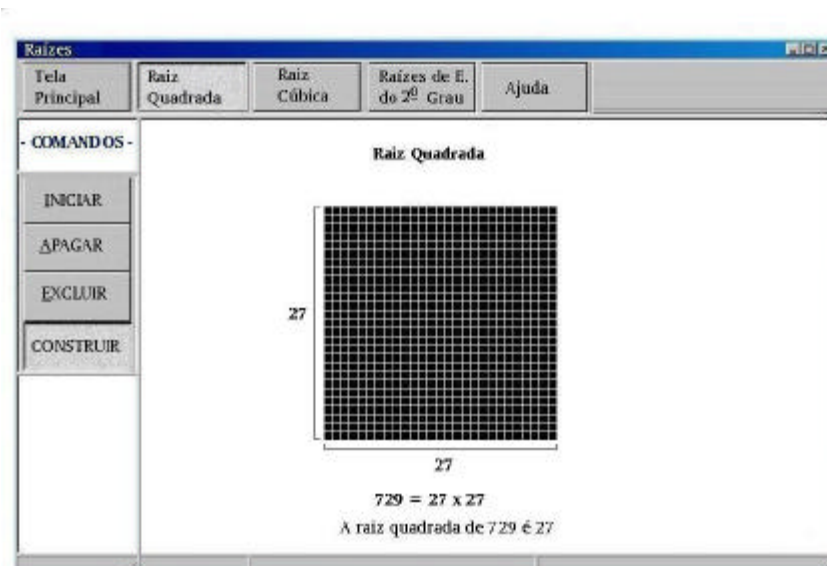


Figura 13 – Raiz quadrada Exata.

Ao chegar nesta etapa, seguindo o paradigma construcionista, o professor entrará como mediador, ajudando o aprendiz a construir conceitos a partir da interface gráfica. A idéia é fazer com que o aluno crie uma relação da figura com a raiz quadrada, diferenciando quando a mesma é exata (figura 13), ou não exata (figura 14), desta forma, ele irá formalizar e sistematizar seu raciocínio lógico-matemático, ou seja, construirá em sua mente a regra para determinação das raízes quadradas.

Considere agora o exemplo, no qual o usuário deseja calcular a raiz quadrada de 123, após passar por todos os passos, chega-se a conclusão que a raiz procurada não é exata, fato este também confirmado no lado inferior da tela na figura 14.

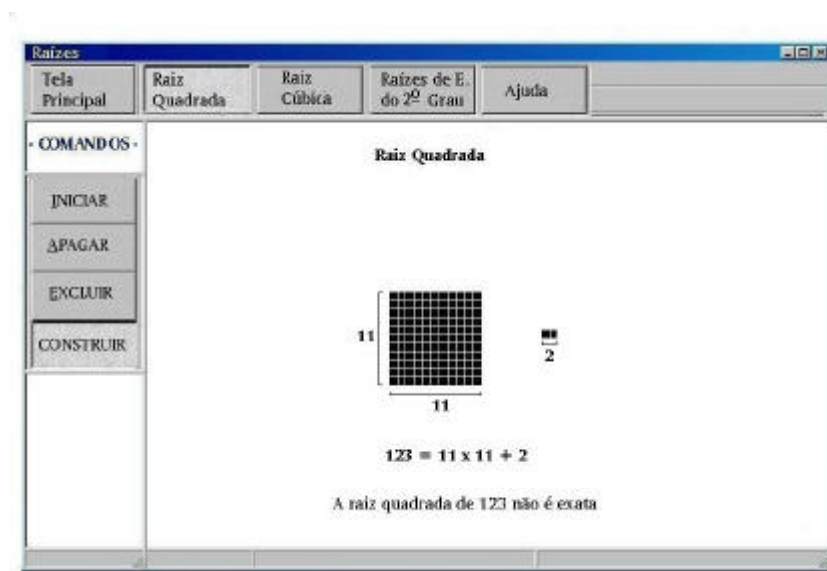


Figura 14 – Raiz quadrada Não Exata.

5.6.1.1.– Comportamento da Raiz Quadrada

Para um entendimento algébrico do software ‘**Raízes**’ sugere-se a leitura do artigo escrito pelo professor Luiz F. J. Maia [MAI XX] que serviu de fundamentação para descrever o comportamento matemático implícito na ferramenta no tocante a raiz quadrada.

