

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E GESTÃO  
DO CONHECIMENTO**

**ROSELI BÚRIGO**

**INTEGRAÇÃO ENTRE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL:  
UMA PROPOSIÇÃO NO CONTEXTO DA GESTÃO DO CONHECIMENTO**

**FLORIANÓPOLIS  
2009**

**ROSELI BÚRIGO**

**INTEGRAÇÃO ENTRE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL:  
UMA PROPOSIÇÃO NO CONTEXTO DA GESTÃO DO CONHECIMENTO**

Tese, apresentada à banca examinadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a obtenção do título de Doutora em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Orientador: Prof.Dr Gilberto Montibeller Filho

**FLORIANÓPOLIS  
2009**

**Roseli Búrigo**

**INTEGRAÇÃO ENTRE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO  
AMBIENTAL: UMA PROPOSIÇÃO NO CONTEXTO DA GESTÃO DO  
CONHECIMENTO**

Essa Tese foi julgada e aprovada como requisito para a obtenção do grau de Doutora em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 06 de abril de 2009.

---

Prof. Roberto Pacheco, Dr.  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Gilberto Montibeller Filho, Dr.  
Orientador-UFSC

---

Márcia Machado, Dra  
Secretaria de Planejamento e Gestão-SC  
FUCAP-SC

---

Prof. Francisco Pereira Fialho, Dr.  
EGC-UFSC

---

Prof. Neri dos Santos, Dr. Ing.  
EGC-UFSC

---

Prof. Ademir Damazio, Dr.  
UNESC-Criciúma-SC

---

Prof. Mércles Tadeu Moretti, Dr.  
MTM-UFSC

A Deus, pela presença viva durante essa caminhada.

Aos meus filhos, Luana e Victor, razão primeira da minha vida.

Aos meus pais, José Vânio Búrigo (in memoriam) e Iracema Bergmann Búrigo (in memoriam), pelo exemplo eternamente vivo em nossas memórias.



## AGRADECIMENTOS

A realização desta pesquisa foi possível em virtude do apoio do professor orientador Dr. Gilberto Montibeller Filho que se colocou à disposição, ajudando-me a traçar metas, apontando-me direções, enfim, deixando-me segura para trilhar o caminho do conhecimento.

Ao professor Dr. Ademir Damazio, que com seu estímulo, ajudou-me a seguir nessa jornada.

Ao coordenador do Programa de Pós Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento (EGC) junto a UFSC, professor Dr. Roberto Carlos dos Santos Pacheco, bem como a todo corpo docente e discente do referido programa.

Aos componentes da Banca: Professora Dra Márcia Machado, professor Dr. Francisco Pereira Fialho, professor Dr. Neri dos Santos, professor Dr. Mérciles Tadeu Moretti.

Contei com a colaboração da professora Msc. Fátima Regina da Rosa, cujas contribuições foram imprescindíveis para a conclusão desta pesquisa.

Aos meus colegas Adroaldo, Cláudia, Carlos e Marcos, pelo tempo de convivência, vocês estarão eternamente presentes em meus pensamentos.

A todos os funcionários do EGC e, em especial, meus sinceros agradecimentos ao Airton e Michele, pela cordialidade e presteza em minhas solicitações.

As colegas da Secretaria Acadêmica da Universidade do Extremo Sul Catarinense, pelo carinho e apoio.

A Liege e ao seu filho Vitor, pela acolhida em Florianópolis.

A Diana Colombo Pelegrin, pelo detalhamento da formatação desta Tese.

Aos meus irmãos, irmã, sobrinhos, cunhado (as) por apostarem, incentivarem e se fazerem presentes nessa minha caminhada.

Aos professores e alunos da Escola Estadual de Ensino da cidade de Criciúma-SC, por colaborarem na efetivação deste trabalho.

Obtive da Secretaria de Estado da Educação de Santa Catarina dispensa de minhas atividades laborais junto à rede Pública Estadual de Ensino.

A todos que de uma forma direta ou indireta me apoiaram, meus sinceros agradecimentos.

Sendo o concreto “síntese de múltiplas determinações”, considerar e educação de modo concreto significa aprendê-la no âmago do movimento histórico no qual ela aparece como síntese das relações sociais características de uma sociedade determinada.

(autor desconhecido)

## RESUMO

BÚRIGO, Roseli. **Integração entre Educação Matemática e Educação Ambiental: uma proposição no contexto da Gestão do Conhecimento**, 2009. 200f. Tese (Doutorado) Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, UFSC, Florianópolis-SC.

A Gestão do Conhecimento ganha, cada vez mais, *status* de área fundamental para o desenvolvimento da consciência crítica, como uma das ações para a construção de uma vivência equilibrada do ser humano com seu ambiente natural. Noções como complexidade e transdisciplinaridade que concorrem para o melhor entendimento da sociedade atual e que são ferramentas importantes para a Gestão do Conhecimento são apresentadas nesse trabalho. Essas noções ajudam a compreender a necessária confluência, no processo pedagógico, de áreas aparentemente tão distintas como Educação Matemática e Educação Ambiental. Numa perspectiva teórica crítica, procura-se analisar porque, se a Matemática tem relação com o mundo social, este estreitamento não ocorre no momento do seu ensino. Buscam-se, ainda, estratégias que aliem a Matemática à Educação Ambiental, tendo em vista a sustentabilidade do planeta. A análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais fez-se necessário, a fim de averiguar que proposições estes documentos norteadores da atual educação brasileira têm em relação ao processo ensino-aprendizagem da Matemática e quais as direções propostas para a interligação desta disciplina com a Educação Ambiental. Esta análise dá indício de uma abordagem ainda tangencial e dicotômica, distante da mudança de paradigmas no processo ensino-aprendizagem que parece ser a única possibilidade para torná-lo fonte de conhecimento e de criticidade, ética, solidariedade e responsabilidade social e ambiental como se almeja. Verificou-se, também, que a aplicação de projetos integradores das disciplinas em questão são viáveis e estimulantes para os alunos, contribuindo para uma nova visão destes em relação à Matemática.

Palavras-chave: Gestão do Conhecimento; Educação Matemática; Educação Ambiental; Parâmetros Curriculares Nacionais; Interdisciplinaridade.



## ABSTRACT

BÚRIGO, Roseli. **Integrating Mathematics Education and Environmental Education: a proposition in the context of Knowledge Management**, 2009.200f. Thesis (Doctoral) Post Graduate Program in Knowledge Engineering and Management. UFSC, Florianopolis – SC.

The Knowledge Management wins, increasingly, status of key area for the development of critical consciousness as a stock to build a balanced life of human beings with their natural environment. Notions such as complexity and transdisciplinarity contributing to a better understanding of present society and are important tools for Knowledge Management are presented in this work. These concepts help to understand the required confluence, the pedagogical process in such seemingly distinct areas such as Education Mathematics and Environmental Education. A critical perspective, we analyze why, if the mathematics is related to the social world, this narrowing does not occur at their school. Search should also be strategies that combine the mathematics of Environmental Education, with a view to sustainability of the planet. The analysis of the National Curriculum Parameters it was necessary to ascertain that these propositions guiding documents of the current Brazilian education have on the teaching-learning process of mathematics and what are the directions proposed for the interconnection with the discipline of Environmental Education. This analysis provides further evidence of a tangential and dichotomy, far from the change of paradigms in the teaching-learning process that seems to be the only chance to make it a source of knowledge and criticism, ethics, solidarity and social responsibility and environmental aims as . There was also that the implementation of projects integrating the disciplines in question are viable and exciting for students to contribute to a new vision in relation to mathematics.

**Key words:** Knowledge Management; Mathematics Education; Environmental Education; National Curricular Parameters; Interdisciplinaridade.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Análise de conteúdo em etapas .....	21
Figura 2 - Caracterização de sistemas caóticos e complexos .....	39
Figura 3 - Modelagem Matemática .....	93
Figura 4 - Esquema de modelagem matemática.....	94
Figura 5 - Casos de Modelagem e esquema da participação do professor e do aluno em cada caso.....	96
Figura 6 – Quatro formas de conversão de conhecimento .....	97
Figura 7 - Objetivo da Matemática para o Ensino Fundamental (PCN, 1988) .....	113
Figura 8 – Objetivo da Matemática para o Ensino Médio.....	114
Figura 9 - Organização dos Temas ou Eixos para o Ensino Médio .....	117
Figura 10 - Foto Barragem do Rio São Bento registrada em 31/10/2008.....	151
Figura 11 - Vazamento fotografado em 03.11.08 na escola onde foi realizada a pesquisa .....	164
Figura 12 - Gráfico ilustrativo entre a variável independente "x"( consumo de água em m <sup>3</sup> ) e a variável independente y(valor em R\$ a pagar).....	167
Figura 13 - Gráfico comparativo entre função exponencial e função linear .....	167
Figura 14 - Função linear expressa entre o vazamento de uma torneira em dias e litros de água.....	168

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Ações ambientais no período -1973-1991 no Brasil .....	27
Quadro 2 - Ações ambientais em nível internacional -1935 -1972 .....	29
Quadro 3 - Perfil dos professores entrevistados .....	132
Quadro 4 - Subcategorias e número de unidades de análise obtidas dos relatos orais dos professores entrevistados com relação à Concepção de Matemática.....	135
Quadro 5 - Subcategorias e número de unidades de análise obtidas dos relatos orais dos professores entrevistados com relação a Concepção de Educação Matemática. ...	138
Quadro 6 - Subcategorias e número de unidades de análise obtidas dos relatos orais dos professores entrevistados com relação às concepções de Educação Ambiental....	141
Quadro 7 - Subcategorias e número de unidades de análise obtidas dos relatos orais dos professores entrevistados referente à Relação entre Educação Matemática, Educação Ambiental e Matemática. ....	144
Quadro 8 - Subcategoria de Análise em uma Visão Interdisciplinar obtidas dos relatos orais dos professores entrevistados com relação às concepções de interdisciplinariade no Ensino da Matemática.....	146

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Categorias de imóveis-tarifa água .....	161
Tabela 2 - Índice exponencial de acordo com consumo em m <sup>3</sup> de água.....	162
Tabela 3 - Relação de consumo de água em m <sup>3</sup> e valor a ser pago em reais.....	167

## LISTA DE SIGLAS

CETESP – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – São Paulo

CNIA – Conferência Nacional de Educação Ambiental

CNUMDA – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

EA – Educação Ambiental

EM – Educação Matemática

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente

INPA – Instituto Nacional de Pesquisas Aéreas

MMA- \_Ministério do Meio Ambiente

MECONU – Organização das Nações Unidas

MEC - Ministério da Educação e Cultura

NCSM-The National Council Of Supervisors Of Mathwmetics

NCTM -National Council of Teachers of Mathematics

ONGS - Organizações Não Governamentais

PCNs – Parâmetros Curriculares Nacionais

PCSC - Proposta Curricular de Santa Catarina

PIEMA – Programa Internacional de Educação Ambiental

PRONEA – Programa Nacional de Educação Ambiental

UNB - Universidade de Brasília

UNESP- Universidade Estadual Paulista

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UFSC- Universidade Federal de Santa Catarina

SMA – Secretaria do Meio Ambiente

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 Contextualização do Tema.....</b>	<b>15</b>
1.1.1 Contextualização da Tese na Gestão do Conhecimento.....	15
<b>1.2 Problema de Pesquisa.....</b>	<b>17</b>
<b>1.3 Objetivos.....</b>	<b>18</b>
<b>1.4 Hipótese .....</b>	<b>18</b>
<b>1.5 Considerações Metodológicas.....</b>	<b>19</b>
<b>2 O OBJETO DE ESTUDO: ASPECTOS TEÓRICOS .....</b>	<b>26</b>
<b>2.1 Breve Histórico das Questões Ambientais.....</b>	<b>26</b>
<b>2.2 Desenvolvimento sustentável e Educação Ambiental.....</b>	<b>31</b>
<b>2.3 Discutindo os Conceitos de Complexidade, Transdisciplinaridade e Interdisciplinaridade.....</b>	<b>35</b>
2.3.1 Complexidade.....	35
2.3.2 Transdisciplinaridade.....	41
2.3.4 Pensamento Complexo .....	44
2.3.5 Abordagem Integrativa.....	45
<b>3 HISTÓRICO E TENDÊNCIAS EPISTEMÓLOGICAS DO ENSINO DA MATEMÁTICA.....</b>	<b>50</b>
<b>3.1 Prospectividade da Gestão do Conhecimento Matemático Manifestados na Formação dos Professores de Matemática .....</b>	<b>62</b>
<b>3.2 Visão Prospectiva da Educação Matemática .....</b>	<b>72</b>
<b>4 A MATEMÁTICA COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM DE DESCRIÇÃO DA NATUREZA .....</b>	<b>80</b>
<b>4.1 Modelo e Modelagem Matemática .....</b>	<b>88</b>
4.1.1 Processos de Obtenção do Modelo Matemático.....	92
<b>4.2 Modelagens Matemática como Ambiente de Aprendizagem Relacionada às Questões Ambientais e ao Conhecimento Tácito / Explícito.....</b>	<b>94</b>
<b>5 ANÁLISE DOS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS.....</b>	<b>100</b>
<b>5.1 Referência para a análise.....</b>	<b>100</b>

<b>5.2 Primeiras Análises: Uma Visão Geral dos Documentos .....</b>	<b>105</b>
<b>5.3 A Análise com Base nas Categorias .....</b>	<b>123</b>
5.3.1 Concepção de Conhecimento Matemático .....	124
5.3.2 Característica Curricular Cumulativa .....	125
5.3.3 Característica Curricular Temática .....	126
<b>5.4 Análise com Base a Elaboração dos PCNs .....</b>	<b>129</b>
<b>6 O ENSINO COMO É REALIZADO ATUALMENTE FRENTE Á PROPOSTA DOS PCNS .....</b>	<b>131</b>
<b>6.1 Perfil dos Professores Entrevistados .....</b>	<b>131</b>
<b>6.2 Análise e Tratamento dos Dados .....</b>	<b>132</b>
<b>6.3 Narrativas e Trajetórias: Relato da Prática Pedagógica no Ensino de Matemática .....</b>	<b>134</b>
<b>7 INTEGRAÇÃO ENTRE O ENSINO DA MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL .....</b>	<b>148</b>
<b>7.1 Contribuições para Formação Holística dos Educandos .....</b>	<b>150</b>
7.1.1 Atividades de Modelagem Matemática envolvendo Função Exponencial.....	152
7.1.2 Conteúdos de Matemática que podem ser trabalhados a partir dos problemas ....	166
<b>7.2 Implicações da Economia na Sustentabilidade do Planeta .....</b>	<b>173</b>
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>176</b>
<b>8.1 Considerações Finais: da necessidade de mudanças de paradigmas .....</b>	<b>176</b>
<b>8.2 Conclusão .....</b>	<b>178</b>
<b>8.3 Recomendações para Trabalhos Futuros .....</b>	<b>182</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>183</b>
<b>ANEXO A .....</b>	<b>193</b>
<b>ANEXO B .....</b>	<b>195</b>
<b>ANEXO C .....</b>	<b>197</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>198</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização do Tema

### 1.1.1 Contextualização da Tese na Gestão do Conhecimento

A Matemática tem se apresentado como uma área de conhecimento e, ao mesmo tempo, uma ferramenta para a construção de modelos explicativos para diversos fenômenos, entre eles, a problemática ambiental.

Por se acreditar nisso, escolheu-se o ensino da Matemática e sua possível contribuição para a solução desta problemática para tema do presente estudo, mais especificamente no que se refere aos processos pedagógicos que tendem a gestionar o conhecimento da Educação Matemática de forma a se aproximar das questões ambientais.

Parte-se do princípio de que foi apenas a partir da própria experiência que o ser humano foi produzindo as primeiras formas de conhecimento matemático, porém, o passar do tempo e o próprio desenvolvimento humano, fez com que a abstração fosse a característica fundamental da Matemática.

Dessa forma, a Matemática é um conhecimento produzido ao longo do desenvolvimento da humanidade. Ela tem suas raízes no fazer cotidiano dos seres humanos que antecederam a idade antiga e se afasta da empiria com as elaborações gregas, especialmente com o método axiomático sistematizado por Euclides. Como diz Fiorentini (1995), atualmente a Matemática chegou a um nível tão complexo de abstração que é impossível determinar o momento de abandono de procedimentos empíricos. Esse nível de abstração fez com que, no processo educativo escolar, a Matemática perdesse seu vínculo com a realidade.

De acordo com Caraça (1998, p.xxii), “A matemática é geralmente considerada como uma ciência à parte, desligada da realidade, vivendo na penumbra do gabinete fechado, onde não entram os ruídos do mundo exterior, nem o sol nem os clamores dos homens. Isto, só em parte é verdadeiro”. Entretanto, o próprio autor defende que há vínculo entre a Matemática e realidade afirmando que:

Sem dúvida, a matemática possui *problemas próprios*, que não têm ligação imediata com os problemas da vida social. Mas não há dúvida também de que os fundamentos mergulham *tanto como os de outro qualquer ramos da Ciência*, na vida real; uns e outros entroncam na mesma *madre*. (Caraça, 1998, p.xxiii)



Essa mesma reivindicação é encontrada nos Parâmetros Curriculares Nacionais, inclusive no Ensino Médio:

A Matemática no Ensino Médio tem um valor formativo, que ajuda a estruturar o pensamento e o raciocínio dedutivo, porém também desempenha um papel instrumental, pois é uma ferramenta que serve para a vida cotidiana e para muitas tarefas específicas em quase todas as atividades humanas (PCNEM, 1999, p.251).

Se a Matemática tem relação com o mundo social e esse estreitamento não ocorre no momento do seu ensino, significa que há um campo de possibilidades para estudos e proposições nesse sentido. Porém, a realidade, o mundo físico e social é abrangente e nenhuma pesquisa trataria a contento a problemática. Por isso, delimitações são necessárias, sendo que a opção no presente estudo é pela relação entre a Gestão do Conhecimento em Educação Matemática e a Educação Ambiental.

Conclama-se que os processos pedagógicos levem em consideração o papel da Gestão do Conhecimento em Educação Matemática para as questões ambientais numa perspectiva teórica crítica. Neste sentido, recorre-se à Matemática como uma área de conhecimento e, ao mesmo tempo, uma ferramenta para a construção de modelos explicativos para a problemática ambiental. O conhecimento matemático colabora tanto para a quantificação dos aspectos envolvidos em problemas ambientais, quanto da compreensão dos fenômenos que se apresentam na natureza.

Onuchic (1999, p. 209-210) declara a importância dos PCNs predicando-lhes como bem delineados com o que hoje busca a Educação Matemática:

Os objetivos gerais da área de Matemática, nos PCNs, buscam contemplar todas as linhas que devem ser trabalhadas no ensino de matemática. Esses objetivos têm como propósito fazer com que os alunos possam pensar matematicamente, levantar idéias matemáticas, estabelecer relações entre elas, saber se comunicar ao falar sobre elas, desenvolver formas de raciocínio, estabelecer conexões entre temas matemáticos e outras áreas, poder construir conhecimentos matemáticos e desenvolver a capacidade de resolver problemas, explorá-los, generalizá-los e até propor novos problemas a partir deles.

Essas orientações postas no âmbito das tendências do ensino da Matemática que se manifestam nas orientações definidas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais<sup>1</sup> descortinam as possibilidades de uma nova Educação Matemática.

---

<sup>1</sup> Os PCNS, na verdade, especificam minuciosamente conteúdos, objetivos, formas de avaliação e até mesmo metodologias (ou orientações didáticas). Está claro que se trata de um Currículo Nacional, o

## 1.2 Problema de Pesquisa

No contexto de inter-relação entre as duas áreas do conhecimento em foco, acima mencionadas, uma segunda delimitação se faz necessária para a definição do problema de pesquisa que leva a formulação de outro pressuposto: existem nos meios acadêmicos e escolares, proposições que caracterizam certa tendência da Educação Matemática de se valer da Gestão do Conhecimento Matemático para uma leitura interdisciplinar da Educação Ambiental.

A base dessa formulação é a existência de um documento oficial, os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNS - (1997), que norteiam o processo pedagógico matemático, apontando para a relação existente entre Educação Matemática e Educação Ambiental. Portanto, apresenta-se a necessidade de um estudo que aponte suas concepções, constituindo-se na problemática desta pesquisa, traduzindo-se no seguinte questionamento:

**Quais as possibilidades de Gestão do Conhecimento na inter-relação entre Educação Matemática e Educação Ambiental quando o foco é os PCNs e a prática docente em Matemática?**

Essa pergunta diretriz possibilita o desdobramento de outras questões norteadoras:

- a) qual a concepção de Matemática, Educação Matemática e Educação Ambiental explicitada nos Parâmetros Curriculares Nacionais e na visão dos professores entrevistados?
- b) há indicadores nos PCNs de Gestão do Conhecimento que relacione Educação Matemática e Educação Ambiental?

O problema conduz à necessidade de articular questões referentes à natureza da dualidade de áreas de conhecimento quais sejam: Educação Matemática e Educação Ambiental.

---

que torna-se inaceitável, no contexto da discussão educacional brasileira, pois houve ausência de uma discussão mais ampla envolvendo os segmentos sociais interessados.

### 1.3 Objetivos

Esta pesquisa tem como objetivo geral, por meio da gestão do conhecimento, propor uma forma de integrar Educação Matemática e Educação Ambiental Crítica, tendo como referência a análise dos Programas Curriculares Nacionais (PCNs) e da ação docente.

Para alcançá-lo, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Caracterizar a gestão do conhecimento na reflexão sobre os conteúdos matemáticos elencados pelos PCNs com vistas à relação entre Educação Matemática e Educação Ambiental Crítica;
- b) Analisar a articulação da gestão do conhecimento da Educação Matemática com a Educação Ambiental, tendo como ponto de partida o diagnóstico da prática docente dos professores de Matemática;
- c) Elaborar, implementar e avaliar um modelo didático-metodológico para o Ensino Médio que integra a Educação Matemática e a Educação Ambiental.

### 1.4 Hipótese

Crê-se que, em situação de ensino-aprendizagem, somente uma metodologia apoiada na sutileza do raciocínio próprio possa conduzir a proposições mais abstratas e à utilização do raciocínio formal, lógico e dedutivo, habilidades essenciais para o domínio da Matemática. Porém, a realidade educacional brasileira revela em geral, quando da análise de indicadores sobre a situação do processo ensino-aprendizagem da Matemática, um quadro que está bem aquém do esperado, o que se reflete em educadores desmotivados e em alunos despreparados. Estes, apesar de manterem uma boa relação com alguns dos conteúdos matemáticos antes da escolarização, mostram na escola certa resistência à disciplina, fruto de crenças e convenções sociais e culturais, que lhes impedem de reconhecer a Matemática como parte integrante de suas vidas. Como diz Damazio (2000, p.154):

Os temores que as pessoas manifestam pela matemática, são adquiridos culturalmente, tendo na escola sua principal fonte de disseminação. O temor

não é pela matemática cotidiana. Esta instigante por fazer parte das atividades das pessoas. O temor é pela matemática que é ensinada na escola.

Então, com a ciência de que o ensino tradicional enraizou uma concepção da Matemática, alheia à dinâmica da historicidade de sua produção e sistematização, poder-se-ia afirmar que **o ensino da Matemática, tanto em nível Fundamental como no Médio, necessita de aprofundamento teórico-prático rumo a novas proposições entre elas a inter-relação entre Educação Matemática e Educação Ambiental para inserir-se em novo paradigma sócio-científico, com vista o desenvolvimento do interesse dos alunos e a conseqüente contribuição na formação mais holística, ética, responsável e crítica.**

Levantada essa hipótese, buscou-se comprová-la mediante estudo bibliográfico, análise de documentos oficiais (PCNs), entrevista com educadores, proposição de *práxis* pedagógica. Em seguida, detalha-se o percurso teórico-metodológico da pesquisa.

### **1.5 Considerações Metodológicas**

Vergara (2003, p. 46) propõe dois critérios básicos para a classificação de tipos de pesquisa: quanto aos fins e quanto aos meios. Quanto aos fins, o presente trabalho é uma investigação descritiva porque expõe o conteúdo e a forma de apresentação das informações educacionais. Quanto aos meios de investigação é caracterizada como análise de conteúdo por estudar os PCNs referentes ao Ensino da Matemática e sua relação com a Educação Ambiental.

A adoção da análise de conteúdos é justificada por descrever e interpretar conteúdos de determinado documento ou de textos. Para Bardin (1977) a análise de conteúdo tem suas particularidades essenciais, dentre elas um meio de estudar as “comunicações” entre pessoas, enfatizando a mensagem inserida no processo comunicativo. Bardin (1977, p. 42) assim define a análise de conteúdo:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações, visando, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, obterem indicadores quantitativos ou não, que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.

A complexidade e a subjetividade dos dados exigiram a utilização de um método que possibilitasse a compreensão e tradução dos mesmos. Portanto, os dados coletados

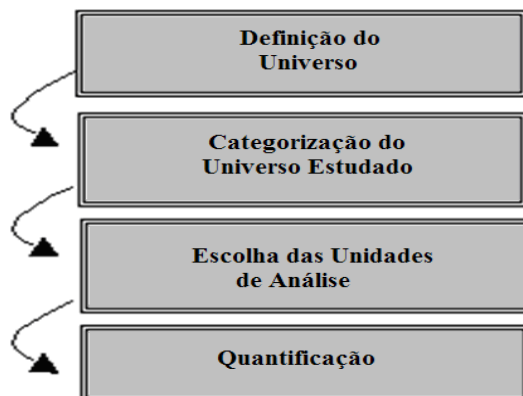
foram tratados qualitativamente. De acordo com Bardin (1977), a organização da análise é feita em torno de três pólos cronológicos: a pré-análise, a descrição analítica e a interpretação referencial. A pré-análise corresponde à organização do material oral e escrito coletado para efeito de observação e comparação das mensagens. Nesta etapa é realizada uma categorização dos dados coletados, com o objetivo de encontrar idéias convergentes e divergentes no material estudado. Na interpretação referencial, são extraídos os conceitos que emergem nos documentos analisados, com base nos enfoques teóricos revistos na literatura.