Um quadrado é uma figura plana de 4 lados iguais e ângulos de 90° . A ordenação correta de pequenos quadrados gera um quadrado maior.

Denotemos por $Q(x)$ o quadrado maior, formado por x quadradinhos na linha e respectivamente a mesma quantidade na coluna como mostra a tabela abaixo:




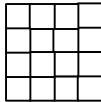
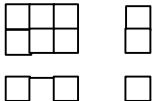
Denotação	Figura	Quantidade de Elementos
$Q(1)$		1
$Q(2)$		4
$Q(3)$		9
$Q(4)$		16
...
$Q(n)$		$n \times n$

Tabela 2 – Disposição dos Quadrados

Como mostra a tabela acima, um quadrado de lado n , tem exatamente **n linhas e n colunas**, sua área, portanto é dada por $Q(n) = n \times n = n^2$. Existe uma relação entre os quadrados da tabela dada. Se o usuário deseja ampliar os quadrados, verificará o seguinte comportamento:

- Para ampliar $Q(1)$ para $Q(2)$ precisa-se acrescentar **três** quadradinhos.
- Para ampliar $Q(2)$ para $Q(3)$ precisa-se acrescentar **cinco** quadradinhos.
- Para ampliar $Q(3)$ para $Q(4)$ precisa-se acrescentar **sete** quadradinhos.
- Para ampliar $Q(4)$ para $Q(5)$ precisa-se acrescentar **nove** quadradinhos e assim sucessivamente.

De forma mais geral, para ampliar um quadrado $Q(n)$ para um quadrado imediatamente superior $Q(n + 1)$, faz-se necessário acrescentar uma linha e uma coluna, ambas com **n elementos** mais elemento para fechar o canto, ou seja $2n + 1$, esta relação pode ser expressa por:

$$Q(n + 1) = Q(n) + (2n + 1) \quad (1)$$

De acordo com as conclusões de Maia [MAI XX] e observando o quadro 1, podemos afirmar que o quadrado de n é a soma dos n primeiros números ímpares, ou de outra forma:

$$Q(n) = \sum_{k=1}^n (2k - 1) \quad (2)$$

Isto é evidente, pois um quadrado de tamanho n , é formado pelos K valores do tipo $2k - 1$ e $1 \leq K \leq n$. Como exemplo, considere $n = 3$ e de acordo com (2), teremos $Q(3): 1 + 3 + 5 = 9$ quadradinhos.

Este modelo matemático, por sua vez, permite ao usuário calcular a raiz quadrada que aqui é definida como o inverso do quadrado. Voltando ao exemplo do parágrafo anterior, podemos afirmar que a raiz quadrada de 9 é igual a 3, ou seja, o quadrado formado por 9 quadradinhos tem exatamente lado igual a três.

5.6.2. – Cálculo da Raiz Cúbica

Para o cálculo da raiz cúbica o procedimento é análogo ao cálculo da raiz quadrada, a única diferença é que no caso de raiz quadrada trabalhamos com uma figura plana, no caso de raiz cúbica passaremos a trabalhar com uma figura espacial. No Nosso exemplo o usuário deseja calcular a raiz cúbica de 8, com isto, terá 8 pequenos cubos e deverá junta-los formando um único cubo. Observe que acionando o comando CONSTRUIR, a interface dará condições para se trabalhar com os cubinhos em conjunto como mostra a figura 15.