Para o autor, análise de conteúdo é um conjunto de técnicas que visa, mediante de procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, a obter indicadores quantitativos ou não, que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção e recepção destas mensagens.

De acordo com Triviños (1990), a técnica de análise de conteúdo está baseada em três características principais: ela privilegia os meios de comunicação oral e escrito para desenvolvimento da análise, as inferências do pesquisador são realizadas a partir de uma apreciação objetiva do conteúdo das mensagens e o pesquisador somente poderá analisar as mensagens de modo eficiente se tiver um embasamento teórico que lhe apóie durante o processo. Para este autor, a análise deve ser baseada nos seguintes pontos: resultados alcançados no estudo, fundamentação teórica e experiência pessoal do pesquisado.

Segundo Lüdke e André (*apud* BEUREN, 2003, p. 137) a unidade de análise pode ser uma palavra, uma sentença ou um parágrafo. A forma de tratar essas unidades de análise pode ser a contagem de palavras e sentenças, a análise da estrutura lógica de expressões e elocuições e a análise temática dos termos. Entre as técnicas de análise de conteúdo, a mais antiga e mais utilizada é a análise por categorias. Segundo relatos de Richardson (*apud* BEUREN, 2003, p. 138), “o texto de interesse deve ser codificado em diversos elementos que são classificados para formar agrupamentos analógicos de por tema, as categorizações mais comuns.”

É importante utilizar-se dos critérios ou palavras identificadas, agrupados ou reagrupados, formando então as categorias, conforme explicita a ilustração:



**Figura 1** - Análise de conteúdo em etapas  
**Fonte:** Perrien, Chéron e Zins, (1984, p. 275-277)

A escolha das categorias é o procedimento essencial da Análise de Conteúdo, pois elas fazem a ligação entre os objetivos de pesquisa e seus resultados. É o objetivo perseguido que deve pautar a escolha ou definição do que deve ser analisado. Segundo Weber (1990) e Bardin (1977) a determinação das categorias deve ser: exaustiva (percorrer todo o conjunto do texto), exclusivas (os mesmos elementos não podem pertencer a diversas categorias), objetivas (características claras de modo a permitir seu uso por diferentes analistas em um mesmo texto) e pertinentes (em relação com os objetivos perseguidos e com o conteúdo tratado).

As categorias são determinadas em função da necessidade de informação que se busca, o que constitui a essência da Análise de Conteúdo. Essa é uma etapa delicada, não sendo sua determinação dada *a priori*. Na verdade, trata-se de um processo de redução do texto, no qual as muitas palavras e expressões são transformadas em poucas categorias. Esse é o problema central da Análise de Conteúdo (WEBER, 1990, p. 15). Sua origem será empírica: a partir das evidências de um estudo de certo número de casos, isto é, das categorias que serão formadas *a posteriori*.

A escolha das unidades de análise é a etapa seguinte: o conteúdo de um texto pode ser analisado de diferentes maneiras, conforme as unidades de análise que serão definidas. Alguns autores tratam das unidades de análises, apresentando-as com alguns enfoques ou rótulos diferentes. Lebart e Salem (1994, p. 46-50) e de Weber (1990, p.21-24) destacam Perrien, Chéron e Zins (1984, p. 270), afirmam que as unidades classificam-se em:

- a) palavras, que são as unidades de análise mais desagregadas, pois muitas vezes expressam situações momentâneas, medidas por estímulos situacionais;

- b) tema, que pode ser definido como a unidade mais manipulável, uma vez que compreende proposições ou afirmações de um sujeito;
- c) personagens, que representam um outro sujeito de interesse, sobre os quais pode-se manipular determinadas características e tomá-las como foco de análise;
- d) características espaciais ou temporais, que implicam em relacionar e medir certo número de especificidades dos textos, evidenciando o conjunto total das idéias apresentadas.

Segundo Krippendorff (1980, p. 57), as unidades de análise classificam-se em:

- a) unidades amostrais, que são aquelas partes da observação real, registradas independentemente das outras que a acompanham;
- b) unidades de registro, que são segmentos específicos do conteúdo, caracterizados por situarem-se dentro de uma dada categoria e descritas separadamente, podendo então ser registradas como partes analisáveis das unidades amostrais;
- c) unidade de contexto, que fixam limite de informações contextuais que podem apresentar a descrição de uma unidade de registro. Elas delinham aquela parte do material necessário para ser examinado para que uma unidade de registro seja caracterizada.

A quantificação é a última etapa da Análise de Conteúdo, cujo objetivo é permitir o relacionamento das características dos textos combinadas ao universo estudado. A presença ou ausência de uma unidade igual ao nome das unidades representa uma quantificação ao nível nominal (PERRIEN; CHÉRON; ZINS, 1984, p. 274-277).

O conteúdo a ser analisado no presente estudo refere-se aos três documentos do Ministério da Educação: Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática do Ensino Fundamental, Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática Ensino Médio, Parâmetros Curriculares Nacionais Meio Ambiente e Saúde.

A leitura desses documentos subsidiou a determinação de algumas categorias de análise relacionadas ao objeto: concepção de Matemática, característica curricular cumulativa, característica curricular temática, inter-relação entre Educação Matemática e Educação Ambiental.

O olhar para os referidos documentos tem por base o pressuposto de que a Educação é um processo coletivo e um direito de todos os seres humanos para que construam a sua individualidade e, conseqüentemente, conquistem a cidadania. Assim sendo, é dever do Estado elaborar propostas de caráter norteador para que os professores possam, por

sua vez, operacionalizar planejamentos relacionados às suas especificidades docentes. É o caso dos documentos sob análise.

Utilizou-se também entrevista com professores da rede pública estadual de ensino, a fim de estimular os sujeitos a opinar por algo que extrapolasse o passado do fazer pedagógico do Ensino da Matemática.

Para a realização desse estudo de caso foi utilizada a entrevista semi-diretiva, que não é inteiramente aberta e nem direcionada por um grande número de perguntas precisas; o entrevistador fez uso de uma série de perguntas guias, que dispensam uma ordem específica para aplicação, proporcionando dessa forma total liberdade para o entrevistado.

Desse modo, foi elaborado um roteiro com onze questões a fim de verificar como o professor de Matemática relata sua concepção e a história da sua prática em Educação Matemática, e quais reflexões ele faz a respeito do tema em questão.

A entrevista seguiu um roteiro (Anexo A) flexível, permitindo adaptações e enriquecimentos, quando necessário. Foi realizada uma entrevista piloto, com o objetivo de verificar se por meio deste roteiro de entrevista seria possível levantar os conteúdos necessários para responder aos objetivos da pesquisa.

Inicialmente, os participantes foram informados de que se tratava de uma pesquisa de pós-graduação em nível de Doutorado, que os dados coletados seriam sigilosos e que seus nomes seriam preservados (Anexo B); cada participante assinou um termo de consentimento (Anexo C).

As entrevistas foram realizadas em local reservado, com duração média de 50 (cinquenta) minutos, ocasião em que os depoimentos dos professores foram registrados em fitas cassete, e, posteriormente, transcritos na íntegra, pelo processo denominado de transcrição absoluta.

As questões objetivas foram fatores determinantes para a escolha dos sujeitos e do instrumento de coleta de dados.

Constituiu neste estudo de caso, quatro professores de Matemática do Ensino Fundamental e Médio, efetivos no quadro do Magistério Público Estadual da cidade de Criciúma, estado de Santa Catarina.

O instrumento de coleta de dados utilizado foi entrevista (anexo B) do tipo prospectivo. De acordo com Carvalho e Cesar (1996), um instrumento do tipo prospectivo se caracteriza por propor aos sujeitos que elaborem e manifestem seus imaginários do “vir a ser” em sua prática docente. Os sujeitos têm a liberdade para se



expressarem a respeito das proposições que lhes são direcionadas. Esta liberdade se dá de acordo com o tempo que é pré-determinado a cada questionamento.

De acordo com Carvalho e Cesar (1996, p.65), em um instrumento prospectivo não existem repostas certas ou erradas, o que dá maior liberdade aos sujeitos, permitindo-lhes revelar idéias que, de outro modo, poderiam sentir-se constrangido a expor.

A entrevista compõe-se de duas partes: a primeira contém cinco questões, basicamente fechadas, visando à obtenção de informações de ordem profissional (local de trabalho, situação funcional, experiência profissional, grau de formação) e de ordem pessoal (nome, idade, sexo).

A segunda parte do instrumento, que denominamos de “outros questionamentos”, é o que poderíamos chamar de “instrumento projetivo”, pois explicita seis indagações, em aberto, visando às respostas aos questionamentos elencados nesta pesquisa.

É importante salientar que, neste trabalho, consideraram-se as fontes orais como um caminho para desvendar questões e abrir novas problemáticas no campo da Educação Matemática e da inserção das questões ambientais. Além disso, sabendo que a sociedade possui como padrão de verdade o discurso científico divulgado por diferentes formas, a opinião emitida ou omitida pelos professores de Matemática contribui na construção das representações que a comunidade possui. O trabalho com professores de Matemática permite a aproximação de uma das formas que o conhecimento científico é transmitido, principalmente considerando-se o ensino formal como um mediador da produção científica em uma parcela da sociedade.

Mediante os resultados obtidos na pesquisa bibliográfica e na entrevista, o presente estudo foi organizado em oito capítulos, dispostos da seguinte forma: o primeiro capítulo, que é constituído pela introdução, aborda a problemática de pesquisa, contextualizando o objeto da mesma e definindo a estratégia metodológica que possibilitou sua realização.

O segundo capítulo faz menção às questões ambientais e conhecimento, discutindo teoricamente a complexidade e a transdisciplinaridade, tomando como ponto de partida o pensamento complexo e a abordagem integrativa.

Aspectos teóricos-históricos e tendências epistemológicas do ensino da Matemática, Gestão do Conhecimento Matemático pelo ensino e suas manifestações na formação dos professores de Matemática; superações necessárias; visão prospectiva da Educação Matemática e as Perspectivas teóricas da Educação Ambiental na Educação Matemática constituíram-se nas temáticas que formam o terceiro capítulo.

A Matemática como ferramenta e descrição da natureza, Modelo e Modelagem Matemática; processos de obtenção do Modelo Matemático; Modelagem Matemática como ambiente de aprendizagem relacionando as questões ambientais e ao conhecimento tácito e explícito, são pontos abordados no capítulo quarto.

O próximo capítulo, de número cinco, analisa os Parâmetros Curriculares Nacionais referentes à disciplina de Matemática, fornecendo uma visão geral dos mesmos. As categorias de análise, além da concepção de conhecimento matemático expostas nestes documentos referenciais também são abordados neste capítulo.

A visão prospectiva do ensino da Matemática na óptica dos professores e uma reflexão sobre a *práxis* pedagógica baseada nos resultados obtidos com a entrevista do grupo de docentes formam o sexto capítulo.

Apresenta-se, no capítulo 7, a integração do ensino da Matemática e a Educação Ambiental, procurando contribuir para a formação holística dos alunos. Neste capítulo, descreve-se atividades propostas a um grupo de educandos do Ensino Médio de uma escola pública estadual em Criciúma, município de Santa Catarina. Destaca-se também a importância dos estudantes analisarem os resultados dos problemas de Matemática, tendo uma visão de cunho ecológico e econômico visando ao bem estar social.

Por último, tecem-se algumas considerações acerca dos resultados da investigação e as suas respectivas implicações, inclusive de mudanças nos paradigmas educacionais, bem como sugestões para trabalhos futuros e Conclusão.

## 2 O OBJETO DE ESTUDO: ASPECTOS TEÓRICOS

O termo Meio Ambiente é uma expressão que, apesar de consagrada em nosso país, é considerado por muitos como inadequada, por ser redundante. Para essas pessoas, dever-se-ia seguir o exemplo de países como Itália e Portugal, nos quais se usa somente a expressão “Ambiente”. Ademais, atrelados à noção de Meio Ambiente (ou Ambiente, como se queira empregar) têm-se vários outros termos que provocam discussões relativas ao seu significado. Contudo, este não é um problema puramente lingüístico. Aclarar os termos permite empregá-los com maior precisão, evitando erros ou dubiedade, especialmente neste assunto tão relevante a ponto de Montibeller (2004, p.83) afirmar que, em um futuro não distante, toda ciência econômica deverá estar considerando em suas teorias e proposições de políticas econômicas, a questão ambiental.

Ciente disso, algumas das principais questões ambientais, os conceitos de sustentabilidade, complexidade, transdisciplinaridade e a abordagem integrativa são os elementos constitutivos deste capítulo. Busca-se, além de explicitar e discutir estes conceitos, esboçar suas trajetórias ao longo da história, porque isso permite que se tenha a exata noção da evolução de cada um deles até tornarem-se imperativos em nossos dias.

### 2.1 Breve Histórico das Questões Ambientais

A Lei nº 6938/81, que instituiu a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), no seu artigo 3º, conceitua Meio Ambiente como “o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”. Logrou-se este conceito tão abrangente depois de séculos de considerações e/ou omissões, no Brasil e no mundo.

Aqui, por exemplo, as questões ambientais despertaram interesses em um número reduzido de pessoas antes do século XX. Dentre elas, pode-se citar José Bonifácio, o patrono da Independência, que se preocupou com o desmatamento em larga escala no território nacional. Outras ações podem ser vistas no quadro abaixo:

<b>PERÍODO:</b>	<b>AÇÕES:</b>
Governo Vargas	Criação do Código de Águas e o Código Florestal Brasileiro.

1973	Implantação da Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA),
1975	O Conselho Federal de Educação Brasileiro tornou obrigatória a disciplina Ciências Ambientais em cursos universitários de Engenharia.
1976	Os cursos de Engenharia Sanitária tiveram as matérias de Saneamento Básico e Saneamento Ambiental incluídas em sua grade curricular.
1983	Criado no Estado de São Paulo o Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA), considerado o embrião da Secretaria do Meio Ambiente (SMA), que seria criada três anos mais tarde.
1985	O Parecer 819/85 do MEC enfatiza a necessidade da inclusão de conteúdos ecológicos ao longo do processo de formação do ensino de 1º e 2º graus, integrados a todas as áreas do conhecimento de forma sistematizada e progressiva.
1986	Criação do Partido Verde
1988	A promulgação da Constituição foi um passo decisivo para o fomento de uma política ambiental, inexistente até então. Pela primeira vez na história, um país dedicou um capítulo de sua constituição ao meio ambiente, dividindo entre governo e sociedade a responsabilidade pela sua preservação e conservação. Para atender a essa demanda constitucional, foi criado, um ano depois, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA) e dos Recursos Naturais Renováveis, órgão ligado ao Ministério do Meio Ambiente. O órgão entraria no cenário nacional para preservar a qualidade ambiental e se consolidaria como o grande monitor de nossos recursos ambientais, pois atuaria de forma mais prática do que administrativa, distribuindo fiscais por todo o país.
1991	Implantação da disciplina de Educação Ambiental (considerada cada vez mais um instrumento fundamental no processo de implementação do desenvolvimento sustentável) em território nacional, com a Portaria 678/91 do MEC, que determinou sua inclusão no currículo dos diferentes níveis e modalidades de ensino.

**Quadro 1** - Ações ambientais no período -1973-1991

**Fonte:** Elaborado pela referida autora

Há que se salientar que todas as ações desenvolvidas em território nacional sempre foram ecos de outras, praticadas em nível mundial:

LOCAL E PERÍODO:	AÇÕES:	INTENÇÕES/RESULTADOS:
Estados Unidos/ 1935	Publicação do livro: <b>Deserts on the March</b> (de Paul Sears)	Discussão dos problemas da degradação ambiental.
Estados Unidos/ 1949	Conferência Científica da ONU sobre a Conservação e Utilização de Recursos (UNSCCUR).	Conservação e utilização dos recursos naturais.
1960	O economista Kenneth Boulding (1980, p. 184) criou a expressão “Espaçonave Terra” ao referir-se ao nosso planeta.	A Terra passou a ser vista, então, como uma espécie de casulo que protege a humanidade, mas que também precisa de proteção. Para tanto, deveria haver, segundo o autor, um controle centralizado para prevenir os danos à natureza e o abuso no uso de seus recursos.
Estados Unidos/ 1962	Publicação do livro <b>Primavera Silenciosa</b> , de Rachel Carson.	O livro fazia um alerta sobre os efeitos danosos de inúmeras ações humanas sobre o ambiente, como, por exemplo, o uso de pesticidas como o “DDT”.
Reino Unido/1968	Surgimento do Conselho para Educação Ambiental.	Junto com o Clube de Roma, criado em 1972, produziu o relatório “Os Limites do Crescimento Econômico”, que estudou ações para se obter o

		equilíbrio global, com a redução do consumo, tendo em vista determinadas prioridades sociais.
Estados Unidos/1969	Estudantes organizaram uma manifestação. Dentre os ativistas, encontrava-se Richard Sanbrook, que se autodenominavam “Friends of the Earth”, ou seja, amigos da Terra.	A manifestação era de repúdio aos danos causados pelo ser humano ao meio ambiente.
Suécia/1969 e Alemanha/1970	Foram criadas leis ambientais – Lei de Proteção Ambiental e Lei do Ar Limpo, respectivamente.	Tais legislações limitavam os avanços tecnológicos indiscriminados, na tentativa de diminuir os danos ambientais.
Grã-Bretanha/1970	A Grã-Bretanha, à frente da União Européia, juntamente com várias ONGs de grande influência, principalmente a <i>Greenpeace</i> e <i>Os Amigos da Terra</i> , lideraram a posição contrária à inclusão do uso da terra e das florestas como opção viável para a captura de carbono.	O argumento central dos países que defendiam esta inclusão era o de que o cômputo de florestas envolve incertezas, com dificuldades de garantir resultados mensuráveis e com baixo nível de confiabilidade, oferecendo, portanto, baixa contribuição para o problema da mudança climática. Além disso, dispensaria países industrializados de fazerem a sua “lição de casa”, ou seja, de reduzirem as próprias emissões resultantes da queima de combustíveis fósseis. Esse grupo acreditava que, ao contrário, os projetos tendentes à mudança de fontes energéticas, que eliminariam a queima de combustíveis fósseis são a única resposta séria ao aquecimento global.
Estados Unidos/1970	Participação de mais de trezentos mil americanos no “Dia da Terra”.	O ato foi considerado a maior manifestação ambientalista da história, até então. Esse manifesto ponderava que o aumento contínuo na demanda de produtos naturais não poderia ser sustentado indefinidamente, uma vez que tais recursos são finitos.
Canadá/1970	O grupo “Don't Make a Wave Committee” protestou contra as detonações nucleares feitas pela França nas águas do Pacífico Sul.	A denominação do grupo devia-se ao fato de seus membros acreditarem que elas causariam enormes ondas (espécie de <i>tsunamis</i> ) na região, o que provocaria inúmeras vítimas. Sem sucesso em seus protestos, o grupo mudou de nome e tornou-se o conhecido <i>Greenpeace</i> . Essa organização não-governamental, com atividades não-violentas, visa a pressionar os governos e chamar a atenção da opinião pública em favor das causas ambientais. Essa instituição angariou, no decorrer do tempo, milhares de sócios no mundo todo (MONZONI, 2000).
França/1972	Conferência Intergovernamental de Especialistas sobre as Bases Científicas para Uso e Conservação Racionais dos Recursos da Biosfera (Conferência da Biosfera), sob a coordenação da UNESCO.	Esta Conferência teve como objetivo a análise do uso e da conservação da biosfera, o impacto humano sobre a mesma e a questão ambiental (MMA, 2001, p. 23) <sup>2</sup> .
Suécia/1972	Conferência de Estocolmo, primeira reunião de caráter oficial organizada pela ONU,	Objetivava fazer um levantamento dos problemas ambientais em todo o mundo e traçar novas políticas governamentais no sentido de reduzir os

<sup>2</sup> Declaração sobre o Meio Ambiente Humano (Estocolmo /junho/72).

	que reuniu representantes de 113 países e de 250 organismos não-governamentais.	danos causados ao meio ambiente. A Declaração sobre o Ambiente Humano (ou Declaração de Estocolmo), que pregava o direito de todas as gerações humanas à vida num ambiente sadio e não degradado e a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), sediado em Nairobi, foi o principal resultado da Conferência de Estocolmo.
1972	Primeira Conferência Internacional de Governos	Nela foram discutidos os limites dos recursos naturais no planeta, diante do crescimento econômico movendo-se em uma rota de colisão com a preservação ambiental (CAVALCANTI, 1998). A referida conferência pode ser considerada como um marco nas relações internacionais, pois inseriu o tema meio ambiente no âmbito dos debates e da agenda diplomática mundial (VIGEVANI, 1997).
1974	A UNESCO lança a Declaração de Cocoyok.	Resultado de uma reunião da UNCTAD (Conferência das Nações Unidas sobre Comércio-Desenvolvimento) e do UNEP (Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas) afirmava ser a pobreza a causa da explosão demográfica, a qual também gerava a destruição dos recursos naturais.
1975	Criado pela UNESCO o Programa Internacional de Educação Ambiental (PIEA).	Seu objetivo era promover, nos países-membros, a reflexão, a ação e a cooperação internacional nessa área, atendendo à recomendação 96 da Conferência de Estocolmo.
Belgrado (antiga Iugoslávia)/ 1975	Encontro Internacional em Educação Ambiental, promovido pela UNESCO.	A Carta de Belgrado, documento resultante desse encontro, versa sobre a erradicação das causas básicas da pobreza, como a fome, o analfabetismo, a poluição, a exploração e a dominação. Considerando a necessidade de uma reforma dos processos e sistemas educacionais para a construção de uma nova ética de desenvolvimento, a Carta propôs a implantação de um programa mundial de Educação Ambiental. Para tanto, foi criado o Programa Internacional de Educação Ambiental (PIEA). Segundo esse programa, a Educação Ambiental deveria ser continuada, multidisciplinar, integrada às diferenças regionais e voltada para os interesses nacionais.
Alemanha, Inglaterra, França e Itália/ 1980	Criação do Partido Verde	Com princípios pacifista e ecológico, o PV visava a reflexão e a tomada de ações preservacionistas.
1987	Relatório Brundtland	Resultado de anos de debates em torno da Declaração de Estocolmo, que fixou as bases para a criação do conceito de desenvolvimento sustentável e implicou em um olhar mais atento aos países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento.
Moscou/1987	A UNESCO/PNUMA realizou o Congresso Nacional sobre Educação e Formação Ambientais.	Nela foram analisadas as conquistas e dificuldades na área de Educação Ambiental.

**Quadro 2** - Ações ambientais em nível internacional -1935 -1972

**Fonte:** Elaborado pela autora

Há ainda que se destacar que, nos anos de 1950, o movimento de debates prosseguiu com maior precisão temática, alicerçado em acidentes ambientais, como:

- a) a contaminação do ar em Londres e Nova York, entre 1952 e 1960;
- b) os casos fatais de intoxicação com mercúrio em Minamata e Niigata, entre 1953 e 1965;
- c) a diminuição da vida aquática em alguns dos Grandes Lagos norte-americanos;
- d) a morte de aves provocada pelos efeitos secundários imprevistos do DDT e outros pesticidas;
- e) a contaminação do mar em grande escala, causada pelo naufrágio do petroleiro Torrey Canyon em 1966.

Todavia, muitos estudiosos, como por exemplo, Leff (1998), consideram que foi na década seguinte que surgiram os primeiros indícios de que o mundo começava a se preocupar com o meio ambiente. Nessa década, ocorreram as primeiras iniciativas governamentais de problematização da questão. A ideologia ambiental política principiou a manifestação, de forma mais consistente, dos jovens europeus que passaram a discutir, entre outros temas, o ambientalismo.

Segundo Cavalcanti (1998), nessa mesma década, os economistas europeus e norte-americanos passaram a demonstrar interesse pela questão ambiental e observar os efeitos do crescimento econômico sobre o meio ambiente. Nesse mesmo período, Paul Ehrlich advertiu a humanidade de que seus excessos em relação à natureza, acabariam levando à devastação não apenas da natureza, mas da espécie humana.

Pela análise do quadro internacional, percebe-se que houve, depois de 1972, a internacionalização do problema ambiental. A consciência ambiental deslocou-se gradualmente do regional para o global, o que identificou a necessidade de proteção ambiental como uma problemática em um plano supranacional. O meio ambiente surgia como uma nova questão política (MILANI, 1998).

Na década de 80, assistiu-se à “mundialização” do movimento ambientalista e dos Partidos Verdes. Destaca-se também, nessa década, a ocorrência de vários desastres ecológicos (Índia, em 1984, e Chernobyl, 1986) e a intensificação da poluição, com a emissão de dióxido de carbono das indústrias e dos automóveis; dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>); chuva ácida e efeito estufa (CFCs).

O acidente na Usina de Chernobil, na antiga União Soviética e, mais recentemente, o conhecimento por grande parte da população do aquecimento global e suas conseqüências, explicitados por relatórios, mostrou que os impactos ambientais devem

ser analisados de forma global. Isso fez crescer a consciência da necessidade de se ter, no mundo, um desenvolvimento sustentável, sendo, fundamental para isso, o fortalecimento de uma Educação Ambiental, que, como se pode deduzir pela análise do primeiro quadro apresentado neste capítulo, iniciou de forma bastante tímida no Brasil e, aos poucos, foi ocupando mais espaço nos currículos escolares nacionais.

## **2.2 Desenvolvimento sustentável e Educação Ambiental**

Para que o desenvolvimento seja sustentável e equilibrado deve satisfazer as necessidades da geração presente sem esgotar os recursos naturais e propiciar às gerações futuras qualidade de vida. Para tanto, seria necessário haver um processo de discussão e comprometimento de toda a sociedade, tendo em vista mudanças de hábitos sociais.