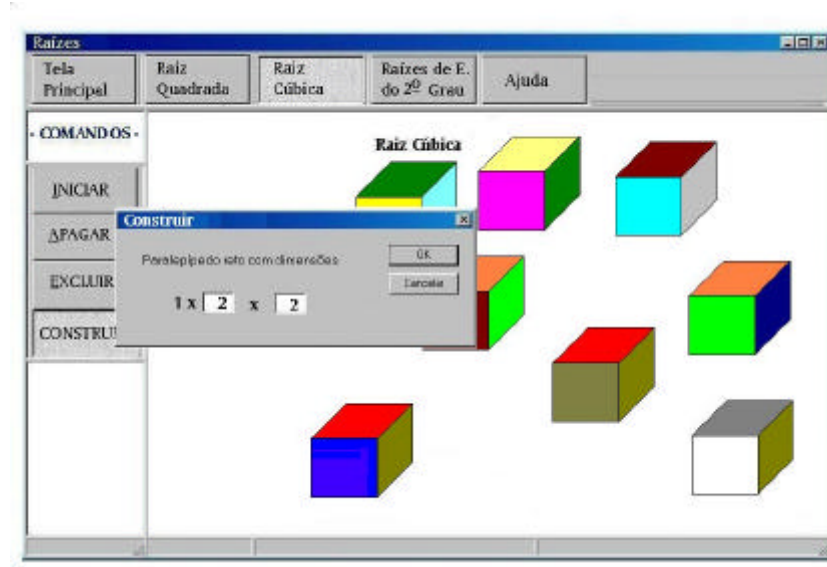


Figura 15 – Dimensão do Paralelepípedo.

Após a etapa acima e seguindo os mesmos procedimentos utilizados anteriormente, com relação ao cálculo de raiz quadrada, o usuário alcança o objetivo final que é montar o cubo maior para conhecer sua raiz, note que qualquer lado deste novo cubo é formado por dois cubinhos menores, como mostra a figura 16.

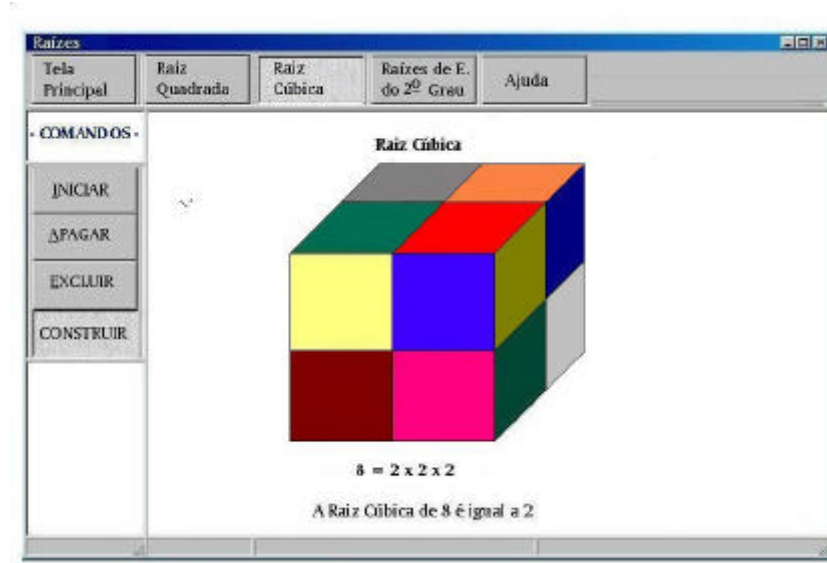


Figura 16 – Raiz Cúbica Exata.

Considere o exemplo, onde o usuário deseja calcular a raiz cúbica de 9, depois de passar por todas as etapas, o usuário verificou que este valor não tem raiz cúbica exata, fato este confirmado na parte inferior da tela, como mostra a figura 17.

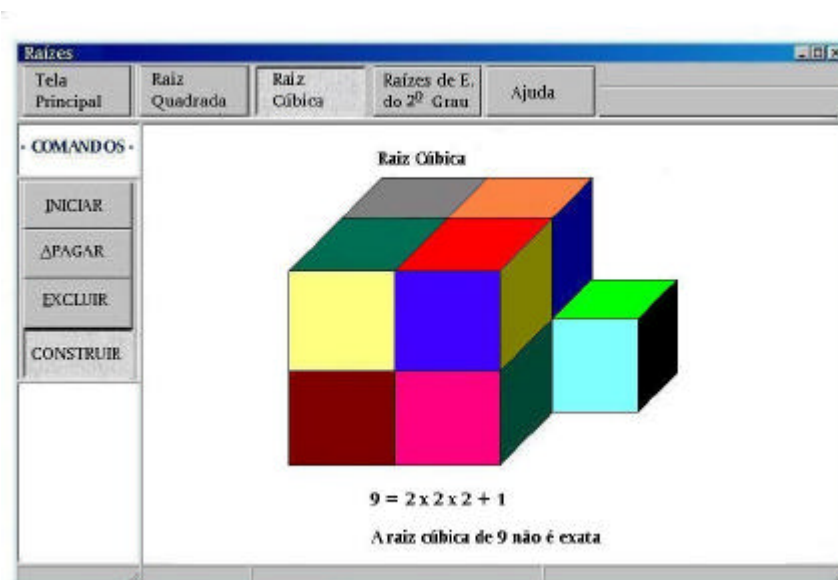


Figura 17 – Raiz Cúbica Não Exata.

5.6.3. – Cálculo das Raízes de uma Equação do 2º grau

Para encontrar as raízes de uma equação do 2º grau, fazendo uso do material dourado Montessoriano, o usuário deverá formar um retângulo com o material disponibilizado na tela, em seguida deverá escrever a equação do 2º grau de forma fatorada,

$$ax^2 + bx + c = (x + p).(x + q) \quad (3)$$

os valores simétricos a **p** e a **q** em (3) são as raízes da equação dada, pois estamos calculando os valores de x tais que $x_1 + p = 0$, logo $x_1 = -p$, conseqüentemente, $x_2 + q = 0$, teremos $x_2 = -q$. Considere o exemplo abaixo onde o usuário já passou pela figura 4 e escolheu o comando RAÍZES DA EQUAÇÃO DO 2º GRAU tendo obtido a respectiva definição, em seguida, etc deve clicar no comando Iniciar do lado esquerdo da tela, onde vai ter como resposta uma nova janela como mostra a figura 18.

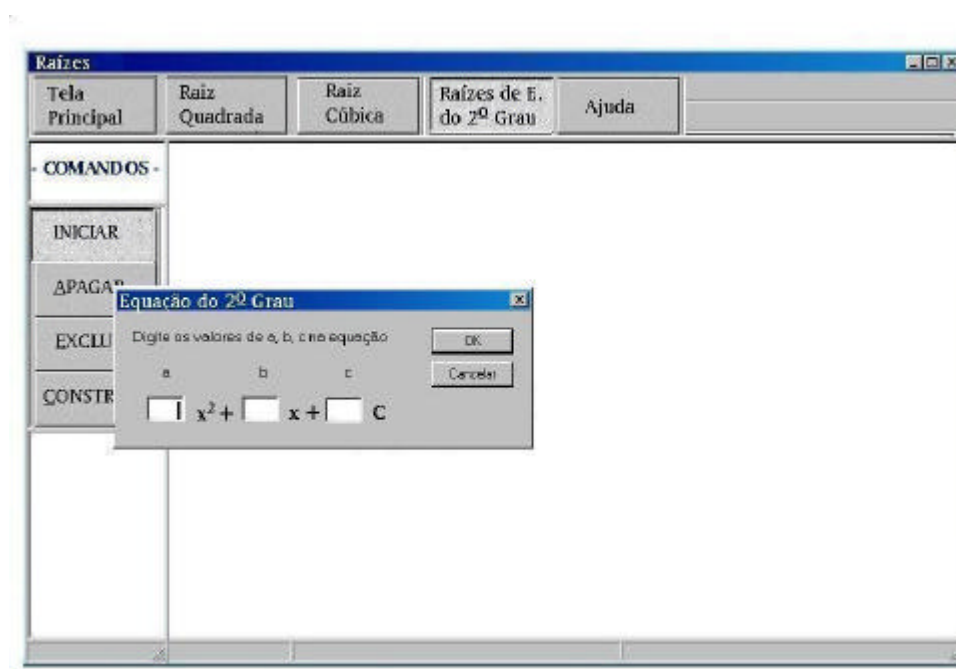


Figura 18 – Coeficientes da Equação do 2º grau.

Continuando o exemplo, suponha que o usuário deseja calcular as raízes da equação $x^2 + 3x + 2$ que após ter sido digitada e acionada a tecla OK, na janela menor da figura 18, o software 'Raízes' disponibilizará o material montessoriano como mostra a figura 19.