É importante assinalar que existem diferentes concepções do desenvolvimento sustentável, ancoradas em diferentes matrizes teóricas que enfocam distintos projetos políticos, segundo os interesses, que se refletem nas abordagens e práticas educacionais. Por isso, segundo Acsehrad (2001, p. 28):

O desenvolvimento sustentável seria um dado objetivo que, no entanto, não se conseguiu ainda apreender. Será uma construção social? Poderá também compreender diferentes conteúdos e práticas? Isto nos esclarece porque distintas representações e valores vêm sendo associados à noção de sustentabilidade: são discursos em disputa pela expressão que se pretende a mais legítima. Pois a sustentabilidade é uma noção a que se pode recorrer para tornar objetivas diferentes representações e idéias.

Na abordagem mercadológico-ambiental de desenvolvimento sustentável, a palavra-chave é a eficiência, e as inovações tecnológicas devem garantir um melhor aproveitamento dos recursos naturais e diminuir os efeitos nocivos das atividades produtivas. Embora se reconheça a responsabilidade do atual padrão de produção e consumo pela crise ambiental, o que se propõe é a relativa redução de consumo de matéria e energia a partir da maior eficiência tecnológica. Desta forma “a noção de sociedade sustentável ancora-se na redução máxima do desperdício ou poupança de recursos” (MAZZOTTI, 1998, p. 3) e a racionalidade do sistema, em seu conjunto, implica considerar o desperdício no quadro da produção socioeconômica. Esta abordagem tem como noção reguladora o princípio da otimização de recursos ou poupança, ou da relação ótima custo-benefício, isto é, a eficiência. Esta concepção de desenvolvimento sustentável tem, portanto, como mecanismo, o crescimento econômico



e a eficiência na lógica do mercado. Seus pressupostos estão ancorados na economia política clássica, no liberalismo econômico de Adam Smith, e na sua atualização contemporânea.

O eixo da teoria de Smith (1985) é o crescimento econômico. Sua idéia central é a de que a riqueza das nações é determinada pelo aumento da produtividade, que tem origem em mudanças na divisão e especialização do processo de trabalho. O crescimento da produtividade do trabalho, que gera um excedente de valor sobre seu custo de reprodução, permite o crescimento do estoque de capital (acumulação) e amplia o tamanho dos mercados. Para assegurar a prosperidade das nações é preciso que haja liberdade dos indivíduos, compreendidos como agentes econômicos, para agir, inspirando-se em seus próprios interesses, e essa ordenação natural é a que melhor favorece a geração da riqueza do que as coordenações artificiais, como as exercidas pelo Estado, cujo papel deve ser reduzido ao mínimo. Para Smith (1985), não há antagonismo, mas harmonia entre os interesses individuais e o interesse geral, sendo a liberdade na procura da riqueza a condição de todo o progresso.

A noção de desenvolvimento sustentável é extremamente importante na medida em que traz oportunidade de conciliar objetivos de crescimento econômico, questões sociais e proteção do meio ambiente. Diante disso, muitos consideram que o modelo atual é insustentável, colocando em evidência a necessidade de um novo modelo de desenvolvimento.

Os maiores desafios do desenvolvimento sustentável referem-se ao processo de materialização da sustentabilidade, ou seja, na transformação da filosofia e do discurso em ação e realização. Nesse processo encontram-se os verdadeiros obstáculos e aparecem as grandes discordâncias sobre como construir um desenvolvimento multidimensional que integre justiça social, sustentabilidade ambiental, viabilidade econômica, democracia participativa, ética comportamental, solidariedade e conhecimento integrador.

O eco-desenvolvimento postula, com relação à justiça social, a necessidade de estabelecer um teto de consumo, com um nivelamento médio entre os países em desenvolvimento e os já desenvolvidos. O desenvolvimento sustentável estabeleceria um piso de consumo, omitindo o peso da responsabilidade da poluição da riqueza.

De acordo com Gonçalves (1993, p. 43), o desenvolvimento sustentável tenta recuperar o desenvolvimento como categoria capaz de integrar os desiguais (e os

diferentes?) em torno de um futuro comum. Isso “demonstra que pode haver mais continuidade do que ruptura de paradigmas no processo em curso”.

Ribeiro *et al* (1996, p. 99) sugerem fazer a distinção:

[...] o conceito de Desenvolvimento Sustentável de sua função alienante e justificadora de desigualdades de outra que se ampara em premissas para a reprodução da vida bastante distintas. Desenvolvimento Sustentável poderia ser então, o resultado de uma mudança no modo da espécie humana se relacionar com o ambiente, no qual a ética não seria apenas entendida numa lógica instrumental, como desponta no pensamento eco-capitalista, mas sim, embasada em preceitos que nos quais as temporalidades alteram à própria espécie humana, e, porque não, também as internas à nossa própria espécie.

Herculano (1992) compactua com Gonçalves (1993) quando não vislumbra nenhuma ruptura a partir da almejada sustentabilidade. Entretanto, não deixa de reconhecer que ela pode, ao menos, viabilizar uma reforma do capitalismo. Por sua vez, Gonçalves (1993) lembra que pode estar sendo gerado um novo discurso totalizante a partir do desenvolvimento sustentável. Um discurso que se instalaria na ausência de alternativas transformadoras das desigualdades sociais, a partir das relações sociais.

Ainda para Ribeiro *et al* (1996), o desenvolvimento sustentável poderia vir a ser uma referência, desde que servisse para construir novas formas de relação entre os seres humanos e desses com o ambiente. Os autores apontam que o grande paradoxo do desenvolvimento sustentável é manter a sustentabilidade, uma noção das ciências da natureza, com o permanente avanço na produção exigida pelo desenvolvimento, cuja matriz está na sociedade.

Tendo como princípio conciliar crescimento e conservação ambiental, o conceito de desenvolvimento sustentável, por sua vaguidade, passou a servir a interesses diversos. De nova ética do comportamento humano, passando pela proposição de uma revolução ambiental até ser considerado um mecanismo de ajuste da sociedade capitalista, tornou-se um discurso poderoso, promovido por organizações internacionais, empresários e políticos, repercutindo em toda sociedade.

Neste sentido, Montibeller (2004, p. 54), afirma que:

[...] A sustentabilidade pode ser sintetizada no seguinte trinômio: eficiência econômica, eficácia social e ambiental. O cumprimento simultâneo desses requisitos significa atingir o desenvolvimento sustentável. Ou um processo os esteja atendendo, concomitantemente, significa a evolução neste sentido. É nesta ótica que deve ser tomado o conceito, coerente como se expressa o sentimento humanitário na atualidade, sobretudo no meio científico.

Então, se evidencia a necessidade de um agir diferente e que esse agir diferente origina-se num pensar diferente. É preciso que a educação mova seus pressupostos filosóficos em direção a uma cultura sustentável, e isso pressupõe questionar os conceitos que se encontram mais solidamente sedimentados em nossas mentes, incluindo a forma como construímos o conhecimento. Nesse processo é fundamental, também, que percebamos o mundo de forma mais sistêmica ou ecológica.

Deve-se analisar no que se pretende chegar com o conhecimento produzido. Entre os caminhos promissores na construção de um “novo” conhecimento estão as jornadas inter e transdisciplinares. Mas, como os caminhos não são isentos de problemas, pois neles há que se desprender constantemente, a que se transcender, o tempo todo, diversas questões que se encontram no cerne do pensamento mecanicista.

Nesse sentido, enfatiza-se, também, a necessidade de investir na capacitação de professores. A Portaria nº 2421/91 do MEC estabeleceu, em caráter permanente, um Grupo de Trabalho de EA, cujo objetivo era definir, com as Secretarias Estaduais de Educação, as metas e estratégias para a implantação da Educação Ambiental no país. Além disso, elaborar uma proposta de atuação do MEC na área da educação formal e não-formal para a Conferência da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, que aconteceria no ano seguinte, no Rio de Janeiro.

No mesmo ano, aconteceu ainda o Encontro Nacional de Políticas e Metodologias para a Educação Ambiental, promovido pelo MEC e SEMA, com apoio da UNESCO/Embaixada do Canadá, em Brasília. O intuito desse encontro era discutir diretrizes para definição da Política da Educação Ambiental.

Em 1999, ocorreu a promulgação da Lei nº. 9.795 que estabeleceu a Política Nacional de Educação Ambiental, após as discussões na Câmara Técnica Temporária de Educação Ambiental no CONAMA. Mais adiante, o MEC, por meio da Portaria 1648/99, criou um Grupo de Trabalho com representantes de todas as suas Secretarias para discutir a regulamentação da referida lei.

Na perspectiva de uma Educação Ambiental Crítica, torna-se fundamental discutir as várias concepções de desenvolvimento econômico em disputa e as matrizes discursivas que as fundamentam (ideologias, valores, comportamentos). Sua proposta visa à superação da alienação homem-natureza e a construção de um modelo alternativo de desenvolvimento contra-hegemônico, apoiado na “sustentabilidade democrática” e na superação da desigualdade e da exclusão social, que se reflita nas concepções e práticas educacionais. De acordo com Brügger (2004), uma Educação Ambiental Crítica

apresenta-se, entre outras questões, assentada em dois conceitos básicos: a complexidade e a transdisciplinaridade, conforme será visto a seguir.

### **2.3 Discutindo os Conceitos de Complexidade, Transdisciplinaridade e Interdisciplinariade**

Em relação ao conceito de complexidade, escreve Morin (2000, p. 30) que esse se esforça por abrir e desenvolver amplamente o diálogo entre ordem, desordem e organização, para conceber, na sua especificidade e em cada um de seus níveis, os fenômenos físicos, biológicos e humanos: “Esforça-se por obter a visão poliocular ou poliscópica, em que, por exemplo, as dimensões físicas, biológicas, espirituais, culturais, sociológicas, históricas, daquilo que é humano deixem de ser incomunicáveis”. Esse esforço é fecundo e um de seus frutos é a transdisciplinaridade.

#### 2.3.1 Complexidade

A problemática da complexidade ainda é marginal no pensamento científico, no pensamento epistemológico e no filosófico.

O ponto de vista da complexidade exige que sejam considerados os diferentes fenômenos naturais, biológicos, cognitivos ou culturais, no que há de comum entre eles, pois sua natureza é complexa, ou seja, é ao mesmo tempo múltipla e interdependente.

Na tentativa de estabelecer essas inter-relações, Capra (1996) sugere diversas reintegrações como a cultura no conhecimento da vida, a vida no conhecimento ou o sujeito no processo de conhecer. Morin (1986, p.56) analisou as múltiplas faces da cognição e, segundo ele, o conhecer seria um processo biológico, mental, psíquico e antropológico, ancorado no vivido, na existencialidade do ser. O conhecimento, pelo fato de estar enraizado nas atividades do ser humano, que é biológico e cultural ao mesmo tempo, possui uma dualidade cognitiva básica.

O referido autor analisa como a sociedade humana conviveu com os dois modos de conhecimento e ação. Esses se desenvolveram em duas formas de pensamento antagônicos e complementares:

- a) o pensamento empírico/lógico/racional, particularmente relacionado com o desenvolvimento científico e tecnológico;

b) o pensamento simbólico/mitológico/mágico, relacionado com a arte, o imaginário, os ritos, as crenças e o pensamento religioso.

Por meio da apropriação de conhecimentos vinculados às especialidades do pensamento empírico e teórico e das formas de organização do ensino pautado nos pressupostos das lógicas formal e dialética são evidenciados as generalizações pedagógicas e os elementos substanciais da *práxis* pedagógica que criam situações de ensino que possibilitam o desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes.

Segundo Dupuy (1993, p.3), para reavaliarmos o ensino é preciso primeiramente recordar o que é o método científico por excelência, ou seja, a modelagem. Modelar significa, para um pesquisador, construir um modelo reduzido da realidade, com a função de imitá-la, simulá-la e, assim, poder recriar o mundo observável. O modelo clássico tinha a dupla propriedade de ser suficientemente rico por pretender imitar o mundo de forma simples o bastante para ser manipulado pelo cientista, que podia tirar deduções, confrontando-as a seguir com o real.

Esses aspectos constituem a base do procedimento que podemos chamar de “reducionista”: descobrir, por trás da complexidade dos fenômenos, o princípio gerado – simples – capaz de reproduzi-los.

Atualmente, em diversos campos de pesquisa, a ciência se depara com fenômenos complexos, aparentemente irreduzíveis a algo mais simples do que a complexidade irreduzível. Ou seja, não é possível engendrar o fenômeno por meio de um modelo mais simples do que o próprio fenômeno.

A noção de complexidade irreduzível tem estreita relação com o acaso e a desordem. Encontra-se aqui uma idéia de auto-referência, ou seja, o território não admite outro mapa. Morin (1998) afirma que a complexidade foi tratada marginalmente, por isso, suscita mal-entendidos fundamentais.

O primeiro consiste em concebê-la como receita, como resposta, em vez de considerá-la como desafio e como motivação para pensar. Ou seja, ela tem um caráter explicativo, e não normativo. Morin (1998, p.65) acredita que a complexidade deve ser um substituto eficaz da simplificação. Entretanto, não se pode esquecer que a complexidade também aparece como uma procura viciosa da obscuridade, das entrelinhas, do não-dito.

O problema da complexidade é o esforço para conceber um incontornável desafio que o real lança à nossa frente. De acordo com o mesmo autor, o segundo mal-entendido consiste em confundir complexidade com completude. O problema da

complexidade não é o da completude, mas o da incompletude do conhecimento. Portanto, sua ambição é prestar contas das articulações despedaçadas pelos cortes entre disciplinas, entre categorias cognitivas e entre tipos de conhecimento.

Portanto, aspira ao conhecimento multidimensional, com respeito às suas diversas dimensões, pois o homem é um ser biológico sociocultural e os fenômenos sociais, entre os fenômenos organizacionais, são, ao mesmo tempo, culturais, econômicos, psicológicos e políticos.

Dessa forma, a complexidade surge como dificuldade, como incerteza e não como resposta. A atual revolução científica inaugura a articulação conceitual entre a ordem, a desordem, a interação e a organização – o famoso tetragrama de Morin (1998,62). A racionalidade não é mais sinônima de certeza, nem a probabilidade de ignorância.

Assim, a complexidade e a imprevisibilidade tornam-se características intrínsecas de fenômenos tão diversos quanto a turbulência dos fluidos, o clima, a economia, a sociedade e, porque não, as organizações. Paul Feyerabend (*apud* PESSIS-PASTERNAK, 1993, p. 19) também faz esses questionamentos ao modelo científico contemporâneo e diz:

Adeus à razão, nada é objetivamente verdadeiro. Para todo enunciado, teoria ou ponto de vista concebido como verdadeiro, com boas razões, existem argumentos suscetíveis de provar que uma visão alternativa é igualmente boa ou até melhor. Que digam que a ciência da qual o Ocidente faz tanto caso, não é mais uma tradição como outra qualquer, em nada superior às mitologias que ela simula criticar. Que os cientistas continuem a disputar entre si, se quiserem.

A complexidade pode ser traduzida por uma extrema quantidade de interações e de interferências entre um número muito grande de unidades que desafiam nossa possibilidade de cálculo, mas abrangem também indeterminações, fenômenos aleatórios.

Contudo, convive com uma parte de incerteza, seja na raia de nosso entendimento, seja inscrita nos fenômenos. Entretanto, assim como o pós-modernismo, o conceito de complexidade não é unívoco. É fundamental distinguir entre as noções de “complexidade e complicação” e “complexidade e desordem”. Se um sistema, a despeito de possuir um grande número de componentes, oferece uma completa descrição no que se referem aos seus constituintes individuais, então, é tão somente complicado (CILLIERS, 1998).

Em um sistema complexo, por outro lado, as interações entre suas partes constituintes e seus inter-relacionamentos com o ambiente são de tal natureza que o

sistema como um todo não pode ser completamente compreendido simplesmente pela análise de seus componentes.

Essas inter-relações não são fixas, mas, ao contrário, alteram-se e tornam-se diferentes, freqüentemente como resultado de sua capacidade de auto-organização que pode resultar em novas configurações referidas como propriedades emergentes.

A distinção que se é levado a estabelecer entre um sistema complexo e um sistema desordenado é que, no primeiro caso, observam-se propriedades funcionais: o sistema faz algo! Pode-se, então, dizer que um sistema complexo é um sistema aparentemente desordenado, mas por trás do qual se postula uma ordem oculta, uma ordem da qual não se conhece o código. Esse fato permite reduzir o mistério – ou o falso paradoxo – que consiste em pretender que a desordem possa contribuir para a complexidade, uma vez que as duas noções apresentam vínculos bem estreitos.

Outro ponto importante é a distinção entre simples e complexo. Simplicidade e complexidade, freqüentemente, se tornam função da distância que tomamos do sistema (GUELL; MANN, 1996), ou seja, é do tipo de descrição do sistema em uso. O autor exemplifica de que um aquário pode ser simples como objeto decorativo, porém como ecossistema pode apresentar grande complexidade. Esse fato não implica em que a complexidade seja meramente um fenômeno lingüístico ou simplesmente uma função de nossa descrição do sistema. Sistemas complexos têm características que não são, tão somente, determinadas pelo ponto de vista do observador. Essa noção é sumamente fundamental quando se pretende aplicar os conceitos dos sistemas adaptativos complexos ao estudo das organizações.

Quando se constata a existência de um grande número de elementos envolvidos em altos níveis de interação, de realimentação e de indeterminação, então se pode interpretar a organização via teoria da complexidade. Uma distinção se faz necessária: é muito comum na literatura que defende uma interpretação das organizações pela via da teoria da complexidade o uso dos termos caos e complexidade como sinônimos. A fim de evitar confusão, foi montado um breve quadro esquemático com as principais diferenças, construído a partir de Cilliers (1998), Wood (1993) e Palis (1999).

<i>SISTEMAS CAÓTICOS</i>	<i>SISTEMAS COMPLEXOS</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interação não linear de um número relativamente pequeno de constituintes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interação não linear de um grande número de componentes em imbricados inter-relacionamentos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sensibilidade exponencial às condições iniciais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A sensibilidade às condições iniciais existe, mas não de uma forma tão contundente</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Matematização possível</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A matematização ainda é um desafio</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Leis razoavelmente simples governando os fenômenos, falsa randomicidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Total imprevisibilidade, randomicidade</li> <li>▪ Adaptabilidade e grande capacidade de auto-organização</li> </ul>

**Figura 2** - Caracterização de sistemas caóticos e complexos

**Fonte:** Construída a partir de Cilliers (1998), Wood (1993) e Palis (1999).

De acordo com Cilliers (1998, p.58), a teoria do caos mostra-se insuficiente para a completa compreensão de um sistema complexo. Morin (1998, p.66) afirma que a teoria do caos é uma das avenidas que conduzem à complexidade, embora, muitas vezes, não seja ela mesma uma representante da complexidade. Ainda segundo Cilliers (1998), a matemática do caos, em última análise, enquadra-se na categoria da complicação e não na categoria dos sistemas complexos.

Na linguagem coloquial, a palavra *complexo* é usada com frequência e muitas vezes termina por absolver quem procura dar maiores explicações sobre o assunto de que trata. Por isso, a idéia que fica de complexidade é de caos, desordem, obscuridade. Todavia, isso é o oposto do que a palavra, por sua etimologia, quer dizer. Complexidade vem de *plexus*, entrelaçado, tecido em conjunto. Em vez de usar a palavra como escapatória, devemos ver como melhor entendê-la para ajudar-nos na abordagem de problemas matemáticos e ambientais.

De uma maneira ou de outra, a idéia de complexo, de complexidade, como vem sendo abordada, ganha foros de uma nova ciência. Fala-se em teoria da complexidade, paradigma da complexidade, epistemologia da complexidade. Ela é utilizada para estudos no mundo da Física, alguns de escala planetária, envolvendo emissão de gases poluentes, camada de ozônio, correntes marítimas e aquecimento da terra. No mundo biológico, aparece em sua plenitude no ser humano, com seus múltiplos sistemas e aparelhos que interagem para manter a homeostase.

Segundo Morin (1998), para entender a idéia de complexidade, é necessário vê-la em relação ao que se consideram usualmente seus opostos. Pode-se formar vários pares: simples-complexo, simplificação-complexificação, redução-conjunção, reducionismo-holismo, partes-todo. A complexidade não funde seus opostos em um todo homogêneo:



ela mantém a distinção entre as partes, associa sem tirar a identidade das partes que a compõe, mas não deixa de admitir que o todo é maior que a soma das partes.

Gardner (2007), por sua vez, revela a complexidade de nossa época e dos próximos tempos ao falar em “cinco mentes”, àquelas necessárias se quisermos ter (e ser) os tipos de gestores, líderes e cidadãos necessários para melhorarmos nosso planeta e nossa realidade. São elas:

A **mente disciplinada**, que é aquela que dominou pelo menos uma forma de pensar – um modo distintivo de cognição que caracteriza uma determinada disciplina acadêmica, um ofício ou uma profissão. A mente disciplinada também sabe como trabalhar de forma permanente, ao longo do tempo, para melhorar a habilidade e o conhecimento. Em linguagem comum, é altamente disciplinada.

A **mente sintetizadora** é aquela que recebe informações de diferentes fontes, entende e avalia objetivamente essas informações e as reúne de maneira inteligível ao sintetizador e também a outras pessoas.

A **mente criadora** rompe barreiras: e apresenta novas idéias, propõe questões desconhecidas, evoca formas inéditas de pensar e chega a respostas inesperadas.

A **mente respeitosa**, por seu turno, absorve e acolhe diferenças entre os seres humanos e entre grupos humanos, tenta entender esses “outros” e busca trabalhar de forma eficaz com eles. Em um mundo em que estamos interligados, a intolerância e o desrespeito não constituem mais uma opção viável.

Finalmente, a **mente ética** reflete sobre a natureza do próprio trabalho e sobre as necessidades e os desejos da sociedade em que vive. E a ética deve estar presente em todos os níveis da vida em sociedade.

A proposta de Gardner não é que cada ser humano domine uma das mentes e sim que elas se integrem em cada um dos seres humanos, comprovando a complexidade humana e social da atualidade e o autor (2007, p. 140) destaca que:

[...] Não importa qual tenha sido sua importância no passado, essas cinco mentes provavelmente serão cruciais em um mundo marcado pela hegemonia da ciência e da tecnologia, pela transmissão global de imensas de informação, pela utilização de tarefas de rotina por computadores e robôs e pelos contatos cada vez maiores, de todos os tipos, entre populações distintas. Os que conseguirem cultivar essas cinco mentes têm mais que prosperar.

Todavia, a que se salienta que Gardner, ao discorrer sobre a mente disciplinada, não se refere apenas a apropriação de uma única disciplina - ou profissão -, destacando

somente que, segundo pesquisas, leva-se até dez anos para dominar uma disciplina. Logo, pode-se dedicar a outras.

Isso é importante, pois a complexidade do mundo em que vivemos transparece nas expressões que usamos: o mundo das artes, o mundo da política, o mundo da ciência, o mundo acadêmico e outros. E esses mundos se entrelaçam em um mesmo espaço-tempo, portanto exigem a interação de diferentes disciplinas a fim de compreendê-los melhor e neles atuar de maneira ética e respeitosa, mas eficiente e criativa.

### 2.3.2 Transdisciplinaridade

O mundo da Ciência e o mundo acadêmico, em pleno século XXI, são o mundo das disciplinas. O avanço da Ciência e o progresso tecnológico deste século foram devidos em boa parte à verdadeira explosão da pesquisa interdisciplinar.

A complexificação dos problemas tornou necessária a aproximação e associação gradual das disciplinas em diferentes graus, do mais simples, o da multidisciplinaridade, ao mais completo, o da transdisciplinaridade.

Convém definir os referidos termos, pois, conforme alguns autores podem ser quatro até seis os níveis no espectro, que vai da disciplina até a transdisciplinaridade. Nesse sentido, faz-se necessário descrever explicativamente os termos disciplinaridade, multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade.

No que se refere à disciplina, cabe salientar que ela se constitui num corpo específico de conhecimento ensinável, com seus próprios antecedentes de educação, capacitação, procedimentos, métodos e áreas de conhecimento. Segundo Piaget,<sup>3</sup> a multidisciplinaridade ocorre quando a solução de um problema torna necessário obter informação de duas ou mais Ciências ou setores do conhecimento sem que as disciplinas envolvidas no processo sejam elas mesmas modificadas ou enriquecidas.

### 2.3.3 Interdisciplinaridade

A interdisciplinaridade advoga, para si, a intencionalidade de reunião de conhecimentos, onde a troca de informações é necessária e relevante para a produção do conhecimento. Não se espera uma profunda mudança, uma revolução de paradigmas, mas sim um tráfegar tranqüilo, paulatino e constante. Hoje o professor deve entender

---

<sup>3</sup> PIAGET, Jean. The epistemology of interdisciplinary relationships. In: op. cit. n. 3, p. 136-139.

que sua disciplina não é, isolada, a mais importante. Deve, pelo contrário, pressupor que as disciplinas são formativas em seu conjunto, que a epistemologia flui na interlinearidade.

Toda e qualquer disciplina, em algum momento, relaciona-se com outra. O professor deverá estar aberto para esse entendimento, para que mostre as correlações existentes na construção do conhecimento. Essa complementaridade, esse alicerce é proposto dentro da interdisciplinaridade, e trabalhar com essas possibilidades é um verdadeiro desafio.

Ao fixar-se com atenção, para os conteúdos da disciplina de Matemática no contexto da Educação Ambiental crítica, enxergar-se-á mesmo nas entrelinhas uma relação entre elas, que abre a possibilidade para um trabalho em conjunto. Reformulando-se os conteúdos dos cursos de Ensino Médio, por exemplo, há possibilidades de inter-relação de conhecimentos, cristalinamente as possibilidades de trabalhos grupais, sem deformar uma ou outra disciplina. Entende-se perfeitamente que as possibilidades do trabalho em equipe estão abertas para incursões. Consagrar a prática da interdisciplinaridade é uma tarefa das mais elevadas nas instituições de ensino, nos tempos atuais.

Existem temas que convergem entre as disciplinas e cada professor deve trabalhar, com clareza, tais abordagens. Fatos convergentes devem ser discutidos e esclarecidos, criando, na interdisciplinaridade, a formação generalista com qualidade. Não se deve subtrair as responsabilidades nas disciplinas. Cada professor deve ser conhecedor do seu assunto com profundidade, e a possibilidade das interações não dará lugar a devaneios no fazer pedagógico.

A interdisciplinaridade deve ser reservada para designar “o nível em que a interação entre várias disciplinas ou setores heterogêneos de uma mesma ciência conduz a interações reais, a certa reciprocidade no intercâmbio levando a um enriquecimento mútuo”. Leff (1998, p. 302).

A interdisciplinaridade implica assim um processo de inter-relação de processos, conhecimentos e práticas que transborda e transcende o campo da pesquisa e do ensino no que se refere estritamente às disciplinas científicas e a suas possíveis articulações.

Dessa maneira, o termo interdisciplinaridade vem sendo usado como sinônimo e metáfora de toda interconexão e colaboração entre diversos campos do conhecimento dentro de projetos que envolvem tanto as diferentes disciplinas acadêmicas como as práticas não científicas que incluem as instituições e atores sociais diversos.

Nesse contexto, a noção de interdisciplinaridade se aplica tanto a uma prática multidisciplinar (colaboração de profissionais com diferentes formações disciplinares), assim como ao diálogo de saberes que funciona em suas práticas.

De algum modo, a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade implicam diversas disciplinas, formas e modalidades de trabalho, que não se esgotam em uma relação entre disciplinas científicas, por sinal campo que originalmente requer a interdisciplinaridade para enfrentar o fracionamento e a especialização do conhecimento.

Essas considerações colocam a necessidade de voltar a uma reflexão crítica sobre os marcos conceituais e as bases epistemológicas que podem impulsionar uma prática da interdisciplinaridade mais aprofundada e fundamentada em seus princípios teóricos e metodológicos, orientada ao manejo, gestão e apropriação dos recursos ambientais.

O conceito de transdisciplinaridade envolve não apenas as interações ou reciprocidade entre projetos especializados de pesquisa, mas a colocação dessas relações dentro de um sistema total, sem quaisquer limites rígidos entre as disciplinas.

Há quase três décadas, Morin (1990, p. 86) considerou que a transdisciplinaridade ainda era um sonho. Todavia, ela é hoje uma realidade em construção aliada à complexidade, mas ainda a “passos lentos”.

Há três características essenciais da atitude transdisciplinar: o rigor, a abertura e a tolerância, possibilitando a perspectiva metodológica. O rigor significa o uso da linguagem como principal elemento mediador da dialógica do transdisciplinar, dando qualidade à relação entre os sujeitos e seus contextos. A abertura diz respeito à possibilidade do inesperado na construção do conhecimento advindo das zonas de resistência entre sujeito e objeto. A tolerância significa o reconhecimento das posições contrárias, que podem avançar ou não no campo epigênico das idéias.

O futuro, do ponto de vista transdisciplinar, não está determinado nem construído *a priori*. Há que se decidir pelo futuro no presente. O avanço da pesquisa disciplinar reforça a necessidade de estudo da complexidade.

Como diz Nicolescu (1996, p. 58), “a complexidade se nutre da explosão da pesquisa disciplinar e, por sua vez, a complexidade determina a aceleração da multiplicação das disciplinas”. O mesmo autor evidencia que a transdisciplinaridade é muitas vezes confundida com a multidisciplinaridade e a interdisciplinaridade, uma vez que as duas primeiras continuam inscritas no quadro da pesquisa disciplinar. O autor afirma que “a transdisciplinaridade, como o prefixo *trans* indica, lida com o que está ao mesmo tempo *entre* as disciplinas, *através* das disciplinas e *além* de todas as disciplinas.

Sua finalidade é a *compreensão do mundo atual*, para o que um dos imperativos é a unidade do conhecimento”. Nicolescu (1996, p. 60), afirma ainda que “mesmo reconhecendo o caráter radicalmente distinto da transdisciplinaridade, com relação à disciplinaridade, multidisciplinaridade e interdisciplinaridade, seria extremamente perigoso tomar a diferença em forma absoluta, pois desse modo a transdisciplinaridade seria esvaziada de todo o seu conteúdo. Sua eficácia, como instrumento de ação, seria reduzida a nada”.

Uma outra abordagem que vem ao encontro da transdisciplinaridade é o pensamento complexo, como forma de buscar a unidade na diversidade do conhecimento.

#### 2.3.4 Pensamento Complexo

Difícilmente consegue-se separar a idéia do pensamento complexo da noção de transdisciplinaridade, pois, como afirma Morin (1990, p. 106), “o pensamento complexo se elabora nos interstícios entre as disciplinas, a partir do pensamento de matemáticos, físicos, biólogos e filósofos”. Duas revoluções científicas do século XX estimularam seu desenvolvimento: no início, a revolução quântica e, em meados do século, a revolução sistêmica.

A primeira, com base na Termodinâmica, na Física Quântica e na Cosmofísica, introduziu a incerteza; a segunda introduziu a auto-organização nas ciências da Terra e na Ecologia; posteriormente, estendida à Biologia e à Sociologia. O pensamento complexo é o pensamento que lida com a incerteza e que é capaz de conceber a auto-organização.

Morin (1990, p. 45) ainda enfatiza que, em plena era do “fim das certezas”, não temos a pretensão do domínio pleno, no entanto, também não queremos ficar encerrados em nossas disciplinas. De acordo com o mesmo autor, a complexidade é uma palavra problema e não uma palavra de solução.

Assim, o olhar atento, por exemplo, para a Educação Matemática e a Educação Ambiental, faz com que se observe que ambas exigem um trabalho de equipe envolvendo várias disciplinas, diversas profissões e muitos setores da sociedade. Porém, a visão habitual disciplinar, corporativa, unidimensional tende a deformar a visão de mundo que faz com que essas duas áreas de conhecimento sejam entendidas como um ambiente exclusivo.

Para corrigir essa deformação, apresenta-se a necessidade de sair do “mundo fechado”, para observar criticamente o entorno, ou seja, olhá-lo de muitos ângulos e

analisá-lo em suas várias dimensões. Nesse sentido, a complexidade é imprescindível e mais abrangente que a transdisciplinaridade. Ela é a expressão adequada para tratar o mundo real tal como é, uno, indivisível, em que tudo é parte de tudo, tudo depende de tudo.

È reservada para a palavra transdisciplinaridade aquela parte do mundo real que trata do conhecimento, de sua organização em disciplinas, das superposições e espaços vazios entre elas.

A complexidade está para o mundo real como a transdisciplinaridade está para o mundo acadêmico. A complexidade inclui a transdisciplinaridade, explicitando a construção de um novo paradigma. Considera-se que ela pode favorecer uma abertura para as dificuldades encontradas. Essa abertura seria reservada para aqueles capazes de transitar entre distintos campos disciplinares, pelos cortes epistemológicos, dos velhos aos novos paradigmas. Uma viagem na qual a abordagem integrativa pode ser o melhor veículo.

### 2.3.5 Abordagem Integrativa

As áreas da Educação Matemática e Ambiental ajudam nossa compreensão do fazer pedagógico a fim de tornar mais visível sua complexidade. Lançamos olhares diferentes sobre o planeta, expandindo novos horizontes para a educação. O pensamento complexo deve conduzir-nos a melhores modos de atuação sobre a realidade no sentido de transformá-la para melhor. Começamos situando-nos no espaço-tempo. Com uma abordagem reducionista e sistêmica, usualmente descrevemos o nosso sistema isolando-o dos demais. Deseja-se que sejam claros seus limites, seu contorno. O que está fora denominamos genericamente de contexto ou meio externo, ao construto que tínhamos em nossa mente.

O contexto é um agregado de sistemas complexos, conformando um sistema maior, um meta-sistema. Assim, a palavra contexto é utilizada num sentido mais amplo que engloba o sistema particular no sistema total em um espaço-tempo definido.

Nessa perspectiva para fins de simplificar as dimensões espaciais em apenas três níveis, são usados os prefixos micro, macro e mega. O nível micro é o nível local em que cada um de nós vive, é o cotidiano, a família, a residência. O nível macro é o país, com suas leis, linguagem e cultura. O nível mega é o mundo atual, com sua complexa rede de agências internacionais, reproduzindo nesse nível as organizações de nível

micro e macro. Assim, por exemplo, as secretarias municipais de educação, os ministérios da educação e outras organizações ocupam espaços micro, macro e mega, em uma linha governamental de organizações que tratam da educação. Outras linhas semelhantes ocorrem entre as ONGs, corporações profissionais, organizações sindicais, científicas e educacionais.

Entre os níveis micro-macro e macro-mega, existem níveis intermediários. Um exemplo seria o nível estadual no Brasil (micro e o macro), e o nível da América Latina ou do Hemisfério (macro-mega).

A perspectiva espacial humana é completada com o agora temporal. Deve-se ver sempre a dimensão espaço-tempo e conjugar as dimensões micro-macro-mega (perspectivas – visão de mundo) com as dimensões temporais da história, do hoje e dos planos e projeções (prospectiva – visão de futuro). Atuar no presente – “aqui e agora” – com visão de futuro é um lema para direcionar as abordagens integrativas, multidimensionais que intentamos conduzir. As perspectivas prospectivas são complementares.

Em nível local, não é possível trabalhar com médias e sim com contextos específicos e referência àquelas dimensões básicas da educação no mundo real daquele nível micro em que está atuando.

O mundo real do nível micro se transforma em virtual tão logo se inicia trabalhar com dados, informações, no nível intermediário. Quanto mais esses dados e informações contiverem descrições multidimensionais fundamentais, mais precisão terá a imagem virtual construída e permitirá decisões e ações mais adequadas e significativas.

Segundo Capra (1996, p. 47), a teoria sistêmica teve aparato principalmente nos estudos da Química, Biologia e da Física, da qual podemos citar os estudos relativos à Física Quântica nos domínios dos átomos e das partículas atômicas e, sobretudo nos domínios da Termodinâmica. Com isso, mudaram as concepções, principalmente, depois do desenvolvimento da Matemática da Complexidade que está sendo reconhecida, por emergir um novo conjunto de conceitos e de técnicas para se lidar com essa enorme complexidade, tecnicamente chamada de “teoria dos sistemas dinâmicos”. Portanto, não é uma teoria matemática, cujos conceitos e técnicas são aplicados a uma ampla faixa de fenômenos.

Percebe-se a Matemática de relações e padrões, que se configura mais qualitativa do que quantitativamente. O desenvolvimento de computadores de alta velocidade teve um

papel importante na nova capacidade de domínio da complexidade, pela possibilidade de solucionar equações complexas e descobrir soluções que eram intratáveis.

No final do século XIX, os cientistas desenvolveram diferentes ferramentas matemáticas para modelar os fenômenos naturais. Para compreender essa nova Matemática, primeiramente, há a necessidade de compará-la à Matemática clássica desde Galileu Galilei, em cuja época era conhecida como geometria e tinha uma visão herdada de filósofos da antiga Grécia. Segundo Capra (2003), a álgebra e a geometria serviam para resolver problemas matemáticos e formular as leis da natureza. Posteriormente, Descartes unificaria geometria e álgebra, formulando a geometria analítica. Com essa descoberta, pôde-se visualizar um determinado fenômeno tanto geometricamente quanto algebricamente. Contudo, não era possível descrever uma equação de um corpo em movimento, com aceleração variável. Isso foi resolvido por Isaac Newton e por Gottfried Wilhelm Leibniz, que inventaram um novo método, conhecido como cálculo diferencial, o portal para a Matemática superior. Esses estudiosos desenvolveram ferramentas matemáticas que serviam para modelar os fenômenos naturais, como as equações do movimento deterministas, para sistemas simples; e as equações da Termodinâmica, baseadas em análises estatísticas de quantidades médias, para sistemas complexos. Ambas as técnicas exibiam equações lineares.

Devido aos acontecimentos das últimas décadas, a natureza não pode ser mais considerada linear, flexível e resumida a equações exatas, determinísticas. Como afirma Capra (2003, p. 107), “a previsão exata é, com frequência, impossível [...]”, o que tem ocasionado mudanças no modo de observar e lidar com a natureza, dando-se ênfase à análise qualitativa, que permite lidar com essa natureza inflexível e com essa complexidade por meio da teoria dos sistemas dinâmicos. A Matemática possibilita à humanidade “reavaliar algumas noções muito básicas sobre as relações entre um modelo matemático e os fenômenos que ele descreve”.

Compreender a simplicidade e a complexidade é uma das noções que a humanidade se obriga a reavaliar e a teoria dos sistemas dinâmicos é a primeira Matemática que permite aos cientistas lidar com a plena complexidade dos fenômenos não-lineares no mundo não-linear, incluindo a maior parte do mundo real.

Uma propriedade importante dos sistemas não-lineares é o resultado da freqüente ocorrência de processos de realimentação de auto-esforço, que podem ter efeitos dramáticos, pois ao serem amplificadas repetidamente por meio de realimentação de



auto-esforço. Matematicamente, um laço de realimentação correspondendo a um tipo de processo não-linear, conhecido como interação (repetição), na qual a função opera repetidamente sobre si mesma. Cada passo efetuado é chamado de “mapeamento” que é utilizado pelos ecólogos para descrever o crescimento de uma população sujeita às tendências opostas e conhecida como “equação de crescimento”.

A interação desse mapeamento resultará em repetidas operações de estender e dobrar, por isso Capra (1996, p.33-56) faz uma analogia entre o resultado dessa interação com a ação de um padeiro. A transformação de ingredientes heterogêneos em pão efetuada pelo padeiro é um protótipo dos processos não-lineares, altamente complexos e imprevisíveis, conhecidos tecnicamente como caos.

Pode-se observar, no exemplo do padeiro, que as repetições não dão uma certeza, por não sabermos o resultado das dobras, não se obtém uma resposta concreta, sendo assim o resultado muito complexo e imprevisível.

Na maior parte das equações não-lineares que descrevem fenômenos naturais é muito difícil obter soluções por meios analíticos, porém há outra maneira, que é chamada de resolver “numericamente” a equação, sendo extremamente incômodo, por muito tempo e oferecer apenas soluções muito grosseiras e aproximadas.

Com a informatização, no entanto, têm-se programas para resolver numericamente uma equação por caminhos extremamente rápidos e precisos. Com os novos métodos, equações não-lineares podem ser resolvidas com maior grau de precisão.

Compreende-se que, historicamente, a Matemática não está descolada de outras áreas do conhecimento e da atividade humana. O entendimento do padrão é de grande importância para a compreensão do mundo vivo que nos cerca. Os temas relativos a padrão, ordem e complexidade são em sua essência matemáticos.

O modo complexo de pensar não tem utilidade somente nos problemas organizacionais, sociais e políticos, pois um pensamento que enfrenta a incerteza pode esclarecer as estratégias no mundo incerto; o pensamento que une pode iluminar uma ética da religião ou da solidariedade.

O pensamento da complexidade tem igualmente seus prolongamentos existenciais ao postular a compreensão entre os homens, a educação e o meio ambiente de acordo com alguns referenciais. Os problemas de ordem ambiental estão ligados às novas tecnologias e ao desenvolvimento industrial, porém as discussões referentes às questões do meio ambiente também são seculares e têm na Matemática, a cada dia mais, um

instrumental que pode entender não somente os danos causados, mas também, o ser humano em suas relações.

Na seqüência, faz-se uma retrospectiva histórica abordando as tendências epistemológicas da Educação Matemática entre o século XVI até os dias atuais, a fim de uma melhor compreensão do processo de ensino aprendizagem em matemática e a possibilidade de inter-relação com a Educação Ambiental.

### 3 HISTÓRICO E TENDÊNCIAS EPISTEMÓLOGICAS DO ENSINO DA MATEMÁTICA

Falar em Gestão do Conhecimento Matemático para contribuir em outra área do conhecimento como a Educação Matemática e sua inter-relação com a Educação Ambiental requer que, antecipadamente, se traduza a compreensão do modo que seu ensino recebeu influências ao longo do processo histórico e educacional em solo brasileiro, como sinteticamente se apresenta abaixo:

#### **Século XVI ao XVIII:**

- a) Os jesuítas trouxeram à educação formal para o Brasil;
- b) em relação à Matemática, “um estudo mais sistemático dessa disciplina iniciou-se em 1572, no curso de Artes do Colégio da Bahia, juntamente com a Lógica, Física, Metafísica e Ética e as demais matérias constantes de seu currículo” (AZEVEDO, s.d, p. 41);
- c) o estudo das artes e da Matemática erudita era destinado aos poucos privilegiados economicamente. O curso tinha a duração de três ou quatro anos e seu emprego durou quase dois séculos. E, conforme Ribeiro (*apud* DAMAZIO, 1996), somente a pequena minoria tinha acesso a este curso, pois a necessidade de a instrução e a educação escolarizada serem convenientes à camada dirigente e seus descendentes, que deveriam preservar os interesses metropolitanos e as atividades coloniais;
- d) a reforma educacional no período imperial promovida pelo Marquês de Pombal estabeleceu uma série de medidas para o avanço do capitalismo em Portugal, objetivava combater a influência religiosa. A Reforma propôs o ensino de conteúdos mais práticos e utilitários e o incentivo ao ensino superior.

De acordo com Azevedo (s.d, p. 42), com a reforma do Marquês de Pombal, poucos foram os brasileiros que puderam sair do país para concluir e aprofundar seus estudos. O destino dessa elite era a Universidade de Coimbra, que mantinha um curso de Matemática com a duração de quatro anos, ou a Academia Real da Marinha, em Lisboa. O ensino ministrado nessa Academia não visava ao culto da Matemática pura, mas, sim à formação de uma base sólida para futuros estudos de engenharia militar, navegação e arquitetura naval.

A educação era vista como uma saída para a situação econômica e cultural de Portugal, que não era mais satisfatória nos séculos XVII e XVIII, se comparada com o momento áureo do pioneirismo das grandes navegações marítimas nos dois séculos anteriores. Destaca-se ainda que, com essa reforma, a elite teria ainda mais facilidade na articulação dos mecanismos de exploração colonial no Brasil. E esse cenário não se modificou no século posterior, apesar da expansão do ensino no Brasil:

### **Século XIX:**

- a) Em 1808, com a vinda da Família Real, também vieram professores da Academia Real da Marinha;
- b) em 1810, foi criada a Academia Real Militar da Corte do Rio de Janeiro (transformada em Escola Central em 1858 e, em 1974, na Escola Politécnica), que marcou o início do ensino superior de Matemática, no Brasil. Esse curso tinha como objetivo a formação de “Oficiais Engenheiros e de Artilharia”, com duração de sete anos, dos quais quatro constavam de um curso de Matemática;
- c) dessa forma, o Ensino Superior de Matemática teve forte influência e contou com a presença dos militares. A separação do ensino civil do militar na Academia Real Militar somente aconteceu em 1874, quando foram criados estatutos da Escola Politécnica, a primeira escola civil de Engenharia no Brasil;
- d) a Carta-Lei, de 4 de dezembro de 1810, que criou e regulamentou a Academia Real Militar, mostra que seus redatores acompanhavam os avanços científicos.
- e) mais tarde, já durante o Império, o Poder Central tinha a responsabilidade pelo ensino superior do país e por todo o ensino na Corte. Por sua vez, o ensino primário e o secundário eram de responsabilidade das províncias, que não tinham recursos e condições para legislar e administrar o ensino superior;
- f) o descaso com a educação formal atravessou o período imperial e adentrou a República, cuja concepção platônica aristotélica de Matemática é a mais difundida nos meios escolares. Sociopoliticamente, a aprendizagem da Matemática era privilégio de poucos e dos “bem-dotados” intelectual e economicamente (FIORENTINI, 1995);
- g) o mesmo autor enquadra o ensino da Matemática desse período na Tendência Formalista Clássica, que prevalecerá no Brasil até a década de 1950;

- h) com o passar do tempo, mas ainda no início da República, a educação foi evidenciada como primordial para o aumento do número de eleitores, pois com a possibilidade de eleições democráticas, havia a necessidade de cidadãos capazes de eleger seus representantes governamentais;
- i) quanto ao ensino superior, a primeira Constituição republicana estabelecia que o Governo da União devesse responsabilizar-se por sua criação e seu controle no país e nos diferentes graus de ensino. Determinava, também, que era de cada Estado a responsabilidade pelo ensino primário e secundário. A Constituição fazia distinção no ensino secundário, especificando o curso de formação para o Magistério às moças e o Técnico, aos moços;
- j) a escola procurava garantir à classe dominante, ou seja, à elite dirigente e clerical, um ensino mais racional e rigoroso.

No período posterior à proclamação da República, o ensino de Matemática voltava-se apenas para o utilitarismo do momento e continuava sendo ministrado somente em favor da classe dominante. Nesse período, era forte a influência francesa, especialmente a do Positivismo.

Em oposição a Tendência Formalista Clássica, amparada no Modelo Euclidiano de Matemática, surgiu na década de 1920 o movimento da Pedagogia Ativa, com ênfase nas diferenças e características biológicas e psicológicas do educando, também conhecida como Escola Nova. Assim, o século XX começava com grandes mudanças em nível educacional.

### **Século XX (primeira metade):**

- a) Anísio Teixeira, Fernando de Azevedo, Lourenço Filho, Sampaio Dória, entre outros intelectuais, foram os introdutores desse movimento no país;
- b) o Escolanovismo chegou ao Brasil como extensão das idéias do norte-americano John Dewey. O ensino obrigatório, gratuito e laico foi bandeira desse grupo de descontentes com a educação tradicional. O aluno passou a ser o centro didático e o conhecimento deixou de ser uma mensagem externa a ser gravada pelo educando, como preconizava o ensino tradicional. O professor perdeu sua aura de poder e passou a ser considerado como um orientador ou facilitador da aprendizagem;

- c) as primeiras décadas do século também foram assinaladas pela discussão sobre o ensino da Matemática em duas reformas educacionais: Francisco Campos (1931) e Gustavo Capanema (1942). Essas reformas propiciaram a manifestação de posições antagônicas das quais se destacam: o ensino particular religioso *versus* o ensino público e leigo, a educação nos padrões tradicionais *versus* a educação nos moldes da Escola Nova;
- d) o crescimento da economia brasileira e o interesse de grupos distintos da sociedade tiveram influência nessas duas reformas, pois foi a partir de 1920, com o início da industrialização, que os empresários necessitaram de mão-de-obra especializada, o que propiciou a idealização de uma educação que preparasse para o mercado de trabalho, preocupação que as antigas elites não compartilhavam, pois defendiam a educação no modelo católico, para se manter na vanguarda dos privilégios;
- e) a Matemática superior foi ensinada até o ano 1934, porém para um pequeno número de brasileiros pertencentes às camadas sociais mais altas que conseguiam freqüentar as escolas do Exército e da Marinha. Nessas escolas, os professores eram engenheiros, oficiais do Exército e da Marinha e ensinavam Álgebra Superior, Cálculo, Geometria Analítica e Descritiva. Alguns alunos em fase de conclusão também podiam ministrar aulas, fato que ainda ocorre atualmente. D'Ambrósio (1996, p. 56) explica que isso ocorria porque:

Nesse período os cursos de formação de docentes eram, geralmente, só para mulheres e em nível secundário. A preparação de docentes em nível superior iniciou-se com a criação da Faculdade Nacional de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade do Estado de São Paulo – USP, em 1933, e a Universidade do Distrito Federal, transformada, posteriormente em Universidade do Brasil, em 1935.

- f) Segundo Azevedo (*apud* DAMAZIO, 1996, p. 20), essas instituições preocupavam-se com a pesquisa matemática, justificando-se, assim, a criação do Bacharelado em Matemática, com três anos de duração e mais um ano de Didática. E, para a preparação de docentes capacitados para ensinar Matemática, a USP contratou professores estrangeiros com o propósito de se atualizar em relação ao conhecimento científico. Mesmo com o curso específico de formação matemática, o ensino esteve fundamentado no pensamento da escola tradicional, em que o professor sabia a matéria (lição) e devia transmiti-la ao aluno;

- g) a competência do aluno era avaliada pela qualidade de informações obtidas, memorizadas e cobradas pelo professor com todo autoritarismo, recorrendo ao único instrumento de avaliação: a prova (oral e escrita). A relação professor-aluno era vertical e, muitas vezes, agressiva;
- h) tanto no ensino elementar quanto no secundário, o professor recorria a atitudes “policialescas”, como: castigo (por exemplo, escrever cem vezes a tabuada) e agressões verbais e físicas;
- i) as Secretarias Estaduais de Educação programavam e organizavam basicamente toda a ação educativa. Elaboravam os programas de ensino, que indicavam uma relação de conteúdos, pontos, lições e até mesmo a série e o mês nos quais os professores deveriam ministrá-los. O controle dos órgãos oficiais para que esse programa fosse cumprido era observado nos livros didáticos;
- j) os diretores e inspetores escolares tinham a função de fiscalizar o cumprimento das obrigações profissionais e da prática pedagógica. O professor, por sua vez, tinha o dever de planejar suas aulas, entretanto, não tinha autonomia para planejar o ensino;
- k) contudo, havia aqueles que se mostravam descontentes com o fazer pedagógico matemático formalista clássico e buscavam na Escola Nova e em outras teorias educacionais, alternativas que viabilizassem a aprendizagem da Matemática por um número maior de alunos. Nessa perspectiva, Damazio (1996, p. 77) explicita que:

As primeiras manifestações dos princípios da Escola Nova nos livros de Matemática que chegaram até as escolas da rede pública de Santa Catarina aparecem no livro *A aritmética da Escola Nova* de Everardo Backeuser, editado em 1933. Na década de 40, aparecia importante literatura escrita por Júlio César de Melo e Souza, o Malba Tahan. [...] Nas suas obras evidencia sua preocupação com a resolução de problemas, redescobertas, aprendizagem significativa, história da matemática, a lógica, as aplicações, as recreações, as curiosidades como instrumentos para a melhor aprendizagem da Matemática. No início da década de 50, também chegaram até as escolas do estado as obras de Irene de Albuquerque: *Metodologia da Matemática, Jogos e Recreações Matemáticas*; nas quais a autora defende o ideário escolanovista. Isto fica muito evidente quando a autora diz que o “professor de Matemática deve tornar seu ensino simples, atraente, vivo e feito pelo aluno”.