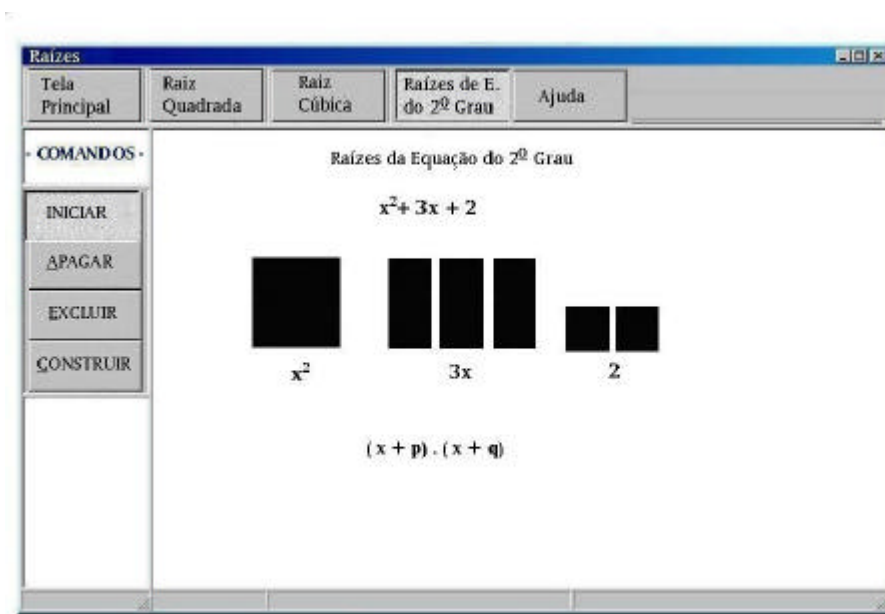


Figura 19 – Construção da Equação do 2º grau

Com o material montessoriano disposto como mostra a figura 19, e com o uso do mouse, o usuário deve formar um retângulo, o passo seguinte é informar, observando o retângulo os valores de **p** e **q** como mostra a figura abaixo.

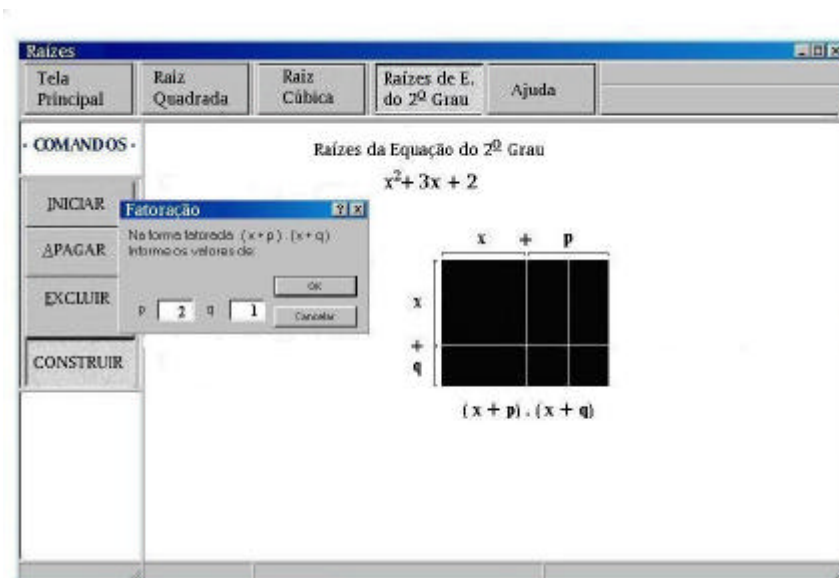


Figura 20 – Construção das Raízes da Equação do 2º Grau.

Caso a indicação do usuário seja correta, fato este discutido com o professor, o usuário deduzirá a resposta final da forma fatorada, como mostra a figura 21.