- l) na década de 1930, ocorreu também a divulgação da “metodologia dinâmica da Matemática com números e cores”, método criado por Georges Cusenaire. O método foi divulgado em nosso país principalmente pelo professor pernambucano Waldecyr C. de Araújo Pereira. Materiais como sólidos, figuras

geométricas, geoplanos, geoespaço, ábacos e material para contagem chegaram ao conhecimento dos professores para sua divulgação no curso Normal e de Licenciatura, no qual as idéias escolanovistas encontraram campo fértil.

Damazio (1996) aponta que a Escola Nova se colocou a serviço dos interesses das classes privilegiadas por encontrar adeptos em setores progressistas da burguesia, intelectuais da classe média e grupos de tecnocratas. As mudanças pretendidas se limitaram apenas à escola e não à sociedade como um todo.

O movimento Escola Nova, conforme Fiorentini (1995) apresentava um risco, pois poderia levar o ensino da Matemática ao ativismo e ao espontaneísmo, além do fato de não questionar a Ciência Matemática e sua relação externalista-sócio-cultural. Essa reflexão gerou transformações nas últimas décadas do século.

### **Século XX (da segunda metade até os anos 80):**

- a) somente a partir dos anos de 1950, a educação passou a ser considerada como um instrumento capaz de contribuir com o processo de desenvolvimento econômico. Assim sendo, os interesses financeiros passaram a determinar com mais intensidade as regras da educação;
- b) foi a partir dessa década que ocorreu “o engajamento de um grande número de matemáticos e professores brasileiros no movimento internacional de reformulação e modernização do currículo escolar”, assevera Fiorentini (1995, p. 13);
- c) apesar do Movimento da Matemática Moderna, como ficou conhecido esse engajamento de matemáticos e professores no mundo todo, no início, de 1960, no Brasil, o ensino da Matemática continuou sendo influenciado pelos interesses do capital. Apenas em 1961, com a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases, que a educação, em especial a particular, se beneficiou, no entanto, o ensino nas escolas permaneceu controlado pelos grupos econômicos e políticos conservadores;
- d) foi nesse contexto histórico que, a nova Matemática ou a Matemática Moderna começou a ser discutida, sobretudo nos Congressos Brasileiros de Ensino da Matemática, tais como os realizados em Salvador (1955), Porto Alegre (1957), Rio de Janeiro (1959), Belém (1961) e São José dos Campos (1966);



- e) esses eventos surgiram como consequência da 1ª Conferência Latino-Americana de Educação Matemática, realizada em Bogotá em 1961. O evento de Bogotá indicou algumas medidas a serem tomadas, tais como, a preparação de professores em conteúdos de Matemática Moderna, a reorganização dos programas de ensino com acréscimo dos tópicos de Matemática Moderna e a elaboração de livros textos;
- f) em 31 de outubro de 1961 foi fundado, em São Paulo, o primeiro Grupo de Estudos do Ensino de Matemática (GEEM);
- g) nessa década, a modernização era a preocupação básica das lideranças do ensino da Matemática. Foram, então, criados cursos de iniciação à Matemática Moderna e cursos de aperfeiçoamento, principalmente para professores primários e secundários, proposta essa abraçada pela Companhia de Aperfeiçoamento e Difusão do Ensino (CADES) do Ministério da Educação e Cultura, que ofereceu cursos em todo o Brasil;
- h) o movimento de modernização da Matemática, afirma Damazio (1996), tinha a preocupação de tirar o ensino de um quadro pouco alentador para um melhor desempenho dos alunos em Matemática, quadro que pouco se alterou, pois mesmo nos dias de hoje, passados mais de quarenta anos, se constata que a situação continua quase a mesma, embora haja alguns avanços no ensino da Matemática. Para esse estudioso, a Matemática Moderna não solucionou os problemas a que se propôs porque estes eram de ordem metodológica e não de conteúdo. Na verdade, com a modernização apenas foram injetadas unidades sobre a Teoria dos Conjuntos nos livros existentes;
- i) com o Governo Militar (1964-1985), surgiu a tendência tecnicista, inspirada no modelo norte-americano, que tinha por finalidade a formação de indivíduos competentes para o trabalho, a fim de integrá-los na máquina do sistema social, segundo as diretrizes ideológicas de então. Por conseguinte, a educação mais uma vez ficou sobre o interesse de poder das elites e não do bem-estar do cidadão comum;
- j) em Santa Catarina, tanto o tecnicismo pedagógico como as idéias da Escola Nova não conseguiram romper com a postura tradicional presente no cotidiano escolar e os cursos de aperfeiçoamento dado aos professores tiveram como objetivo implantar o sistema de avanço progressivo na avaliação escolar.

Contudo, o processo de pensar uma escola para a socialização do conhecimento a todas as camadas sociais continuou;

- k) em 1970, a Matemática Moderna teve seu lugar garantido nos programas de ensino oficiais;
- l) o programa de ensino expedido em 1975 pela Secretaria da Educação de Santa Catarina foi reelaborado no ano seguinte, embasando-se na concepção da Matemática Moderna. A proposta caracterizava-se pelo ecletismo teórico, formado pelas concepções da Escola Nova, Tecnicismo e Construtivismo;
- m) no início dos anos 1980, com o fim do Regime Militar, intensificou-se o debate sobre a educação e novas tendências surgiram no ideário pedagógico matemático. Dentre essas tendências, a abordagem Histórico-Crítica, que sugeria uma Educação Matemática comprometida com a libertação das pessoas, tanto na dimensão da conscientização como na dimensão sócio-político-econômica.

A tendência Histórico-Crítica advoga que a Educação Matemática deve garantir às pessoas a aquisição do saber sistematizado. Usando métodos eficazes, o professor deverá propiciar condições para que o aluno se aproprie dos conteúdos já sistematizados que fazem parte do currículo, dando-lhes uma conotação mais crítica. Dessa forma, a Matemática passa a ser um instrumento de pensamento para os alunos fazerem a leitura do mundo.

- n) com preocupações similares surge, conforme Fiorentini (1995), a tendência Socioetnosocial.

Essa tendência articula o conhecimento matemático popular/cotidiano, ou Etnomatemática, com a vertente pedagógica da Educação Libertadora de Paulo Freire. Ubiratan D'Ambrósio, Eduardo Sebastiani Ferreira, Terezinha Nunes Carraher, Gelsa Knijnik e muitos outros pesquisadores e educadores matemáticos são defensores dessa proposta. Eles entendem que a Matemática tanto pode estar a serviço da dominação quando da libertação das classes sociais menos favorecidas.

A discussão teórica estava relacionada à priorização ou não dos conceitos cotidianos presentes nos grupos culturais específicos, como forma de leitura do mundo. Essa tendência se caracteriza pela crença de que, numa relação pedagógica pautada pela dialogicidade, oportuniza-se a problematização da realidade como uma forma de promover a “libertação das pessoas”. Os educandos se tornam pessoas livres de

preconceitos ou estigmas sociais, capazes de aprender a fazer, fazendo. As atividades pedagógicas baseadas nas experiências culturais são os pontos dessa teoria.

### **Século XX (últimas décadas): a democratização do ensino**

- a) A partir de 1983, com o processo de abertura política, são realizados alguns eventos envolvendo a Educação Matemática, com repercussão na prática pedagógica do professor, como os Simpósios Sul-Brasileiros do Ensino de Ciências, nos três Estados do Sul, com o intuito de discutir o ensino de Ciências e Matemática e fomentar um ensino de qualidade para as classes menos favorecidas.

Na visão de Fiorentini (1995, p. 10), esses simpósios, principalmente em suas primeiras edições, serviram para divulgar o “ideário empírico ativista” nos moldes da Escola Nova. Essa tendência atribui como finalidade da educação o desenvolvimento da “criatividade e das potencialidades e interesses individuais de modo a contribuir para a constituição de uma sociedade cujos membros aceitem mutuamente e se respeitem na sua individualidade” (FIORENTINI, 1995, p. 11).

- b) outros encontros nacionais e programas de Educação Matemática realizaram-se também com o objetivo de discutir os problemas, apontar tendências e perspectivas da Educação da Matemática;
- c) vale salientar a realização dos Encontros Nacional de Educação Matemática (ENEMs), sendo que o primeiro desses encontros aconteceu em janeiro de 1988, na cidade de São Paulo;
- d) o segundo realizou-se em Maringá (PR), em janeiro de 1989, e os seguintes foram em Natal, Rio Grande do Norte, em julho de 1990, Blumenau (SC), 1992. Os demais encontros foram realizados, em Aracaju, Sergipe e na cidade de São Leopoldo (RS);
- e) paralelamente aos dois primeiros encontros foi criada a Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM);
- f) a fundação dessa sociedade contribuiu para a criação de uma nova área de conhecimento: a **Educação Matemática**, fato que veio a solidificar-se em julho de 1993, durante o primeiro Seminário de Educação Matemática, realizado na Universidade Federal do Rio de Janeiro;
- g) o processo de abertura política também teve influência no ensino da

Matemática no estado de Santa Catarina. Em 1984, o movimento denominado Democratização da Educação se caracterizou por promover um amplo debate sobre o sistema educacional do Estado. Com uma série de eventos, esse movimento contribuiu significativamente com dois aspectos que influenciaram diretamente no “fazer pedagógico dos professores de Matemática”: “o primeiro diz respeito ao fim do sistema de avaliação por Avanço Progressivo. Sistema este reprovado pelos professores tradicionalistas. O segundo fator foi à aparente liberdade dada ao professor em selecionar os conteúdos e serem ministrados” (DAMAZIO, 1996, p. 84);

- h) com essa realidade instalada, muitos professores, aos poucos, vão excluindo da relação dos conteúdos os tópicos de “Matemática Moderna”. A abertura, paradoxalmente, acabou representando, em algumas escolas por parte de alguns professores, um retrocesso;
- i) em 1985, começaram a ser realizadas, em Santa Catarina, as feiras estaduais de Matemática, pioneiras no Brasil. Essas feiras foram organizadas por um grupo de professores catarinenses e ocorreram em dez cidades, em quinze edições: Blumenau (no qual ocorreu a primeira delas), Criciúma e Joaçaba (em duas oportunidades, em cada uma dessas cidades), Itajaí, Indaial, Canoinhas, Joinville, Caçador, São Bento do Sul, Concórdia, Rio do Sul, novamente em Blumenau e a última que ocorreu na cidade de Itajaí, em 2000.

Desses eventos participaram alunos e professores de diferentes níveis de ensino que analisaram, discutiram e apresentaram suas descobertas e produções do ano letivo, conjuntamente, numa relação de confiança e igualdade.

É curioso o fato de que mais de 90% dos alunos participantes desses eventos serem de camadas sociais mais pobres. Entretanto, ao contrário do que muitos poderiam esperar, a qualidade de seus trabalhos e de suas participações superou a dos alunos das camadas de nível socioeconômico mais elevado. Isto demonstra que os professores envolvidos consideram o aluno da periferia como sujeito co-participante do processo ensino-aprendizagem da Matemática e não como o objeto de seu estudo.

### **Fins do século XX e Início do XXI: as propostas Curriculares e os PCNs**

Os princípios da escola unitária, da universalização do conhecimento, da socialização do conhecimento científico e da escola como instrumento para a

transformação social a serviço da conscientização das camadas populares proporcionaram a possibilidade de um amplo movimento de rediscussão das Propostas Curriculares em diversos Estados da federação.

Os professores catarinenses, preocupados com várias questões educacionais, no ano de 1988 iniciaram um processo para rediscussão do currículo. A matriz teórica foi o materialismo histórico, centro dos estudos que nortearam cursos e encontros de aperfeiçoamento docente.

Dessa discussão foi elaborada a Proposta Curricular do Estado de Santa Catarina. O pressuposto era a apropriação do conhecimento não se dá exclusivamente pela transmissão, mas, sobretudo pelas relações sociais que se estabelecem entre as pessoas e delas com o conhecimento elaborado no decorrer dos tempos. Assim, a aprendizagem se efetiva realmente quando há interação entre sujeito e objeto no âmbito das relações sociais.

Damazio (1996, p. 85) considera “a Proposta Curricular do nosso Estado, discutida a partir de 1987 e implementada em 1990, como identificada com a tendência Histórico-Crítica”.

A Proposta Curricular proporcionou, para a maioria dos professores, o contato com as teorias psicológicas e da aprendizagem de Vygotsky, para quem o conhecimento é apropriado pelos sujeitos (alunos) por meio das interações sociais, tendo na figura docente seu principal mediador.

A implantação dessa Proposta assinalou para muitos docentes uma oportunidade de reflexão sobre seu trabalho. Para outros, no entanto, foi pouco significativa, pois prosseguiram em sua prática coercitiva e tradicional. A discussão da Proposta Curricular de Santa Catarina se intensificou com a sua reedição em 1998. A Secretaria Estadual de Educação tem oportunizado seu estudo por meio de curso de capacitação e aperfeiçoamento aos professores.

Em 1995, o ensino da Matemática, no Estado, passou a ter um novo fórum de discussões, com a realização, em Blumenau, do Encontro Catarinense de Educação Matemática (ECEM), evento também realizado em 1997 e 1999. Nos ECEMs foram apontadas como propostas pedagógicas para Educação Matemática a tendência Histórico-Crítica, o Construtivismo, a Etnomatemática, a Modelagem Matemática, a Resolução de Problemas e outros. Vale ressaltar ainda as propostas dos Parâmetros Curriculares Nacionais e da nova versão da Proposta Curricular do Estado de Santa Catarina.

Quanto aos Parâmetros Curriculares Nacionais sua pretensão na área de Matemática, é servir de “referencial para a construção de uma prática que favoreça o acesso ao conhecimento matemático, que possibilite de fato a inserção dos alunos como cidadãos no mundo do trabalho, das relações sociais e da cultura” (PCN, 1997, p. 59).

A Proposta Curricular de Santa Catarina (PCSC), atualmente em vigor, tem o mesmo objetivo e chama a atenção para o fato de que vivemos numa sociedade que age por exclusão, por discriminação. E alerta que, sem condições de sobrevivência, nenhum cidadão pode lutar por seus direitos.

Essa situação de exclusão vem produzindo-se ao longo da história: tem-se disseminado a proposta política de um “Estado Mínimo” que o desobriga de seus deveres para com os cidadãos, remetendo para o mercado a função de regular e garantir o acesso à saúde, à segurança, à educação, entre outros, que são direitos fundamentais pelos quais todos nós lutamos (PCSC, 1998, p. 30).

Segundo a Proposta, os pressupostos neoliberais adotados em nosso país acabaram por ampliar a situação de abandono que muitos brasileiros se encontram.

No que se refere à educação, a implantação das políticas neoliberais na educação pública é contraditória e desagregadora, pois ao mesmo tempo em que prega descentralização das ações, transferindo para as instituições de ensino algumas responsabilidades que eram de órgãos centrais, concentra o poder de decisão e fiscalização, o que distancia cada vez mais o poder público de suas responsabilidades sociais. Nesse contexto, as escolas são organizadas e de maneira geral difundem tais concepções de mundo, de sociedade e de homem mediante sua ação educativa (PCSC, 1998, p. 31).

Contrária a esse tipo de política, a Proposta Curricular de Santa Catarina prega a necessidade da conscientização de professores e alunos e, a partir deles, de toda a sociedade.

Assim, de acordo com esse documento, é fundamental que a ação pedagógica propicie críticas que resgatem os valores éticos e ações de solidariedade, possibilitando uma efetiva conscientização, segundo a Proposta Curricular de Santa Catarina (1998, p. 114):

Entende-se a Matemática como um conhecimento produzido e sistematizado pela humanidade, portanto, histórico, com o objetivo de conhecer, interpretar e transformar a realidade. Com este entendimento, é importante, também, perceber a Matemática como uma forma de expressão, isto é, como

uma linguagem que é produzida e utilizada socialmente como representação do real e da multiplicidade de fenômenos propostos pela realidade. A Educação Matemática tem como objetivo possibilitar ao aluno apropriação deste conhecimento como um dos instrumentos necessários ao exercício da cidadania.

A Proposta parece ser uma tentativa de integrar a Matemática à vida social, deixando o abstracionismo de livros e tabuadas. Dessa forma, estaria o ensino da Matemática e a própria educação no Brasil abandonando suas atitudes alienadas e alienadoras, para constituírem-se agentes responsáveis pela transformação da sociedade brasileira.

### **3.1 Prospectividade da Gestão do Conhecimento Matemático Manifestados na Formação dos Professores de Matemática**

Um dos desafios da Educação Matemática, dentro de uma visão mais prospectiva, é desmistificá-la como uma disciplina de resultados infalíveis, pronta, inquestionável e acabada. Esta desmistificação deve ser feita também junto aos professores que, muitas vezes, não vêem a Matemática como uma disciplina dinâmica e criativa. De acordo com D'Ambrósio (1993, p. 35), essa é uma visão absolutista da Matemática, por se caracterizar pela:

[...] lógica formal e pelo predomínio da razão absoluta, a noção da Matemática como uma coleção de verdades a serem absorvidas pelos alunos, uma disciplina cumulativa, predeterminada e incontestável têm encontrado resistência de modernas correntes filosóficas.

Imenes (1990, p. 21) escrevendo também a respeito dessa concepção ainda presente no cotidiano do ensino da Matemática na escola, aprofunda ainda mais a crítica, afirmando que para muitos educadores a

Matemática é um conhecimento-produto, conjunto acabado e completo de conteúdos, passível de ser transmitido numa formalização e organização rígida. Esta concepção tem, em seus efeitos, um ensino desenvolvido de forma a-histórica e a-temporal, como se os conteúdos tratados fossem independentes dos homens. As idéias matemáticas são apresentadas, segundo o critério da precedência lógica sem consideração aos aspectos psicológicos, culturais ou sócio-econômicos envolvidos na sua criação e sem respeitar os interesses dos estudantes.

Brügger (2004, p. 141), comentando sobre o mesmo assunto, levanta uma questão importante:

[...] o mito em torno da objetividade das ciências naturais e exatas ainda

permanece muito forte. Se essa objetividade já foi desmistificada no seio de um novo paradigma e, ainda assim, alguns ramos do conhecimento gozam do *status* de ciência objetiva, não será essa objetividade, até certo ponto, construída e sustentada ideologicamente?

E, como foi visto no início deste capítulo, a educação brasileira sempre seguiu os passos da ideologia dominante. Entretanto, o “novo” professor de Matemática não deve ensinar os seus conteúdos somente pela consistência interna de suas teorias, mas para que esse seja útil aos seus alunos e à sociedade, ajudando-os a compreender, reivindicar e reorganizar suas realidades.

A nova postura do professor, a busca de diferenciais para o ato de ensinar e a proposta pedagógica fundamentada para qualquer projeto educacional necessariamente deverão ser instrumentos de valorização da educação, de contextualização da escola, de responsabilidade com o aluno. Para que o futuro professor de Matemática construa uma nova identidade, é preciso conhecer-se, reconhecer seu papel de auxiliar o aluno a conquistar a cidadania e reconhecer sua importância na formação cultural desse aluno.

Atualmente, há uma preocupação mundial em termos de formação de professores em nível de Ensino Fundamental e Médio que é considerada, por muitos, deficiente. Dificilmente, um professor cuja formação acadêmica se embasa no programa tradicional estará preparado para enfrentar os desafios que o mundo moderno impõe.

Em geral, o docente procura conduzir suas aulas da mesma maneira como lhe foi ensinado. Dessa forma, salienta-se que o “bom” aluno é o que possui boa memória e consegue repetir com facilidade o que o professor “diz” e ensina. Raramente esses alunos resolverão problemas diferentes dos exemplos abordados anteriormente e nos quais seja exigido o mínimo de criatividade, o que é mais complicado ainda, pois raramente encontramos professores dispostos a proporcionar um ambiente de pesquisa em sala de aula. Essa prática pedagógica tem como consequência o desenvolvimento do pensamento empírico, deixando de lado o pensamento teórico. O estudioso russo da abordagem histórico cultural, Davydov (1998, p.148-149), afirma que:

O pensamento empírico é muito importante na vida, mas quando queremos que os alunos entendam bem algum conhecimento teórico que se ensina na educação escolar moderna, está obscurecendo o caminho. Isso porque, para entendermos uma teoria, utilizamos outro tipo de pensamento que se estuda na lógica dialética. Chama-se pensamento teórico. Seu propósito é encontrar e fazer evidência nas condições da origem do desenvolvimento de algum objeto. O pensamento teórico faz com que uma pessoa possa resolver problemas novos e não esperados.

O educador cuja formação é tradicional dificilmente vislumbra o saber matemático



como uma alternativa para a compreensão e a transformação da sociedade atual, tornando-a mais justa e igualitária, pois ele jamais obteve essa experiência em sala de aula, como aluno. D'Ambrósio (1996, p. 97) nos possibilita pensar que, o conceito de formação docente exige reflexão, pois é:

[...] muito importante que se entenda que é impossível pensar no professor como já formado. Quando as autoridades pensam em melhorar a formação do professor, seria muito importante um pensar novo em direção a educação permanente. Na verdade, a idéia que vem sendo aceita como mais adequada é a formação universitária básica de dois anos, seguidas de retornos periódicos à universidade durante toda a vida profissional.

Na situação de hoje, os profissionais recebem um credenciamento permanente que lhes permite seguir exercendo a profissão rotineiramente, 30 ou 40 anos seguidos, ano após ano do mesmo jeito, utilizando somente os conteúdos que aprenderam na universidade.

O novo professor deve congrega ideias matemáticas de maneira alternativa, ou seja, as matérias cursadas na graduação devem visar à aplicabilidade das mesmas, devendo, portanto, fazer uma leitura histórica, social e política da Matemática, pois para se entender o presente deve-se ter clareza de todo um passado histórico. A esse propósito Lins e Gimenez (1997, p. 38) dizem que:

[...] o professor tem que estudar a produção de conhecimento na história da matemática, e assim talvez incorporem no futuro novas formas e novas ideias. O fato de que isso não é parte da formação inicial do professor é evidente, e às vezes não serão aqui analisadas. Consideramos que o professor não deve esquecer os problemas de história e que pode, também, usar esses elementos na aprendizagem.

A perspectiva é de que o professor deveria concentrar esforços para facilitar um relacionamento afetivo, ético e respeitoso na sua relação pedagógica, de forma a interferir diretamente na vida de ambos, professor e aluno, com vistas a uma melhor qualidade de vida e aprendizagens mútuas.

Para Brügger (2004) a educação adestradora é ainda fortemente marcada por outros problemas. Mais uma vez, tomaremos a Ciência, mais especificamente, o ensino de Ciências como exemplo. Vejamos como essa educação não apenas tem suprimido o conteúdo crítico do ensino de Ciências, mas também tem se valido de pressupostos filosóficos cuja análise crítica é crucial no âmbito da Educação Ambiental.

Em um artigo que discute a importância de um ensino de Ciências voltado para a responsabilidade social, ressalta-se que as estreitas dimensões cognitiva, afetiva e comportamental da instrução e dos currículos tradicionais esterilizaram as experiências

em sala de aula a tal ponto que o aprendizado e a afetividade dos estudantes foram paralisados e anestesiados.

Enfatiza-se, pois, a importância das experiências que maximizem a integração dos domínios cognitivo, afetivo e comportamental (RAMSEY, 1993, p.240). Isso, porém, ainda não é suficiente. É preciso ir além e romper com a visão de conhecimento no qual se separam *a priori*, as dimensões do ensino e da aprendizagem.

Esse último comentário suscita o esclarecimento de outras questões que, nas entrelinhas ou não, estão presentes em vários artigos que tratam da chamada Educação Ambiental. Algumas dessas questões são: a falta de tempo, currículos muito cheios, falta de recursos e outros empecilhos para promover a Educação Ambiental. Essas questões se relacionam com o parágrafo anterior, na medida em que remetem ao próprio conceito de “conhecimento” e de “conteúdo”. Uma das razões que geraram tais questões é: “O discurso ético não pode ser facilmente operacionado numa perspectiva de *input-output*” (Apple, 1982, p.63). Isso gera uma dificuldade de se avaliar o êxito dos currículos cuja base não esteja circunscrita ao universo instrumental e sob a perspectiva do domínio cognitivo. O conhecimento, dentro de uma perspectiva adestradora, exclui a dimensão epistemológica e a quantidade substitui a qualidade. Isso tende, pois, a ser materializado em *bourrage de crâne* (entupimento de crânio).

O educador deveria ter coragem de assumir o diferente de uma proposta de currículo voltada para as necessidades básicas do ser humano. Essa mudança fere a diferença na educação desse milênio. A possibilidade de apropriar-se do conhecimento acumulado pelos séculos, de forma que favoreça a criação de condições de vida individual e coletiva para os inseridos no contexto escolar, sem necessidade de exclusão, como ocorre no atual sistema.

Moreira e Silva (1995) advogam que a força de trabalho docente progressista seria capaz de fortalecer o poder dos professores e ao mesmo tempo servir de estímulo para o exercício da docência. Estes estudiosos demonstram que a educação do professor raramente tem ocupado espaço público ou político de importância dentro da cultura contemporânea, no qual o social pudesse ser realmente resgatado a fim de dar aos professores e alunos a oportunidade de contribuir, com suas histórias culturais e pessoais e sua vontade coletiva, para o desenvolvimento de uma contra-esfera pública e democrática. Nessa direção, Silva (1993, p. 28) evidencia que:

O espaço político atualmente ocupado pela educação do professor em geral continua a diminuir a importância da luta pelo fortalecimento do poder

docente; além disso, geralmente tem servido para reproduzir as ideologias tecnocráticas e corporativas características das sociedades dominantes.

Observa-se que os programas de formação de professores são elaborados para criar intelectuais que operam a serviço dos interesses do Estado, com a principal função social de manter e legitimar o *status quo*. As escolas servem, na maioria das vezes como instrumentos de reprodução social, que formam trabalhadores dóceis e obedientes de acordo com os propósitos do Estado.

Para Búriço (2000), o conhecimento adquirido em sala de aula pouco contribui para despertá-lo de uma consciência crítica, conseqüentemente, em sua prática docente, os professores sentem-se amarrados a uma situação de impotência. É necessária uma nova conceituação de educação que permita o surgimento de uma abordagem mais crítica em relação à educação do professor.

Da mesma forma, a rediscussão dos conceitos de desenvolvimento, ciência, tecnologia e da própria educação são fundamentais por envolverem questões de poder tanto no universo econômico quanto no ideológico. A ciência, por exemplo, é vista por muitos como neutra ou, no máximo, pouco influenciada por ideologias ou decisões político-econômicas. Contudo, na verdade, ela é eminentemente histórica e deve, portanto, ser encarada como um produto construído no seio de relações sociais específicas. Um conceito de ciência “a-histórico” e “apolítico”<sup>9</sup> fornece os alicerces para a aceitação de uma política de desenvolvimento (que é uma questão ambiental entre outras!) cujas principais características são a dependência e a subserviência aos interesses de uma minoria.

E esses mesmos conceitos, se assumidos de forma “a-histórica” e “apolítica” não serão capazes de contribuir para um processo genuinamente educativo, servirão apenas como adestramento. A educação se distingue do adestramento por ser este último um processo que conduz à reprodução de conceitos ou habilidades técnicas, permanecendo ausente o aspecto de integração do conhecimento, condição *sine qua non* para a formação de uma visão crítica e criativa da realidade. Poder-se-ia fazer também uma analogia entre o adestramento e a *tekhne*, e a educação e a *episteme*.

Nesse sentido, Paul Piccone (*apud* GIROUX, 1988, p.26) tece comentários a respeito da educação, no sentido amplo:

[...] a menos que se escamoteie a definição de intelectuais por meio de critérios puramente formais e educacional-estatísticos, é bem claro que a sociedade moderna produz um exército de especialistas incultos, alienados e

carentes de qualidades, que apenas dominam conhecimento em áreas muito reduzidas. Essa *intelligentsia* técnica (não formada de intelectuais, no sentido tradicional de pensadores preocupados com a totalidade) está crescendo desenfreadamente para acompanhar uma burocracia e um aparato industrial cada vez mais complexos. Sua racionalidade, todavia, é instrumental em essência e, assim, adequada principalmente para desempenhar tarefas parciais, ao invés de levantar questões sobre a organização social e a direção política.

Entretanto, é preciso que fique claro que é a pseudodespolitização de tais conceitos, ou seja, o silêncio político que os envolvem, corroboram determinados objetivos políticos: é estrategicamente interessante para as elites político-econômicas e tecnocráticas que os conceitos hegemônicos de ciência ou meio ambiente sejam neutros. Por outro lado, o “apolítico” não é senão uma dimensão do “a-histórico”, da presença de uma certa historicidade, que “pasteuriza” esses conceitos.

As organizações escolares, como organismos de produção cultural, nasceram e se desenvolveram sob a ideologia da sociedade industrial produzindo e perpetuando seus valores. Dentro dessa tradição cultural, o pensamento tende a ser unidimensional (MARCUSE, 1982), o conhecimento é esfacelado e o ser humano é colocado em oposição à natureza.

As crenças e valores de nossa sociedade industrial são passados subliminarmente, por meio de currículos escolares, no que tange à “resolução” de problemas ambientais? Quais os parâmetros de bem-estar e desenvolvimento hegemônicos? É possível que grande parte dos currículos escolares ainda transmita uma fé acrítica na ciência e na tecnologia, como formas de se alcançar o desenvolvimento dito “sustentável”. Isso tem a sua razão de ser: a formação para uma suposta nova ética ambiental (BRÜGGER, 2004, p.39-41).

Dessa forma, os cursos de formação não estão estimulando os licenciados a levarem a sério a missão do educador em uma visão emancipatória. Por sua vez, os professores de Matemática que se dizem mais progressistas geralmente não estão tornando os alunos tecnicamente competentes no domínio da Matemática e sua contribuição e aplicação no âmbito social.

A falta de atenção à teoria social crítica tem privado os futuros professores de uma estrutura teórica que lhes permitam valorizar, compreender e avaliar os significados que seus alunos constroem socialmente sobre si mesmos e sobre a escola, minando a oportunidade de autoconhecimento e o fortalecimento do poder.

[...] o capitalismo estatal não é regulado apenas por restrições de ordem

econômica, e de que a intervenção do Estado no processo econômico acabou resultando no aparecimento de novos discursos simbólicos e culturais que originam e apóiam importantes áreas da vida social moderna. Isso está particularmente evidente na maneira como o Estado controla a forma e o conteúdo dos programas de formação pôr meio de exigência legal de certificados para os futuros professores. Desse modo, não é possível responsabilizar questões relativas ao processo pelo qual os alunos geram significados e criam suas próprias histórias culturais recorrendo exclusivamente a discussões sobre classe social e determinismo econômico; é preciso sim, começar a abordar os modos pelos quais cultura e experiência interagem para formar aspectos poderosamente determinantes de ação humana e de luta (SILVA, 1995, p. 135).

O novo professor de Matemática deveria se esforçar para entender a voz do aluno, que representa a necessidade de afirmar-se em uma linguagem capaz de reconstruir a vida, com o intuito de legitimar e confirmar a própria existência no mundo.

O ideal é um educador visto de dentro para fora, alicerçado no passado, sendo projetado para um futuro, vivendo a realidade presente de ser um profissional inovador e criativo, descobrindo e redescobrendo problemas, experimentando novas soluções e desenvolvendo, assim, novas concepções para sua docência. Nesse sentido, D'Ambrosio (1993, p. 96) evidencia quatro características para o professor de Matemática:

- a) visão do que vem a ser a Matemática – O novo professor de Matemática deve ver essa disciplina como consequência do processo de investigação e resolução de problemas, devendo ser estudada de forma que a seja considerada útil para o aluno. As afirmações de Ernest (1991) seguem o pensamento de Lakatos, ressaltando o valor da interação social na gênese do conhecimento matemático, enfatizando que a Matemática evolui por meio de um processo humano e criativo de geração de idéias e subsequente processo social de negociação de significados, simbolização, refutação e formulação. A evolução do conhecimento matemático se dá a partir da resolução de problemas advindos da realidade ou da própria construção matemática, portanto o desafio da Educação Matemática está no fato de como traduzir essa visão para o ensino;
- b) visão do que constitui atividade Matemática – Baseando-se na construção social do conhecimento matemático, descrito anteriormente, a atividade do matemático deve primar por menos acúmulo de informação e mais ação. Seu principal objetivo é que os alunos tenham experiências semelhantes às dos matemáticos, com condições para caracterizar a identificação e a solução de problemas para que possam negociar entre grupos de alunos a legitimidade das soluções propostas. Esse processo levará os alunos à natureza de demonstrações,

formalização e simbolização. O professor deverá ter a habilidade de propor atividades pedagógicas que levem seus alunos a compreenderem a arbitrariedade dos processos históricos sociais, com simulações, para que possam decidir o que venha a constituir o conhecimento necessário e conhecimento a ser desprezado. A essência no processo de construção da Matemática é a pesquisa;

- c) visão do que constitui aprendizagem Matemática – Correntes teóricas modernas de aprendizagem procuram explicações de como se dá a construção do conhecimento matemático. Uma delas está baseada na teoria de Piaget, cujos conflitos cognitivos ou dissonâncias cognitivas são essências do processo de aprendizagem. Há semelhanças entre pesquisadores no que se refere ao uso de situações-problema para gerar a compreensão de como as crianças as interpretam e quais os conflitos cognitivos que utilizam. A diferença no trabalho dos construtivistas está no valor que os pesquisadores dão à interação social no processo de construção. O objetivo não está em discutir como acontece a apropriação da construção do conhecimento, mas dar ênfase à compreensão deste processo;
- d) visão de um ambiente propício à aprendizagem da Matemática – O ambiente deve caracterizar-se pelo fato de os próprios alunos proporem, explorarem e investigarem problemas matemáticos.

Esses problemas provêm tanto de situações reais (modelagem) como de situações lúdicas (jogos e curiosidades matemáticas), bem como de investigações e refutações dentro da própria Matemática. Para que seja alcançado um ambiente propício à pesquisa, no qual a curiosidade e o desafio servem de motivação intrínseca aos alunos, faz-se necessário modificar a dinâmica da sala de aula.

Nesse caso, a formação de grupos de trabalho, propiciando um ambiente agradável é indispensável para o estímulo à pesquisa matemática. O docente deixa de ser a autoridade do saber e passa ser um membro integrante dos grupos de trabalho. A contribuição do professor será a visão do que vem a ser a atividade matemática, em particular do que vem a ser a proposição e resolução dos problemas.

Há situações na qual o professor, ao identificar uma área que necessita ser trabalhada, propõe problemas a serem investigados, levando em conta o contexto real, o lúdico ou o matemático. Recomenda-se ao professor flexibilidade ao determinar o conteúdo a ser trabalhado, pois, dificilmente, o conteúdo seguirá a ordem clássica em que aparecem nos livros-textos.

Ao contrário de resolver problemas, os alunos passarão a investigá-los, dispensando tempo para sua análise. O ambiente deverá incentivar o uso de recursos como livros, material manipulativo, calculadora, computadores e diversos recursos humanos. Esses recursos devem ser utilizados conforme a necessidade de enriquecer a exploração e investigação do problema, podendo servir para dar origem a problemas.

Assim sendo, compreender como pensam as crianças, como analisam seus pensamentos, como geram seu entusiasmo e curiosidade é essencial ao sucesso do futuro professor de Matemática, cujo processo de formação é responsável. No caso de professores recém-formados, esses são os primeiros a criticar o excesso de teorias ao longo de seu curso, portanto os programas de formação devem incorporar situações teóricas e práticas desde o seu início.

Ao considerar-se a aprendizagem como o processo de construção do conhecimento, os paralelos existentes entre o ato de aprender e o ato de pesquisar são marcantes.

O ciclo realidade-indivíduo-ação-realidade, proposto por D'Ambrosio (1988) como um modelo de comportamento humano, pode ser utilizado para explicar tanto a aprendizagem quanto a pesquisa. Em ambos os casos, o indivíduo-aprendiz ou pesquisador reflete sobre a realidade, problematizando, planejando e implementando uma ação que reflete sobre a consequência de sua ação sobre a realidade. Inevitavelmente, a realidade vai sendo modificada pela sua ação.

Portanto, a ação de pesquisa do futuro professor deve centrar-se em três aspectos: na sua aprendizagem sobre de que forma a criança aprende Matemática; na sua ação como professor; e na própria disciplina.

Ao se considerar, entretanto, que a pesquisa é a propulsora da *práxis* pedagógica e a possibilidade de contribuir para a melhoria de vida, Carneiro (2000, p. 11) explica que, para se obter sucesso no alcance desse fim é necessário:

[...] utilizar-se de algumas estratégias de formação que têm em comum o incentivo á pesquisa e a produção numa concepção de professor, que produz conhecimento ligado com Educação Matemática como ponto de referência e legitimidade, conhecimento este que pode nascer da prática docente e voltar-se para esta prática envolvendo ou não novidades tecnológicas; além disso, contribuem para delinear duas figuras, objetos de saber que coincidem com estudos teóricos da área educativa, e que se conjugam para instituir o novo professor profissional de Matemática: o professor usuário de novas tecnologias e o professor prático-reflexivo, capaz de transformar as práticas tradicionais de ensino desta disciplina.

Essas duas características apontadas por Carneiro (2000), ou seja, o professor usuário de tecnologia e reflexivo, deve ser entendidas não como um modismo, mas como um processo da dinamicidade de humanidade e de sua capacidade de criação. Se

tivermos um mundo em que o avanço de novas tecnologias ocorra na medida inversa do respeito, da solidariedade e da justiça social, há poucas esperanças para qualquer profissional em qualquer área do conhecimento.

Na pré-história, as tecnologias surgiram da prática cotidiana, segundo as necessidades, e a maioria das pessoas tinha acesso a essas tecnologias. A contagem das “pedrinhas” pelos pastores para indicar o número de ovelhas, a utilização dos dedos e os ábacos foram formas primitivas e coletivas de uso de tecnologias, porém com o desenvolvimento da sociedade, o seu uso começa a se tornar restrito e suas necessidades começam a ser criadas em função de interesses.

Esse processo torna-se intenso com o advento da Revolução Industrial, pois o trabalhador não é mais o dono de sua produção, acarretando mudança nas relações sociais. Nesse sentido, é imprescindível que o processo pedagógico seja explicitado a quem o conhecimento científico e as novas tecnologias estão favorecendo.

A história nos mostra que houve resistências dos trabalhadores em relação às novas tecnologias. O trabalhador do século XVIII sentia-se impotente diante do poder das máquinas e a ameaça do desemprego.

Com o advento da informática, essas questões voltam à tona, evidenciando que o operariado da atualidade possui outro perfil e as máquinas se transformaram. Nessa linha de raciocínio, Moran (1995, p. 120) escreve que:

As tecnologias de comunicação estão de fato provocando profundas mudanças em todas as dimensões de nossa vida. Elas vêm colaborando, sem dúvida para modificar o mundo. A máquina a vapor, a eletricidade, o telefone, o carro, o avião, a televisão, o computador, as redes eletrônicas contribuíram para a extraordinária expansão do capitalismo, para o fortalecimento do modelo urbano, para diminuição das distâncias.

Diante da evolução tecnológica, há um aumento significativo da exclusão social e o movimento dos operários parece que se dilui em uma mistura homogênea de mercado, qualidade total e internacionalização da economia. Assim como as resistências e os trabalhadores mudaram, o capital não é mais o mesmo, os lucros aumentaram e também as estratégias de combate à resistência. Cria-se um mundo de fantasias virtuais, utilizar a Internet é a moda, e até mesmo os mais excluídos sentem-se atraídos para navegar em “mares nunca dantes navegados”.

A tecnologia revela o modo de proceder do ser humano com a natureza, o processo imediato de produção de sua vida material, elucidando as condições da vida social e das concepções que dela decorrem.



### 3.2 Visão Prospectiva da Educação Matemática

Se a sociedade muda, conseqüentemente mudam suas demandas; então é necessário preparar os alunos para essa mobilidade. Para tanto, os educandos deverão possuir compreensão dos conceitos e princípios matemáticos, reconhecendo a aplicabilidade da Matemática no seu cotidiano. Essa aplicabilidade não pode ser entendida apenas com uma utilidade nos afazeres práticos, mas como elemento de pensamento e linguagem para leitura e interpretação de mundo.

Lorenzato (1993, p. 43-49) aponta onze áreas em que os alunos devam ter habilidades matemáticas básicas para terem maior êxito no enfrentamento das mudanças do mundo moderno: “resolução de problemas, comunicação de idéias matemáticas, raciocínio matemático, aplicação matemática a situações da vida cotidiana, atenção para razoabilidade dos resultados, estimação, habilidades apropriadas do cálculo, raciocínio algébrico, medidas, geometria, estatística e probabilidade”. O documento da reunião anual de 1988 da associação norte-americana denominada *The National Council Of Supervisors Of Mathematics (NCSM)*, que as descreveu e detalhou-as da seguinte forma:

- a) resolução de Problemas: A razão primordial para se estudar Matemática pode ser entendido nos modos da “tendência formalista clássica” (FIORENTINI, 1995), como a compreensão da NCSM, a resolução de problemas como sendo a aplicação de conhecimentos previamente aprendidos. A inovação está na diferenciação entre o que é um problema e um exercício;
- b) comunicando Idéias Matemáticas: Compreendida como a habilidade que o estudante deverá ter para comunicar-se matematicamente, ou seja, exprimindo suas idéias verbalmente, ou pela escrita ou ainda, por meio de imagens (gráficos, desenhos, diagramas e outros);
- c) raciocínio Matemático: Enfatiza-se que os estudantes deverão ser capazes de chegar a conclusões a partir de determinadas condições. Deverão ter capacidade de desenvolver seu pensamento, fazendo uso de uma pedagogia tradicional, ou utilizando fatos conhecidos, propriedades e generalizações (argumentos lógicos). Nessa direção, os Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática (PCNs 1997, p. 94) apontam que “o aluno deverá realizar cálculos mentalmente, por escrito, envolvendo números naturais e racionais e comprovar os resultados, por meio de estratégias de verificação” e análise de conteúdo;

- d) aplicação da Matemática à Vida Quotidiana: Fica explicitado mais uma vez que, o aluno terá que possuir um conhecimento prévio dos conteúdos matemáticos, porém, faz-se uma crítica à escola, alegando que ela limita-se a apenas resolver exercícios repetitivos, sem alguma relação com a vida real. A proposta é de que cada vez mais se avance para que professores e alunos estejam engajados em associar a maioria dos conteúdos não somente da disciplina ora mencionada, mas também as demais em seus quotidianos;
- e) percepção de que a Resposta é Razoável: Para que o fato aconteça, é necessário que o aluno desenvolva o senso numérico, ou seja, após a resolução de um determinado problema, ele deverá ter a capacidade de analisá-lo e averiguar se sua resposta é razoável ou não com relação aos dados contidos no referido problema;
- f) estimativa: Segundo a NCSM, o aluno deverá desenvolver a capacidade efetuar rapidamente cálculos aproximados, seja estimativa de comprimento, área, volume, etc. O aluno deverá ter a capacidade de decisão quanto aos resultados obtidos. Conforme os PCNs (1997, p. 118-119), a estimativa constrói-se juntamente com o sentido numérico e com o significado das operações, auxiliando no desenvolvimento da capacidade de tomar decisões. O trabalho com estimativas supõe a sistematização de estratégias. Seu desenvolvimento e seu aperfeiçoamento dependem de um trabalho contínuo de aplicações, construções, interpretações, análise, justificativas e verificações a partir de resultados exatos. O cálculo por estimativas apóia-se em aspectos conceituais referentes aos números e às operações como ordem de grandeza, valor posicional, equivalência e proporcionalidade;
- g) habilidades Apropriadas de Cálculo: O aluno deverá operar com os números inteiros, frações e dízimas e, sobretudo, ter a capacidade de escolher métodos apropriados de cálculo (aritmética mental, algoritmo com lápis e papel, instrumentos de cálculo, como calculadoras, computadores). Com a utilização dos instrumentos, bem como o procedimento de estimativa, essa habilidade é de valia porque oferece aos alunos informações para que os mesmos percebam se o uso do instrumento foi correto, além de abrir possibilidades de analisarem os resultados obtidos;
- h) medidas: O NCSM reforça essa tendência ao afirmar que os alunos deverão aprender os conceitos fundamentais de medidas e desenvolver suas capacidades

de medir distância, massa, capacidade, temperatura e ângulos, partindo de situações concretas. Tal recomendação é pertinente, haja vista que os alunos aprendem regras de transformação de múltiplos e submúltiplos das unidades de medidas, mas não associam a noção de unidade a si mesma;

- i) geometria: É um tema que está contemplado na maioria dos currículos mundiais da disciplina de Matemática, uma vez que é reconhecidamente um assunto importante para a formação dos estudantes. Conforme os PCNs (1997, p. 128), uma das possibilidades mais fascinantes do ensino da geometria consiste em levar o aluno a valorizar a presença dela em elementos da natureza como, por exemplo, a exploração do formato das flores, elementos marinhos, colméias, ou formas em obras de arte, esculturas, arquitetura, ou ainda em desenhos feitos em tecidos, vasos, pisos. As atividades geométricas podem contribuir também para o desenvolvimento de procedimentos de estimativa visual, seja de comprimentos, ângulos, sem a utilização de instrumentos de medidas. O uso de alguns softwares (Logo, Cabri, entre outros) também é outra maneira de levar os estudantes a raciocinarem geometricamente;
- j) probabilidade e Estatística: Esses dois temas têm preocupado educadores e responsáveis pela elaboração dos programas de matemática desde o Seminário Royaumont, em 1955, realizado pela Organização Européia de Cooperação Econômica (OECE). Naquela ocasião, foi recomendada a inclusão desses temas nos currículos do ensino médio e nas instituições de formação de professores. De acordo com os PCNs (1997, p. 132), estar alfabetizado em nosso século supõe saber ler e interpretar dados apresentados de maneira organizada e construir representações para formular e resolver problemas que impliquem na coleta de dados e análise das informações.

É fundamental a inclusão da estatística e probabilidade nos currículos básicos, pois é um conhecimento de base que deve fazer parte da cultura matemática de cada cidadão.

A justificativa se dá por estarmos vivendo em um contexto em que as informações são processadas e apresentadas estatisticamente. Para averiguarmos, basta acessarmos os meios de comunicação que encontraremos inúmeros exemplos explicitados envolvendo estatística e/ou probabilidade.

Em países como os Estados Unidos, Inglaterra, Canadá, Alemanha, Hungria e Polônia, foram introduzidas a probabilidade e a estatística em seus currículos básicos de

Matemática; o mesmo está acontecendo com os países em desenvolvimento, como Arábia Saudita e África do Sul.

A Educação Matemática deverá ser mais funcional, não almejando apenas a educação formal, mas uma educação holística, buscando assim a inteireza do “ser”. Para D’ Ambrosio (1986, p. 49), a aprendizagem é uma relação:

[...] dialética reflexão-ação, cujo resultado é um permanente modificar da realidade é nesse ciclo realidade-reflexão-ação-realidade, que reside o busfílis na nossa busca de desvendar comportamento individual, comportamento social e com e comportamento cultural.

O professor deverá valer-se da criatividade como uma das ferramentas básicas para que possa dar sua contribuição na transformação da escola em um ambiente privilegiado de aprendizagem. Outra ferramenta indispensável ao educador consciente e comprometido em inovar o ensino de Matemática é a reformulação e a aplicação de um bom currículo integrando o “fazer” matemático com o “saber” ambiental. Para tanto, é necessário estudar os efeitos da problemática ambiental sobre as transformações metodológicas, as transferências conceituais e a circulação terminológica entre as diferentes disciplinas que fazem parte da explicação e diagnóstico das mudanças socioambientais, assim como a forma como esses paradigmas produzem e assimilam um conceito de meio ou de ambiente e as diferentes interpretações e discursos sobre a sustentabilidade ambiental e o crescimento sustentável.

Do estudo de tais mudanças epistêmicas surge a possibilidade de gerar estratégias de conhecimento para orientar uma transformação produtiva fundamentada nos princípios matemáticos e de uma racionalidade ambiental para o manejo sustentável dos recursos. O saber ambiental está transitando, assim, do desafio da interdisciplinaridade para a abertura de um diálogo de saberes.

A interdisciplinaridade que coloca a complexidade ambiental não é aquela de um simples somatório e combinação dos paradigmas de conhecimento que construíram os compartimentos disciplinares das instituições de ensino.

Para Leff (1994, p.137), além da interdisciplinaridade, entendida como a transformação de seus núcleos fortes de racionalidade pela internalização<sup>4</sup> do saber ambiental - para lá da articulação de processos ontológicos – a complexidade ambiental

---

<sup>4</sup> Nesse processo vai se definindo o ‘ambiental’ de cada ciência centrada em seu objeto de conhecimento, que leva a sua transformação para internalizar o saber ambiental que emerge em seu entorno” (LEFF, 2001, p.163).

se abre para um diálogo de saberes que acarreta uma abertura à inter-relação, ao confronto e ao intercâmbio de interesses, em uma relação diametral. Esse vai da solidariedade e complementaridade entre disciplinas, ao antagonismo de saberes, em que se inter-relacionam processos significativos, mais que posições científicas, interesses disciplinares e verdades objetivas.

Esse fato nos alerta que os conflitos ambientais não serão resolvidos pelo poder científico da Economia ou da Ecologia, senão por meio de sentidos existenciais, de valores culturais e de estilos de desenvolvimento diferenciados, nos quais a exploração, a conservação ou o uso sustentável dos recursos depende dos significados sociais atribuídos à natureza.

O ambiente não é somente um objeto complexo a ser controlado por meios mais eficazes, senão também um *co-relato* de processos significativos que mobilizam os agentes sociais para tomar posição frente à posse e ao usufruto da natureza. O conflito ambiental está marcado por interesses pela apropriação da natureza como fonte de riqueza e suporte de práticas produtivas. Para Leff (2001, p. 225), a ruptura epistemológica em diferentes paradigmas do conhecimento, que gera a emergência do saber ambiental e sua possível “internalização”, provém do encontro entre os núcleos de racionalidade das ciências e o campo do saber ambiental, entendido como um “espaço de externalidade”<sup>5</sup>. Tal encontro é a confrontação com o real posto à margem, confinado e excluído, externalizado do núcleo conceitual do objeto de conhecimento as condições ecológicas da reprodução do capital e as condições termodinâmicas do processo econômico.

Todavia, não se trata da internalização mecânica de uma “dimensão” do conhecimento, de um conjunto de princípios, preceitos, conhecimentos, métodos e técnicas. Refere-se mais ao *retorno dos impensáveis* do que somente será pensável fazendo atuar a reflexão sobre o pensado, voltando sobre os próprios fundamentos de uma ciência. O ambiente não é o conceito que designa a ruptura de uma ciência ou da articulação das ciências existentes.

A interdisciplinaridade é uma chamada para a complexidade, para restabelecer as interdependências e inter-relações entre processos de diferentes ordens de materialidade e racionalidade, para internalizar as externalidades (condicionamentos, determinações)

---

<sup>5</sup> Do campo das externalidades da economia, que não sabe o que fazer dos processos naturais e culturais, dentro de sua lógica de mercado, que gera as diferenças de renda e a desigualdade social, pela maximização de benefícios em curto prazo. (LEFF, 2001, p.163-164).

dos processos excluídos dos núcleos de racionalidade que organizam os objetos de conhecimento das ciências.