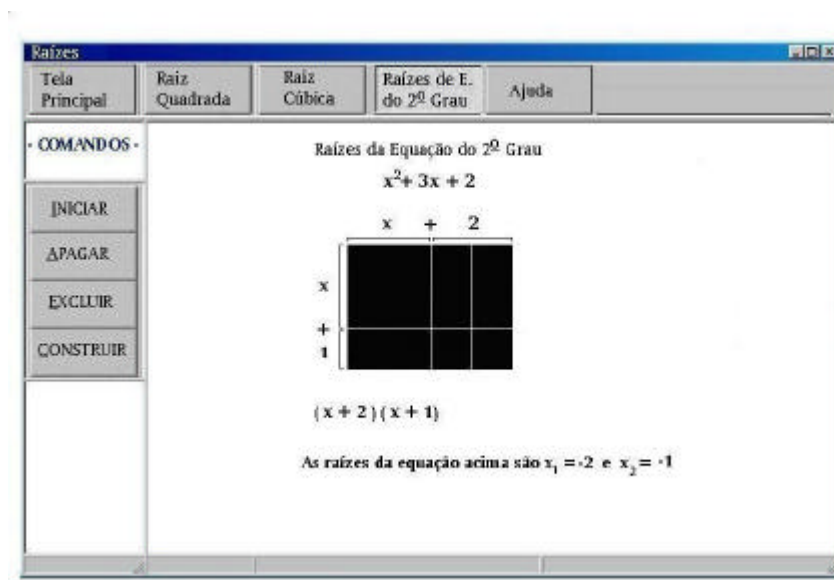


Figura 21 – Encontrando as Raízes da Equação do 2º Grau.

Este mesmo procedimento pode ser usando manualmente, mas neste caso, seria bastante trabalhoso calcular as raízes de uma equação do tipo $x^2 + 32x + 255$. Esta é uma vantagem de resolver tal situação no computador buscando uma construção sólida do saber.

5.7. Avaliação do Software

A ferramenta ‘**Raízes**’, depois de implementada será avaliada em algumas escolas de Ensinos Fundamental e Médio, possivelmente nas cidades de Jarú, Ouro Preto, Ji-Paraná, Presidente Médici e Cacoal, o procedimento será o seguinte; faremos uma apresentação do programa aos professores destes municípios, onde os mesmos farão uso deste software, em seguida, cada professor levará para seus alunos e fará aplicação com os mesmos. Ao utilizarem a ferramenta , professores e alunos responderão um questionário onde farão suas críticas sobre o software, comparando a forma tradicional de ensino e o método usando ‘**Raízes**’.

Em Ji-Paraná, existe a implantação de um programa do MEC com o nome de PROINFO, através deste programa está sendo construído um laboratório de informática para atender professores e alunos das escolas públicas, é neste laboratório que pretendemos expor a ferramenta para os professores, além do laboratório do Campus da UNIR nesta cidade.

6. Conclusões

Este Capítulo, apresenta de forma sumarizada as considerações finais e também sugestões de trabalhos futuros partindo do software **'Raízes'** apresentado no capítulo anterior.

6.1. Considerações Finais

Um dos grandes problemas existentes no atual sistema de ensino é o alto índice de aversão a disciplina matemática, haja visto a forma tradicional como a disciplina é trabalhada. O ensino de matemática não é só, e somente só complexo, é também grande responsabilidade conferida ao educador que se dedica a transmitir tal disciplina num universo que está em constante desenvolvimento.

É, portanto, responsabilidade da escola e do professor acompanhar o desenvolvimento mental do aprendiz, fazendo uso e adequando os meios e métodos pedagógicos que resultem na construção do conhecimento por parte do aluno. O software **'Raízes'** objeto deste trabalho vem de encontro a esta nova prática pedagógica, pois é caracterizado por um ambiente computacional para a aprendizagem da matemática exploratória, construindo conceitos através de um pensar consistente.

Neste ambiente computacional, o contexto é altamente exploratório, e o usuário constrói soluções através de uma interface amigável, fortalecendo a construção das estruturas cognitivas resultado obtido através desta exploração.

Mas, o uso do computador no processo ensino-aprendizagem ainda traz algumas preocupações aos seus grupos de pesquisas; uma delas é, encontrar paradigmas para melhor exploração da tecnologia.