Os sistemas vivos são autônomos, entretanto isso não significa que estejam isolados do seu meio ambiente. Esses, portanto, interagem com o meio por intermédio de um intercâmbio de energia e de matéria, porém, essa ação recíproca determina sua organização. Com essa interação, os organismos vivos se mantêm e se renovam por meio de energia e recursos extraídos do meio ambiente.

A descrição de estruturas dissipativas que existem afastadas do equilíbrio exige um formalismo matemático não-linear que é capaz de modelar múltiplos laços de realimentação interligados. Essa mudança conceitual pela estrutura dissipativa é fundamental para os cientistas entenderem a natureza da vida e nos ajudar a integrarem plenamente com a natureza.

Uma das principais características da estrutura dissipativa é a sensibilidade a pequenas mudanças no meio ambiente. A relevância desse contexto reflete nos pontos críticos de escolha e da incerteza do futuro. O ser humano, em contato com a natureza, assume o papel de colaborador por meio do respeito, cooperação e diálogo nessa nova era ambiental. Pode-se dizer que os sistemas vivos são entidades autônomas, apesar de dependerem de um meio para sua existência e intercâmbios de material, sendo que todos os fenômenos relacionados dependem da forma pela qual sua autonomia é realizada. Sabe-se também que essa autonomia é resultado de sua organização como sistema de autoprodução.

Assmann (1998, p. 182) afirma que auto-organização e autopoiese<sup>6</sup>, embora sejam conceitos próximos, não são sinônimos. Auto-organização é a vida se inova constantemente, aprendendo; autopoiese é a vida se auto-produz.

O alcance da metáfora biológica aplicada à educação consiste em considerar o educador e o educando como sujeitos ativos que se autoproduzem e se reproduzem na ação educacional, sujeitos que se autoconstroem, fato que ocorre para fins de superação do mecanicismo que encara os sujeitos da educação como autômatos, meros receptores de noções, definições; ocorre superar o professor e o aluno como meros memorizadores.

---

<sup>6</sup> A dinâmica da autogeração foi identificada como uma das características fundamentais da vida pelos biólogos chilenos Humberto Maturana e Francisco Varela (2001, p.52), que lhe deram o nome de “autopieise”. Grego - auto + poiesis (criação, produção). O conceito de autopoiese enfatiza o fato de os seres vivos serem unidades autônomas.

Outra característica é a criticidade, pela qual se captam os dados objetivos da realidade, os laços que prendem um dado a outro, um ponto a outro, o que constitui uma atitude reflexiva e não apenas reflexa. Na atitude do auto fazer-se, o educador e o educando descobrem também a própria temporalidade, que pode ser unidimensional, quando atinge o ontem, reconhecendo o hoje e descobrindo o amanhã. Existir no tempo significa estar dentro, herdar, incorporar, modificar. Por exercer essa temporalidade, educador e educando assumem uma atitude “conseqüente”, levando-os à mera “passividade”. E de interventores no processo educacional passam a ser um simples espectador. Herdando, porém, a experiência, criando e recriando, integrando-se às condições de um contexto, correspondendo a seus desafios, objetivando-se a si próprios, discernindo, transcendendo, educador e educando lançam-se no domínio da História e da Cultura.

Segundo Capra (2002, p. 178), “a teoria da autopoiese mostra que a criatividade – a geração de configurações que são constantemente novas – é uma propriedade-chave de todos os seres vivos”. A partir do exposto, pode-se observar que a ação autopoietica é fundamental na educação. A distinção fundamental entre uma perspectiva reducionista e uma outra de conjunto, ou sistêmica, é representada por duas abordagens paradigmáticas amplamente distintas: a abordagem mecanicista (reducionista) e a abordagem holística.

A ênfase básica e característica da ciência acadêmica oficial, nos últimos três séculos e meio, tem sido mecanicista-reducionista. O vocábulo científico bem ilustra o hábito, ou melhor, a crença, de que o único processo válido de pesquisa científica é o da dissecação de um problema, separando seus componentes, para resolvê-lo. Contudo, a análise nos leva a análise e, freqüentemente, o problema original fica sem solução.

Capra (2002, p.45) descreve que o pensamento sistêmico considera as propriedades essenciais de um organismo, ou organismo vivo, como propriedades do todo, que nenhuma das partes possui. O pensamento sistêmico revolucionou a história do pensamento científico ocidental. De fato, segundo o autor, “a ciência ocidental tem progredido dessa maneira, e em cada passo tem surgido um nível de constituintes fundamentais que não podia ser analisado posteriormente”. Por conseguinte, em um sistema, as partes atuam em conjunto e em harmonia com seu meio, que é um sistema maior, para que o todo funcione adequadamente. Tentar compreender uma parte do sistema pode não funcionar, porque há dependências entre si. Assim, o pensamento sistêmico propõe-se a conquista de uma nova percepção pós-cartesiana. Todavia, essa

transformação depende da crescente conscientização da humanidade em relação a elas e ao novo lugar que cabe a cada um de nós no universo.

Nesse sentido, pode-se afirmar que a concepção sistêmica da vida não vê os fatos de modo isolado, mas como parte de padrões integrados, ou seja, o pensamento sistêmico, contextualiza, considerando o seu meio ambiente. Com base nesse princípio, a ciência da educação vem para criar, a partir de instrumentos sistêmicos, a fim de ditar regras de ação ao professor em sala de aula ou na própria escola a partir dos métodos científicos no intuito de diagnosticar os problemas e encontrar as soluções mais adequadas para essas problemáticas. Desse modo, o pensamento sistêmico, segundo Capra, envolve uma mudança da ciência objetiva para a ciência “epistêmica”, para um arcabouço no qual a epistemologia – “o método de questionamento” – torna-se parte integral das teorias científicas.

A partir dessa linha de raciocínio, o estudo e aplicação do pensamento sistêmico no processo educativo se tornam elementos potencialmente transformadores do processo educacional, pois, são indispensáveis para novas buscas e descobertas.



#### **4 A MATEMÁTICA COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM DE DESCRIÇÃO DA NATUREZA**

O estudo da História da Ciência coloca em dúvida a dicotomia entre Matemática e Ciências Naturais ao mostrar a estreita ligação que há entre ambas. Essa ligação encontra-se até na ciência grega (BOYER, 1974). A Matemática aplicada tem se desenvolvido na busca de resolver problemas físicos. Assim, por exemplo, muitos dos teoremas de Geometria atribuídos a Arquimedes têm sua origem na tentativa de soluções de situações relativa ao equilíbrio de alavancas.

No século XIX, a teoria das séries trigonométricas é resultado do trabalho de Fourier relacionado à propagação do calor (BOYER, 1974); reciprocamente, a influência da Matemática sobre a ciência empírica é amplamente conhecida. Por exemplo, há uma interação entre a física e a matemática: problemas físicos são modelados em termos matemáticos que permitem e dão origem a idéias matemáticas. Contudo, o estudo da epistemologia contemporânea mostra semelhanças entre a evolução da filosofia da matemática e a evolução da filosofia das ciências naturais.

No ensino de Matemática, além de questões mais diretas como fazer cálculos sobre quantidade de poluentes resultante de diferentes matrizes energéticas ou modelos de produção, por exemplo, – o que seria utilizar a matemática como ferramenta –, pode-se estimular uma reflexão sobre o significado dos números em si, sobre seu caráter metafórico, discutindo, dessa forma, a natureza da matemática como ferramenta e como linguagem, conforme enfatiza Brügger (2004).

Na opinião de Nickson (1994, p. 21), a Matemática não pode mais continuar a ser vista como um assunto linear, preocupado essencialmente com fatos e capacidades relativa predominantemente a números, ensinada mecanicamente e caracterizada geralmente por atividades de papel e lápis.

Skovsmose (1994, p. 20) ao propor uma Educação Matemática crítica diz:

[...] as práticas da educação matemática e a investigação em educação matemática encontram esta questão crítica quando se defrontam com a democracia. Primeiro, a matemática não pode ser vista como a «Rainha das Ciências», nem ficar adormecida no limbo da neutralidade, associal, amoral e apolítica. Não pode ser concebida independentemente das pessoas que a criaram e usaram num processo histórico e social – nem pode ser separada dos valores, intenções e interesses dessas pessoas, nem pode ser destacada do contexto de análise social no qual cresceu, ou das estruturas histórico-sociais que lhe deram o poder.

A proposta de Skovsmose (1994) traz como propósito a possibilidade dos educandos atingirem a consciência crítica. Para tal, a Educação Matemática deve, além de proporcionar uma alfabetização matemática voltada para o entendimento das influências que a disciplina exerce no meio científico, tecnológico e social, também ter uma abordagem que articule os conhecimentos entre si de forma reflexiva. Assim sendo, requer o entendimento de que o aluno chega à escola com suas próprias raízes culturais, adquiridas na comunidade e que cabe aos educadores propor situações de análise para decodificar seus fatos reais.

Nesse contexto teórico, está a preocupação para que os educadores desenvolvam a consciência de que os alunos trazem consigo alguma forma de conhecimento matemático que deve ser contemplado nas atividades de ensino e aprendizagem desenvolvida na escola. Os conceitos cotidianos matemáticos dos estudantes não são elaborados de forma isolada, mas num processo social que inclui uma série de significações, por exemplo, os problemas imediatos de qualidade de vida no bairro, na cidade e na região.

A perspectiva crítica se apresenta como um referencial que dá sustentação para a relação entre a Educação Ambiental e Educação Matemática marcada pela consciência de que os grupos étnicos têm suas peculiaridades de conhecimento que são parte fundamental da aprendizagem de conceitos matemáticos, em suas formas abstratas ou práticas, teóricas ou concretas, úteis de imediato ou em longo prazo.

Outro aspecto a considerar é o reconhecimento de que a Educação Ambiental não se articula apenas com conhecimentos de Matemática, Biologia, História, ou Estudos Sociais, por excelência. Pelo contrário, ela é alheia às divisões feitas em disciplinas, matérias, séries. Como diz D'Ambrósio (1996) a "anti-disciplinaridade".

Brügger (2004, p.35-45) critica a redução da questão ambiental – e, conseqüentemente, da Educação Ambiental - às suas dimensões naturais e técnicas (ao âmbito da conservação dos recursos naturais), bem como a eleição de áreas “mais” ou “menos” ambientais e disciplinas-eixo, como a Ecologia e a Geografia. É essa visão fragmentada e reducionista que leva Brügger (2004, p.169) a ter certa precaução ao afirmar que “o futuro da educação ambiental crítica não é exatamente promissor. A Educação Ambiental é considerada, ainda, uma modalidade educacional separada da educação e ainda predomina em seus fundamentos filosóficos um pensamento unidimensional e reduzido ao conservacionismo”.

Brügger (2004, p. 138) explica que a matemática “surgiu como abstração a partir de experiências concretas. Os primeiros processos de contagem, por exemplo, foi uma necessidade do ser humano representar quantitativamente alimentos, utensílios, etc”.

Se a Matemática tem sua gênese nas necessidades sociais cotidianas, portanto, se constitui em ferramenta para a avaliação dos fenômenos. Na escola, por exemplo, seria instrumento interessante para refletir sobre as conseqüências da quantidade de alunos por metros quadrados de espaço de recreação, verificando quantos cabem a cada estudante.

O ambiente escolar também é “meio ambiente”. Quantificar essas situações permite avaliar (dar valor) aos variados aspectos do ambiente escolar, sejam eles físicos (altura dos degraus, espaço de ventilação, iluminação, carteiras em bom estado *versus* carteiras danificadas) ou sociais, históricos e políticos.

No entanto, Marcuse (1982, p.145-146) alerta que:

[...] o mundo objetivo, deixado equipado apenas por quantidades quantificáveis, torna-se cada vez mais, em sua objetividade, dependente do sujeito. O longo processo começa com a algebrização da geometria, que substitui figuras geométricas “visíveis” por operações puramente mentais. Ele encontra sua forma extrema em algumas concepções da filosofia científica contemporânea, segundo as quais todo assunto da Ciência Física tende a se dissolver em relações matemáticas ou lógicas.

A formação dessa subjetividade, atualmente, ocorre sob efeitos dos direitos e liberdades individuais, fatores vitais na origem da sociedade industrial. A liberdade individual, na sociedade tecnológica, torna-se, sobretudo, uma liberdade que pode comprometer a vida com ausência de valores, alienação do indivíduo e degradação social.

Com relação às necessidades, Marcuse (1982, p.162) faz a distinção entre as necessidades falsas e as necessidades verídicas. As necessidades falsas são determinadas por forças externas, a qual o indivíduo não possui controle algum. São produtos de uma sociedade totalitária, repressora dos pensamentos e comportamentos humanos. Por outro lado, as necessidades verídicas representam a realização de todas as necessidades vitais, reais, como ao alimento, roupa, teto.

Marcuse (1982, p.163) desenvolveu, portanto, uma teoria social crítica, para a superação da sociedade industrial de exploração e o resgate da racionalidade crítica, tão importante para a existência humana.

O autor considerou o progresso tecnológico como o responsável pelo sistema de dominação da natureza e da própria consciência do ser humano. Na sociedade industrial avançada, os meios de transporte e comunicação em massa, à produção irresistível das mercadorias e serviços trazem consigo atitudes e hábitos prescritos, que prendem os consumidores aos produtos. O consumismo em massa acaba promovendo uma falsa satisfação das necessidades dos seres humanos e a completa dominação da consciência humana.

A dominação do mundo capitalista globalizado nutre-se da uniformidade do comportamento do indivíduo que abdica da capacidade de conduzir-se com autonomia. Definitivamente, a produção em massa mecanizada acaba por preencher os espaços nos quais a individualidade poderia se afirmar. Com o crescimento de uso de tecnologia, cresce a conquista do homem pelo homem que reduz a liberdade, um *a priori* necessário da liberdade. Isso é, liberdade de pensamento no único sentido de ser livre no mundo administrado, com a consciência de sua produtividade repressiva e como a necessidade absoluta de romper para fora desse todo.

É a irracionalidade da sociedade racional, pois na sociedade de domesticação pelo consumo, o pensamento humano decorre do processo da máquina. Há uma razão instrumental, imposta a todos, que constitui a ideologia da sociedade tecnológica que controla a natureza, o corpo e a mente humana, fazendo com que na sociedade industrial liberdade seja a morte.

Por outro lado, a Educação Matemática Crítica ao dialogar com problemas sociais incluirá o impacto ambiental e propiciará que os estudantes constatem, ao pisar fora da escola, que os verdadeiros problemas na sociedade vêm muitas vezes sem perguntas, e mais ainda, sem respostas prontas. Nessa nova concepção, o tempo da Matemática imaculada, perfeita e verdadeira, universal e exata é obsoleto. Ferramentas diferentes ou de distintas conveniências levam a resultados incomuns, quase aproximados, com prazo de validade e exige criteriosa avaliação para seu uso.

Porém, na atualidade, não se identifica a efetivação dessa proposta, isto é, a pedagogia de tentativa e erro, do experimental, da aproximação crítica e consciente das soluções obtidas com avaliação dos resultados tanto no universo matemático quanto em sua aplicação.

Numa perspectiva crítica, a Modelagem Matemática se torna um aspecto metodológico fundamental, por incorporar na prática de sala de aula o saber do aluno e a necessária articulação com os conceitos matemáticos abstratos e seu uso criterioso.

Caldeira (1998) afirma, no entanto, que poucos trabalhos no campo da Educação Matemática vêm discutindo questões de ordem educacional prática ou teórica em que se envolvam trabalhos quantificando fenômenos relacionados ao meio ambiente e que sirvam como um referencial para a formação do professor de Matemática.

Contudo, a inter-relação entre Educação Matemática e Educação Ambiental não é apenas questão de metodologia de ensino ou uso de Modelagem Matemática. Ela se inicia com o reconhecimento de que nas relações sociedade-aluno, escola-aluno, professor-aluno fazem-se presentes os poderes políticos de uns e de outros, as suas competências, suas paixões e compromissos, enfim, sua sobrevivência. Nesse sentido, Jaeger (apud BRÜGGER 2004, p.34) propõe que se busque o conceito de *paidéia*:

[...] Uma idéia que deve ser resgatada nesse contexto é o conceito grego de *paidéia*,, é um conceito total, holístico, que envolve outros conceitos como o de civilização, cultura, tradição, literatura e educação, os quais exprimem apenas cada um de seus múltiplos aspectos. A *paidéia* como formação do homem grego, não é uma teoria abstrata, desvinculada da estrutura histórica e da vida espiritual de uma nação, mas reflete seus valores nos mais diversos setores da sociedade. A *paidéia* pertence à comunidade e está intrinsecamente associada à sua vida e ao seu desenrolar, embora não perca de vista a dimensão da individualidade.

Assim sendo, viver de forma sustentável é aceitar a busca da harmonia com as outras pessoas e com a natureza. As regras básicas são que as pessoas devam compartilhar e cuidar do planeta Terra com a precaução de não tomar da natureza mais do que ela pode repor. Isso significa a adoção de estilos de vida e caminhos para o desenvolvimento que respeitem e funcionem nos limites da natureza. No entanto, não se pode rejeitar os benefícios trazidos pela tecnologia moderna desde que seu funcionamento ocorra dentro de tais limites. “A questão que se coloca hoje diz respeito, portanto, à possibilidade de nascimento de um novo modo de desenvolvimento ou de organização social desenvolvimentista e modernizadora, que tenha uma base social, econômica, cultural e ambiental mais sustentável” (ALMEIDA, 1997, p. 20).

Tal proposta tem respaldo em Skovsmose (1994) quando este diz que no processo educativo matemático devem ser identificados aspectos do cotidiano que podem ser caracterizados como conteúdo crítico. Para tal, é necessário que se faça o julgamento de valor, por exemplo, dos resultados das operações de quantificação de fenômenos ambientais. Os temas escolhidos, desse modo, são geralmente situações locais, problemas comunitários, questões de manifestação específica de determinada

comunidade. Porém, cabe aos professores dirigir o estudo de modo que inclua os aspectos regionais, estaduais e globais.

Os estudos de Skovsmose (1994) mostram dois exemplos que ilustram o poder da Matemática na avaliação quantitativa de impactos, no cálculo de custos, de volumes, de desperdício, entre outros aspectos da realidade. Analogamente, a Matemática se presta a avaliações qualitativas, ainda que objetivamente expressas, da irresponsabilidade de certos setores públicos ou da sua ação consciente. Com essa leitura, os problemas globais também são apresentados per se, como por exemplo, o caso de Chernobyl ou o aumento do buraco na camada de Ozônio. Os professores podem trazer os efeitos desses fenômenos globais para o dia-a-dia da escola, da comunidade, tendo a Matemática como ferramenta básica para medir e fazer contas: para avaliar.

Pelo exposto até o momento, a Educação Matemática apresenta dois aspectos que afetam, evidentemente, as opiniões expressas na literatura. De um lado, uma vertente pragmática que se manifesta na Matemática Aplicada que requer dos interlocutores o estabelecimento de um plano de ação e algum tipo de resposta para uma situação problema que se propõe estudar. E de outro, a idéia de que aprender e fazer Matemática possa se dar concomitantemente num contexto de compreensão da realidade de forma transdisciplinar. Nesse caso, o pressuposto é de que há uma identificação entre aprender matemática e compreender a sua natureza, pois são produtos de uma atividade e é por meio da atividade humana intencional, das experiências que vive, que um indivíduo consolida e produz novos conhecimentos matemáticos. Em situação escolar, a experiência matemática de cada aluno molda tanto a sua visão sobre o que é a Matemática como a sua motivação e disposição para se envolver no processo de aprendizagem.

Numa perspectiva educacional crítica, as investigações merecem lugar de destaque na atividade matemática dos alunos, porque permite a formulação de conjecturas, a avaliação da sua plausibilidade, à escolha dos testes adequados para a sua validação ou rejeição. Propiciam, ainda, a busca de argumentos que demonstrem as conjecturas que resistiram a sucessivos testes e levantam novas questões para investigar. Traduzem, assim, o trabalho desenvolvido pelos matemáticos profissionais, ou, em outras palavras, o processo de criação matemática.

Não é incomum que haja uma tentação para limitar o espaço de aprendizagens matemáticas em função da amplitude do que se estuda, remetendo a classe (professor e alunos) a outros campos da Ciência. A ocorrência dessa situação manifesta ainda que o

paradigma do professor é aquele da Matemática absoluta, verdadeira, descoberta, exata, objetiva e distante de nossos problemas diários. Conseqüentemente, contraria uma Educação Ambiental que prioriza um determinado problema de impacto como situação a ser analisada, de um fenômeno a quantificar que impulsionam os alunos a querer saber e identificar o que pode e deve ser feito de imediato.

Nesse caso, aprender Matemática sem incluir a política, o ambiental, o contexto social e histórico, faz deixar de lado o próprio entendimento da vida. Logo, é fundamental a inclusão dos fenômenos de qualidade de vida em atividades que levam à aprendizagem matemática, bem como os sentidos, a memória, as concepções, os saberes dos alunos e suas comunidades. As tensões geradas por anseios e angústias aumentam o interesse e a motivação do grupo aprendiz, levando-o à consciência da relevância de se usar os saberes para a melhoria da vida e da urgência em fazê-lo agora.

A reivindicação da perspectiva crítica é de que a aprendizagem significativa só acontece quando os alunos conseguem estabelecer vínculos entre o que conhecem e os novos conteúdos a serem aprendidos. Esta perspectiva tem como princípio que, ao focar situações em que a Matemática é utilizada no cotidiano, o aluno consegue assimilar melhor o novo conteúdo e utilizá-lo em outras situações. Isso ocorre pelas aproximações com o próprio processo de produção do conhecimento matemático, pois segundo Davis & Hersh (1986, p. 293):

[...] A matemática provém da conexão da mente com o mundo externo, e tal conexão simultaneamente cria a matemática e transforma nossas percepções do mundo externo, e estas então criam novas conexões. A matemática inconsciente reside, igualmente, no nosso sistema monetário e no chip que controla um dispositivo protético para os inválidos.

Cortar esses vínculos, essas ligações é, segundo Davis e Hersh (1986, p. 294), um modo de eliminar o sentido e o significado do conhecimento matemático; é não considerar a existência de ligações significativas entre a matemática e a realidade.

O educador suíço Gert Rüppel escreveu que a educação prepara-nos para o dia de amanhã. Logo, trabalhar com Educação Matemática e Educação Ambiental confere à aprendizagem e ao ensino a urgência do dia de hoje, da educação para o presente. Nesse sentido, é possível integrar diversas áreas do saber em que uma das formas é por meio de modelos matemáticos, de tal modo que possibilite uma ação mais contundente, agindo no “aqui e agora”, dando uma nova roupagem no “fazer” matemático e ambiental.

Conforme D'Ambrosio (1990, p. 47), ainda há outro fato a ser considerado na Educação Matemática, que é reconhecer a importância do multiculturalismo. Por isso, atribui como relevância para a Etnomatemática seu reconhecimento das multiculturas. O autor considera o multiculturalismo como uma das tendências mais marcantes em educação, na atualidade. Sobretudo no Brasil, com dimensões geográficas tão amplas e uma grande diversidade cultural, a educação multicultural é não somente recomendável como também necessária.

Reconhecer que a Matemática tem fortes raízes culturais é um dos aspectos a ser considerado na moderna epistemologia matemática e está no foco das novas abordagens da Educação Matemática. A Etnomatemática tem se apresentado com o propósito de recuperar as relações com o mundo real, caracterizando-se como uma nova forma de gestão do conhecimento matemático.

De acordo com D'Ambrosio (1990), o termo Etnomatemática está relacionado com conhecimentos presentes nas práticas cotidianas de diferentes grupos. Sua preocupação é com o estudo de situações da prática cotidiana, opondo-se à fragmentação do conhecimento. Ela procura entender a cultura e as relações entre a Matemática escolar, presente nos currículos, e a Matemática presente na vida cotidiana.

O objetivo da Etnomatemática é o da valorização das várias Matemáticas para que o aluno desenvolva um olhar crítico. Para tanto, o professor deveria extrapolar significativamente a fronteira de sua disciplina e fazer conexões e inter-relações entre os diferentes temas. A Etnomatemática procura mostrar e valorizar o conhecimento do aluno, sua cultura para uma Matemática significativa e crítica. Agindo dessa forma, o professor estará exercendo um trabalho visando à cidadania, o que é anunciado nos Parâmetros Curriculares Nacionais como um trabalho que dialoga com a transversalidade e a interdisciplinaridade.

Entretanto, a transversalidade e a interdisciplinaridade, contempladas pela proposta Etnomatemática, não devem ser um modelo único a ser seguido, pois alunos e professores são distintos e cada professor se vale de suas experiências e reflexões para orientar suas práticas pedagógicas. Nessa perspectiva, a exemplo do que pretende Freire (1997 p. 81), essa proposta almeja a conscientização e a libertação, partindo da leitura do mundo, do respeito à cultura primeira do aluno, buscando desenvolver um aprendizado por meio da livre discussão dos temas geradores do universo vocabular do aluno, estimulando o respeito e o diálogo.

É no âmbito dos problemas que as relações sociais produzem e intervêm no modo de



ser dos grupos culturais, que se apresentam os conteúdos que promoverão o diálogo para o processo de ensino e aprendizagem. Em face das conseqüências pouco alentadoras para a humanidade, a degradação ambiental pode ser objeto de estudo numa perspectiva inter e transdisciplinar em que os conhecimentos matemáticos podem ser aflorados e contribuam para a formação da consciência crítica dos alunos. É esse modo pedagógico que pode levar à compreensão de que as destruições provocam a poluição e outras alterações dos ecossistemas e ciclos naturais. Inúmeros são os exemplos de “temas geradores”, como diria Paulo Freire - relacionados à poluição ou aos diversos ecossistemas e seus recursos naturais -, que têm norteado teorias e práticas pedagógicas da Educação Ambiental. Da mesma forma, se faria uma leitura da própria educação ambiental informal, que manifestada em campanhas do tipo “Plante uma árvore no dia da árvore”, ou no Dia da Terra, ou no Dia Mundial do Meio Ambiente, ou ainda em qualquer outra dessas atualmente numerosas “datas ecológicas”. Essas campanhas nada mais são do que ações isoladas em vez de um processo educativo abrangente.