O uso do computador aplicado a educação deve ser realizado de tal forma que o professor seja o dinamizador das experiências e atividades pedagógicas. É' preciso criar

situações que envolvam o trabalho colaborativo, simular problemas e resolvê-los de forma compartilhada e criativa. Por outro lado, as experiências já possuía pelos alunos, não devem ser de modo algum subestimadas e deixados de serem consideradas. O professor deve estar convicto de que quando se trata de uma experiência no campo mental, não basta apenas que a transmissão verbal seja bem estruturada do ponto de vista do adulto. Se faz necessário que o professor encontre no aprendiz e para o aprendiz instrumentos de assimilação, da mesma forma como foi criado o software **'Raízes'**.

Neste sentido, com esta preocupação e seguindo o modelo pedagógico de Maria Montessori, o aluno é tido como construtor do conhecimento, ele é capaz de descobrir – usando o software **'Raízes'** – as soluções procuradas e não receber simplesmente estes conhecimentos prontos. Outra vantagem, no tocante a **'Raízes'**, é que o aprendiz pode trabalhar matemática computacional e resolver situações que envolvam grandes quantidades, tais experiências, mesmo sendo utilizada com material montessoriano manualmente, tornaria o processo muito cansativo e moroso.

Com o uso do software **'Raízes'** utilizando a matemática exploratória se potencializou o material de Montessori tornando este novo método muito forte.

Considerando ainda o software **'Raízes'** que se encaixa dentro do paradigma Construcionista, os alunos tornam-se aprendizes mais ativos, não ficando apenas como observadores, já que neste ambiente a participação do aluno é ativa com alto nível de interação. Desta forma, **'Raízes'** além de ser um instrumento educacional.

Mas, a chegada da Informática aplicada ao Ensino de Matemática exige sobre tudo, um novo paradigma educacional, exige mudanças no planejamento da escola, nas ações do educador. Viver num meio de desafios e insatisfações nem sempre foi uma das melhores situações vislumbradas por educadores, mas os desafios enriquecem à prática, fazendo com que todos unam esforços para superar obstáculos.

Em suma, a abordagem adotada neste trabalho não só facilitou a reflexão sobre o atual sistema de ensino no tocante a disciplina matemática como apresentou um novo

método utilizando o computador para cálculo de raízes. Experimentar um novo método, uma nova técnica, necessita antes de tudo, de um espírito aventureiro sem vínculo com o tradicionalismo, os quais já demonstraram não responder aos anseios dos jovens estudantes.

Este trabalho é, portanto, apenas uma pequena, porém significativa, contribuição diante do que se necessita descobrir sobre a Informática aplicada ao ensino de Matemática, bem como formas de incentivar a construção do conhecimento.

6.2. Sugestões para Trabalhos Futuros

Em termos de trabalhos futuros, dentro do paradigma adotado por **'Raízes'** sugere-se:

- Aprimorar o software **'Raízes'** para que se possa resolver produtos notáveis, utilizando a mesma metodologia.
- Aprimorar a concepção do software **'Raízes'** para que se possa calcular raízes quadradas, raízes cúbicas não exatas.
- Realizar avaliação ergonômica e cognitiva do software **'Raízes'**.
- Aprimorar a concepção do software **'Raízes'** para que se possa executar transformação de medidas de área e comprimento.
- Implementar o protótipo desenvolvido.

7. Referências Bibliográficas

- [BIO 99] **BIOGRAFIA** de Maria Montessori.
http://www.netvale.com.br/~mlobato/maria_m.htm
- [BRU 97] BRUCKMAN. A. **Crossing: Construcion, Community, and Learning in a Networked Virtual World for Kids**. PhD Thesis. Program in Media Arts and Sciences, MIT. Cambridge,
<ftp://ftp.media.mit.edu/pub/asb/papers/thesis>. USA. 1997.
- [BUR 97] BURD, B.. **Using the Internet to Teach Software Engineering**. In: **Electronic Proceedings of the INET'97**. Internet Society.
<http://www.isoc.org> USA, 1997.
- [CAR 95] CARRAHER, William D.. **A Aprendizagem de Conceitos Matemáticos com Auxílio do Computador**. In: ALENCAR, E. S. (Org). **Novas Contribuições aos processos de Ensino e Aprendizagem**. Editora Vozes. São Paulo, 1995, pp. 167-199.
- [DAM 93] D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Etnomatemática**. Editora Vozes. São Paulo, 1993.
- [DAN 94] DANTE, L. R. **Didática da Resolução de problemas de Matemática**. Editora Ática. São Paulo, 1994.
- [DIC 98] DICIONÁRIO de informática. 3^a ed. Trad. Gilberto Castro e Valéria Chamon. Editora Campus. Rio de Janeiro 1998.
- [HAD 94] HAIDT, Regina C.C. **Didática Geral**. Editora Ática. São Paulo. 1994. Cap. 8. **Procedimentos do Ensino-Aprendizagem Individualizantes**, pp 154-166
- [HAD 94] -----, **Didática Geral**. Editora Ática. São Paulo. 1994. Cap. 12. **A Informática na Educação**, pp 268-277
- [HAR 92] HARNAD, S.. **Post-Gutenberg Galaxy: the fourth revolution in the means of production of knowledge**.. <http://www.fmi-uni-passau.de/~dorfner/sammlung/Texte/ThePostGutenbergGalaxy>. 1992
- [KAM 95] KAMII, Constance. **A Criança e o Número** . Editora Papyrus, 1995.
- [LAB 96] LABORDE, C. **Duas Utilizações Complementares da Dimensão Social nas Situações de Aprendizado da Matemática**” In: GARNIER, C. et. Al. (org).. **Após Vygotsky e Piaget**. Editora Artes Médicas. Porto Alegre, 1996, pp. 29-45.

- [MAI XX] MAIA, Luiz F. J. **Sobre Números quadrados, triangulares retangulares, a raiz quadrada e outras questões simples e interessantes da matemática como indução e recurção.** UFSC. Florianópolis.
- [PAP 80] PAPERT, S. **Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas.** Basic Books. New York-USA, 1980.
- [PAP 85] PAPERT, S. **Logo: Computadores e Educação.** Editora Brasiliense, São Paulo. 1985
- [PAP 86] PAPERT, S. . **A new opportunity for Elementary Science Education.** A proposal to the National Science Foudation, Massachusetts Institute of Techology, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group. Cambridge, Massachusetts.1986
- [PAP 94] PAPERT, S. **A máquina das Crianças: repensando a escola na era da Informática;** Editora Artes Médicas. Porto Alegre, 1994.
- [PCN 97 a] BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática.** Brasília, 1997.
- [PCN 97 b] BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática.** Brasília, 1997.
- [PIA 72] PIAGET, J. **A Epistemologia Genética.** Editora Vozes, Petrópolis. (1972)
- [PIA 77] PIAGET, J. **Psicologia da Inteligência.** 2ª Ed. Zahar Editores. Rio de Janeiro, 1977.
- [PIA 81] PIAGET, J. e SZEMININSKA, Alina. **A Gênese do Número na Criança.** Trad. Cristiano Monteiro Oiticica. Editora Rio de Janeiro, 1981.
- [RAM 91] RAMOS, Edla M. F. **O Fundamental na Avaliação da Qualidade do Software Educacional.**
<http://www.edit.inf.ufsc.br:1998/album99/referencias/Q3.htm>. 1991.
- [RAM 96 a] RAMOS, Edla M.F. **Educação e Informática – Reflexões Básicas.**
<http://www.edit.inf.ufsc.br:1998/album99/referencias/Q1.htm>. 1996.
- [RAM 96b} RAMOS, Edla M. Faust. **Análise Ergonômica do Sistema Hipernet Buscando o Aprendizado de Autonomia.** Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 1996.

- [RES 96] RESNICK, M. **Distributed constructionism**. In: **Proceedings of the International Conference on Learning Sciences**, Northwestern
<http://www.media.mit.edu/~mres/>.1996.
- [ROG 97] ROGERS, Y. **A Brief Introduction to Distributed Cognition**. Aug
<http://www.coqs.susx.ac.uk/users/yvonner/dcoq.html>. 1997.
- [SKI 80] SKINNER, B. F. **Comportamento Operante**. In. SAHAKIAN, W. S. (org).
Aprendizagem: sistemas, modelos e teorias. Rio de Janeiro. (1980).
- [VYG 98] VYGOTSKY, L.S. **A Formação Social da Mente**. Editora Martins Fontes,
São Paulo, 1998.