A análise crítica da realidade é o componente principal da perspectiva crítica em Educação Matemática, da Etnomatemática e da Modelagem Matemática.

#### **4.1 Modelo e Modelagem Matemática**

Muitas situações do mundo real podem apresentar problemas que requeiram soluções e decisões provenientes da Matemática. Seja qual for o caso, a resolução de um problema, em geral quando quantificado, requer uma formulação matemática detalhada, um verdadeiro Modelo Matemático.

Embora, expressem suas dificuldades para tal, alguns autores definem Modelo Matemático como:

- a) “Um conjunto de símbolos e relações matemáticas que traduz de alguma forma, um fenômeno em questão ou um problema de situação real” (BIEMBENGUT; HEIN, 2000, p. 12);
- b) “Modelo matemático de um fenômeno, é um conjunto de símbolos e relações matemáticas que traduzem de alguma forma o objeto estudado” (BASSANEZI, 2002, p. 20);
- c) “A Matemática com suas expressões, equações, funções, fórmulas, tabelas, formas e teorias, é um conjunto de modelos” (CHAVES, 2000, p. 8).

Em relação à forma de utilização de um Modelo Matemático, Chaves (2000, p. 9), apoiada em Biembengut e Hein (2000), deixa evidenciado que “um modelo matemático só é um modelo, se servir de referência ou se permitir ser reproduzido para a resolução de problemas semelhantes que originaram o modelo, além de ser mola propulsora para o desenvolvimento de outros conhecimentos”.

Assevera Bassanezi (2002, p. 20), que a importância do Modelo Matemático “consiste em ter uma linguagem concisa que expresse nossas idéias de maneira clara e sem ambigüidade”. Portanto, pode-se notar que os caminhos para se chegar a um Modelo Matemático não são muito simples, alguns esforços deverão ser feitos para se obter a melhor representação matemática. Entretanto, o tipo de Modelo a ser construído dependerá da situação analisada, das variáveis selecionadas e dos recursos disponíveis.

A operacionalização de um Modelo Matemático passa por um processo denominado Modelagem Matemática: que sistematiza situações e culmina com a solução efetiva do problema real,<sup>7</sup> não pela simples resolução formal de um problema artificial.<sup>8</sup>

Biembengut e Hein (2000, p. 12) definem Modelagem Matemática como “uma Arte,<sup>9</sup> ao formular, resolver e elaborar expressões que valham não apenas para uma situação particular, mas que sirvam posteriormente para outras aplicações”.

Blum (1995), por sua vez, define Modelagem Matemática “como sendo um processo de construção de modelos que transforma uma situação real em uma situação matemática”.

Enquanto que para Bassanezi (2002, p. 16), a Modelagem Matemática “consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”.

Conforme Barbosa (2003, p. 53) a Modelagem Matemática, na perspectiva da Matemática Aplicada, é “todo o processo de abordagem de um problema não matemático, envolvendo a construção do modelo matemático”. Parte de uma situação real até a construção de um modelo por meio da utilização de ferramentas e entes matemáticos, como gráficos, equações, inequações.

---

<sup>7</sup> Possui referência na vida real, diz respeito a situações “de fato”, oriundas de outras áreas do conhecimento que não a matemática ou do dia-a-dia (BARBOSA, 2001, p. 33).

<sup>8</sup> Não se trata de uma realidade que “de fato” observamos, mas uma realidade construída, por exemplo, por um autor de livro didático de matemática (SKOVSMOSE, 2000, p. 74).

<sup>9</sup> O processo de Modelagem Matemática pode ser considerado um processo artístico, visto que, para se elaborar um modelo, além de conhecimento de matemática, o modelador precisa ter uma dose significativa de intuição e criatividade para interpretar o contexto, saber discernir que conteúdo matemático melhor se adapta e também ter senso lúdico para jogar com as variáveis envolvidas (BIEMBENGUT & HEIN, 2000, p. 13).

A “Modelagem Matemática tem sua razão de ser no presente estudo, pois, além de se tratar de uma ‘Tendência’ da Educação Matemática, na atualidade, ela é requerida por outras duas tendências: a Etnomatemática e a Educação Matemática Crítica ou Socioetnocultural. Por exemplo, D’Ambrósio (1996), o maior expoente da Etnomatemática caracteriza a Modelagem Matemática como “realidade-reflexão sobre a realidade” que tem como base a ação planejada pela construção de modelos sobre os quais os indivíduos empreendem esforços para compreender o mundo a sua volta.

Além disso, a Modelagem Matemática:

- a) tem como um de seus objetivos interpretar e compreender os mais diversos fenômenos do cotidiano, devido ao “poder” que a mesma proporciona pelas aplicações dos conceitos matemáticos. Pode-se descrever estes fenômenos, analisá-los e interpretá-los com o propósito de gerar discussões reflexivas;
- b) tem se apresentado como uma metodologia alternativa para o ensino de Matemática, que pode ser utilizada tanto no ensino fundamental, como no ensino médio e superior. A partir de conceitos gerais, procura-se demonstrar a importância da Matemática para o conhecimento e compreensão da realidade no qual se vive;
- c) estabelece relações interdisciplinares, situando-se no âmbito da Educação Matemática, e tem se convertido numa proposta quase que exclusiva que dá ênfase a temas da Educação Ambiental;
- d) busca desvelar o processo de construção do conhecimento, principalmente da Matemática e sua inter-relação para a compreensão e possível modificação da realidade. O envolvimento da Modelagem Matemática com a Educação Ambiental se traduz em expectativa para a formação de um indivíduo ético, criativo e crítico para que possa viver em uma sociedade de forma participativa, com responsabilidade social.

Uma forma de avaliar se a Modelagem Matemática é eficiente no processo de ensino-aprendizagem é estabelecer um paralelo com o ensino tradicional. O foco da análise seriam os aspectos pedagógicos, a criatividade, o interesse pelo estudo de Matemática, a motivação e o entusiasmo por parte dos alunos. Acresce-se, ainda, a avaliação da aprendizagem.

Com a Modelagem Matemática, os conteúdos matemáticos surgem naturalmente em concomitância com a compreensão e análise dos problemas em estudo. No processo de reflexão é que ocorre a construção de hipóteses, a pesquisa e a inserção da Matemática

em diferentes contextos e significações. Os alunos transformam problemas da realidade em problemas matemáticos intermediado pela investigação, ação e validação. É, pois, a possibilidade de trazer a realidade para a sala de aula pela abordagem de problemas relacionados ao cotidiano dos alunos e, ao mesmo tempo, viabilizar a interação da Matemática escolar com aquela da cultural local.

Para Biembengut e Hein (2000, p. 11), “a idéia de modelagem suscita a imagem de um escultor trabalhando com argila produzindo um objeto”. Na concepção dos autores, esse objeto que representa sua idéia é um modelo, cujo processo de obtenção é a modelagem.

Além da característica motivadora inerente à aplicação da Modelagem Matemática no ensino da Matemática, esse processo contribui de forma significativa para reflexões sobre: a “matematização” da situação em estudo, a escolha das técnicas para a resolução desses modelos, a acessibilidade às tecnologias disponíveis e as interpretações das soluções encontradas na linguagem do mundo real. Daí decorre a possibilidade de uma Educação Matemática Crítica proposta por Skovsmose<sup>10</sup> (2004, p. 115-116).

O uso da Modelagem Matemática aponta mais uma possibilidade, o tratamento da informação. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs, BRASIL,1998):

Por ser um campo que abarca uma ampla variedade de conteúdos matemáticos, o desenvolvimento desse bloco pode favorecer o aprofundamento, a ampliação e a aplicação de conceitos e procedimentos como porcentagem, razão, proporção, ângulo, cálculos etc. Esse estudo também favorece o desenvolvimento de certas atitudes, como posicionar-se criticamente, fazer previsões e tomar decisões ante as informações veiculadas pela mídia, livros e outras fontes. (p. 134).

Esse documento oficial propõe que os alunos realizem investigações de acordo com seus interesses e realidades. Assim, possibilita que os dados coletados sejam analisados, descritos, organizados e interpretados facilmente, por apresentarem significado mais concreto aos estudantes. Indica, também, que os procedimentos são utilizados muito freqüentemente na resolução de problemas e estimulam os alunos a fazerem perguntas, estabelecerem relações, construir justificativas, desenvolvendo assim um espírito de investigação.

---

<sup>10</sup> A Educação Matemática crítica analisa os três tipos de conhecer, no processo de Educação Matemática: 1) Conhecer matemático – habilidades matemáticas; 2) Conhecer tecnológico – aplicar a matemática; 3) Conhecer reflexivo – reflexão sobre o uso da Matemática.

Na seqüência, pretende-se, à luz das reflexões feitas por alguns dos pesquisadores que produziram e ainda produzem conhecimentos sobre Modelagem Matemática, discutir a organização e a condução de atividades baseadas nesse ambiente de ensino e de aprendizagem, com objetivo de redesenhar uma forma de materializar essa nova tendência em nossa realidade curricular.

#### 4.1.1 Processos de Obtenção do Modelo Matemático

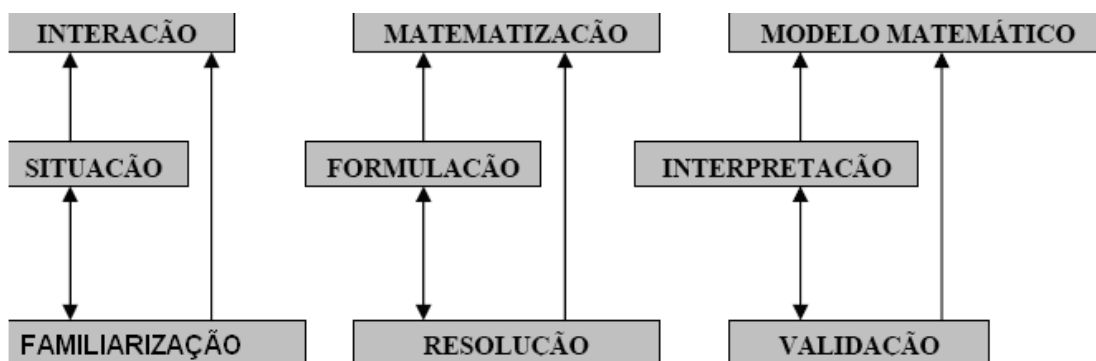
O processo de obtenção de um modelo e da modelagem de situações que encontrem referência na realidade ou na semi-realidade, aqui entendida como uma realidade construída para efeitos didáticos, é composta por etapas, dentre as quais, Biembengut e Hein (2000, p. 13-15) destacam três, subdivididas em outras seis etapas abaixo apresentadas:

- a) interação com o assunto. O reconhecimento da situação-problema e a familiarização com o assunto a ser modelado é a fase preliminar, em que ocorre o envolvimento com o tema a ser estudado/problematizado. Nessa etapa ocorre a pesquisa em livros, jornais, revistas especializadas e dados obtidos junto a especialistas da área;
- b) matematização. A formulação e resolução do problema nos termos do modelo em tela é a fase mais complexa e desafiadora, pois é nela que se dará a tradução da situação-problema para a linguagem matemática. Em outras palavras, é neste momento que se formula e escreve um problema segundo o modelo, com vistas a obter sua solução. Intuição, criatividade e experiência acumulada são elementos indispensáveis a essa etapa;
- c) modelo Matemático. Interpretação da solução e verificação ou validação. Para a conclusão e utilização do modelo, na presente fase, ocorre a testagem ou validação do modelo obtido para verificar sua proximidade em relação à situação-problema. Assim, sua interpretação deve ser feita mediante a análise das implicações da solução encontrada, derivada do modelo que está sendo investigado, para, então, verificar sua adequabilidade, retornando<sup>11</sup> à situação-problema e avaliando o seu grau de confiabilidade.

---

<sup>11</sup> Se o modelo não atender às necessidades que operaram, o processo deve ser retomado na segunda etapa, modificando-se ou ajustando-se hipóteses, variáveis etc.

O esquema a seguir ilustra a dinâmica da Modelagem Matemática.



**Figura 3** - Modelagem matemática

Fonte: Biembengut e Hein (2000, p. 15).

Bassanezi (2002) ainda propõe um esquema simplificado para o que chama de “atividades intelectuais da Modelagem Matemática”, as quais compõem, segundo sua visão, as cinco etapas a seguir:

- a) experimentação – É uma atividade essencialmente laboratorial, em que se processa a obtenção de dados para dar conta do problema não matemático.
- b) abstração – É o momento de selecionar as variáveis, formular questões, levantar hipóteses e simplificar o problema em termos matemáticos;
- c) resolução – Trata-se do momento em que acontece a troca da linguagem natural das hipóteses pela linguagem matemática corrente, ou no qual se obtém o modelo matemático capaz de responder à questão;
- d) validação – É o processo de aceitação ou não do modelo proposto. Neste momento, os modelos, juntamente com as hipóteses que lhes são atribuídas, devem ser confrontados com os dados empíricos, comparando suas soluções e previsões com os valores obtidos no sistema real;
- e) modificação – Alguns fatores ligados ao problema original podem provocar rejeição ou aceitação dos modelos. Diante de uma negativa, a solução é voltar aos dados iniciais do experimento e retomar o processo.

A figura 4 corresponde ao esquema de Modelagem Matemática. As setas contínuas representam, segundo o autor, a primeira aproximação, enquanto as setas pontilhadas mostram que a busca do modelo ideal para o problema estudado é um processo dinâmico.



aula ou que atuem direta ou indiretamente na Educação Ambiental. Ou seja, inserir-se num processo de formação/socialização com os professores das diversas áreas do saber, contribuindo para que se torne em ação investigativa de for coletiva.

Skovsmose (2000, p. 69) chama de “cenário para investigação” um ambiente que pode dar sustentação a um trabalho investigativo e apresenta diferentes ambientes de aprendizagem, em que há referências à Matemática pura, à semi-realidade e à realidade propriamente dita.

Para Barbosa (2001a, p. 6), a Modelagem se torna em ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da Matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade.

Araújo (2002, p. 39), por sua vez, entende ser a Modelagem uma abordagem matemática de um problema não-matemático, porém real, escolhido pelos alunos reunidos em grupos, de tal forma que a Educação Matemática Crítica embase o desenvolvimento do trabalho. Vê-se, então, que um problema definido pelos alunos, estando eles inseridos em ambiente propício, vem sendo apontado como fator fundamental para o uso dessa abordagem metodológica.

Segundo Barbosa (2001a, p. 2), o ambiente de ensino e de aprendizagem da Modelagem Matemática pode se configurar por meio de três níveis de possibilidades, sem limites claros, que ilustram a materialização da Modelagem na sala de aula:

**Nível 1:** Trata-se da problematização de algum episódio real: A partir das informações qualitativas e quantitativas apresentadas no texto da situação, o aluno desenvolve a investigação do problema proposto. O professor apresenta a descrição de uma situação-problema, com as informações necessárias à sua resolução, e o problema formulado, cabendo aos alunos o processo de resolução.

**Nível 2:** Trata-se da apresentação de um problema aplicado: Os dados são coletados pelos próprios alunos durante o processo de investigação. O professor traz para a sala um problema de outra área da realidade, cabendo aos alunos a coleta das informações necessárias à sua resolução.

**Nível 3:** Tema gerador: Os alunos coletam informações qualitativas e quantitativas, formulam e solucionam o problema. A partir de temas não-matemáticos, os alunos formulam e resolvem problemas. Eles também são responsáveis pela coleta de informações e simplificação das situações-problema.

No Ensino Fundamental e Médio, essa classificação pode representar o próprio caminho para que o professor desenvolva sua atividade na sala de aula.

A figura 5 apresenta casos de Modelagem e esquematiza a participação do professor e dos alunos em cada caso.



	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Formulação do problema	Professor	professor	professor/aluno
Simplificação	Professor	professor/aluno	professor/aluno
Coleta de dados	Professor	professor/aluno	professor/aluno
Solução	professor/aluno	professor/aluno	professor/aluno

**Figura 5** - Casos de modelagem e esquema da participação do professor e do aluno em cada caso  
**Fonte:** Barbosa (2004a, p. 7).

Nos diferentes casos, o professor é visto como “co-partícipe” da investigação feita pelos alunos. Estabelece diálogo com eles acerca dos elementos que se apresentam da temática e, paulatinamente, vai construindo a autonomia intelectual de cada um. Para tal é necessária a clareza do momento em que o professor desempenha um papel mais ativo na elaboração das atividades e quando ele as compartilha com os alunos.

A Modelagem Matemática funciona como um fator desencadeador de problemas e, ao mesmo tempo, das condições para que os alunos, por meio da seleção de um tema de seu interesse, desenvolvam habilidades que os auxiliem a resolvê-los.

De acordo com Nacarato, (*apud* LOPES; CARVALHO, 2005, p. 79), “quando os alunos não estão ativamente envolvidos na criação dos dados, facilmente apresentam dificuldades para analisá-los, ou mesmo, para saber como devem fazê-lo”.

Dessa forma, o ambiente de Modelagem possibilita aos estudantes a constituição de procedimentos para coletar, organizar, realizar cálculos, comunicar dados, construir e utilizar tabelas e gráficos. Também desenvolve uma atitude crítica diante de questões sociais, políticas e culturais do seu contexto.

A Modelagem Matemática se tem tornado uma alternativa viável para uso em sala de aula, capaz de estabelecer relações entre o cotidiano e as diversas áreas do conhecimento, como sugerem os PCNs. Dito de outra forma, essa abordagem potencializa condições para que a Matemática possa desempenhar sua função no desenvolvimento de capacidades intelectuais, na estruturação do pensamento, na agilização do raciocínio dedutivo e em sua conseqüente aplicação.

Ao se falar em conhecimento e sua íntima ligação com os indivíduos vale a pena alertar que algumas instituições têm erroneamente se preocupado muito mais com a

simples coleta de informação do que com sua elaboração e disseminação. Contribuição para evitar tal equívoco é dada por Nonaka e Takeuchi (1997) ao classificarem o conhecimento humano em dois tipos: conhecimento tácito e explícito. O conhecimento tácito corresponde ao conhecimento pessoal embutido na experiência individual e envolve fatores intangíveis como crenças pessoais, perspectivas e valores. O conhecimento explícito é aquele que pode ser articulado em linguagem formal, o que inclui sentenças gramaticais, expressões matemáticas, especificações e manuais.

Ainda, segundo Nonaka e Takeuchi (1997, p.83), os dois tipos de conhecimento se relacionam por meio de quatro formas de conversão, conforme a figura abaixo.



**Figura 6** – quatro formas de conversão de conhecimento

Fonte: Adaptado de Nonaka e Takeuchi (1997)

**Socialização (de tácito para tácito):** é o processo pelo qual, experiências são compartilhadas e o conhecimento tácito ou modelos mentais e habilidades técnicas são criados;

**Externalização (de tácito para explícito):** este modo de conversão permite a criação de novos e explícitos conceitos. Envolve a articulação do conhecimento tácito em explícito, através do uso freqüente de analogias, conceitos, hipóteses e modelos. A própria escrita é um ato de conversão de externalização;

**Combinação (de explícito para explícito):** este modo de conversão se baseia na troca de informações explícitas, ou seja, na combinação de conhecimentos já explícitos. Envolve, pois, o uso de mídias como documentos, reuniões formais, conversas telefônicas e redes computadorizadas.

**Internalização (de explícito para tácito):** este último método seria semelhante ao do "*learning by doing*" em que os membros da organização passam a vivenciar o resultado prático do novo conhecimento, ou seja, desenvolvem um conhecimento operacional.

Na visão de Nonaka e Takeuchi (1997), o aspecto do conhecimento organizacional possui uma relação íntima com a criatividade e com a inovação. Ao inovar, as organizações, além de processarem informações de fora para dentro, objetivando resolver problemas existentes e se adaptar ao ambiente em transformação, criam novos conhecimentos e informações, de dentro para fora.

Na teoria do processo de criação de conhecimento desenvolvida por esses autores colocam como pedra fundamental epistemológica, a distinção entre o conhecimento tácito e o explícito. O segredo para a criação do conhecimento está na mobilização e conversão do conhecimento tácito.

A espiral da criação do conhecimento, a partir da interação entre o conhecimento tácito e explícito, é construída em: duas dimensões básicas (epistemológica – tácito/explicito e ontológica – individual/grupal/organizacional/interorganizacional).

Para explicar a teoria, os autores apresentam quatro modos de conversão do conhecimento, criados a partir da interação entre o conhecimento tácito e o explícito, quais sejam: “socialização, externalização, combinação e internalização”. Como no processo de criação do conhecimento lida-se com informação, faz-se necessário entender suas semelhanças e diferenças, abordadas a seguir: Conhecimento e informação.

Embora estes termos sejam utilizados com frequência como termos intercambiáveis existem uma nítida distinção entre informação e conhecimento. Exemplificando, Nonaka e Takeuchi (1997, p. 63) afirmam que, para compreender as diferenças e semelhanças entre informação e conhecimento, faz-se necessários três observações a respeito do que seja conhecimento, quais sejam:

- 1 - o conhecimento, ao contrário da informação, diz respeito a crenças e compromissos;
- 2 - o conhecimento, ao contrário da informação, está relacionado ao nosso agir;
- 3 - o conhecimento, como a informação, diz respeito ao significado.

Assim, a informação é um meio ou material necessário para extrair e construir o conhecimento, alterando-o por meio do acréscimo de algo ou reestruturando. Ela se constitui num produto capaz de gerar conhecimento.

De acordo com Nonaka e Takeuchi, (1997, p. 63),

“[...] a informação consiste em diferenças que faz a diferença”. A informação propicia um novo ponto de vista para a interpretação de eventos ou objetos, o que torna visíveis significados antes invisíveis. Por isso, a informação é um meio ou material necessário para extrair e construir conhecimento.

A informação pode ser vista de duas perspectivas, como ressaltam Nonaka e Takeuchi (1997, p. 64) – a informação sintática (ou volume de informação) e a informação semântica (ou o significado). Esta última é a mais importante para a criação do conhecimento, pois envolve o significado transmitido, uma vez que o conhecimento está essencialmente relacionado com a ação humana. Criando e organizando ativamente suas próprias experiências, o homem adquire conhecimento, fruto, em grande parte, de esforço voluntário ao lidar com o mundo.

Em termos organizacionais, não é possível criar conhecimento sem indivíduos. A empresa voltada à geração de conhecimento deve não só apoiá-los, como também lhes facilitar contextos apropriados à criação do conhecimento organizacional. (SANTOS, 2001). Indo ao encontro desta afirmação, tem-se Sveiby (1998, p. 9), que faz a seguinte afirmação: “[...] as pessoas são os únicos verdadeiros agentes na empresa. Todos os ativos e estruturas quer tangíveis e intangíveis – são resultados das ações humanas. Todos dependem das pessoas, em última instância, para continuar a existir”.

Desse modo, há um chamado para a Gestão do Conhecimento, contribua para que os processos pedagógicos levem em consideração o papel da Educação Matemática para as questões ambientais.

## 5 ANÁLISE DOS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS

### 5.1 Referência para a análise

Onuchic (1999, p. 209-210) declara a importância dos PCNs predicando-lhes como bem delineados com o que hoje busca a Educação Matemática:

Os objetivos gerais da área de Matemática, nos PCNs, buscam contemplar todas as linhas que devem ser trabalhadas no ensino de matemática. Esses objetivos têm como propósito fazer com que os alunos possam pensar matematicamente, levantar idéias matemáticas, estabelecer relações entre elas, saber se comunicar ao falar sobre elas, desenvolver formas de raciocínio, estabelecer conexões entre temas matemáticos e outras áreas, poder construir conhecimentos matemáticos e desenvolver a capacidade de resolver problemas, explorá-los, generalizá-los e até propor novos problemas a partir deles.

Essas orientações postas no âmbito das tendências do Ensino da Matemática que se manifestam nas orientações definidas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, descortinam as possibilidades de uma nova da Educação Matemática.

Segundo os PCNs, não existe um caminho único e melhor para o ensino da Matemática, no entanto, conhecer diversas possibilidades de trabalho em sala de aula é fundamental para que o professor construa sua prática. E entre os recursos didáticos citados nos Parâmetros Curriculares Nacionais destacam-se os jogos:

[...] Finalmente, um aspecto relevante nos jogos é o desafio genuíno que eles provocam no aluno, que gera interesse e prazer. Por isso, é importante que os jogos façam parte da cultura escolar, cabendo ao professor analisar e avaliar a potencialidade educativa dos diferentes jogos e o aspecto curricular que se deseja desenvolver'. (PCN, 1997,48-49).

A inclusão do campo do tratamento da informação nos currículos ocorreu não só no Brasil, mas em muitos outros países. Nos Estados Unidos, por exemplo, isso aconteceu, pelo menos, desde a publicação, pelo *National Council of Teachers of Mathematics* – NCTM – dos Standards, em 1989. Mais recentemente o NCTM divulgou os *Principles and Standards*, nos quais está incluído, com destaque, o bloco de conteúdos denominado *Analysis and Probability*. Em nosso país, a inclusão do tratamento da informação nos currículos repercutiu de forma evidente nos livros didáticos, que passaram a dar mais atenção ao tema. Em particular, com a divulgação, desde 1999, dos critérios de avaliação dos livros didáticos que são adquiridos pelo Ministério da Educação, para

distribuição nas escolas públicas, observa-se, cada vez mais, a presença da estatística, probabilidade e combinatória nos manuais didáticos brasileiros.

Para os professores que lecionam Matemática na escola básica surgiu, progressivamente, um enorme desejo: como ensinar esses conteúdos? Desejo este que se avolumou porque tais conteúdos são uma parte quase ausente nos cursos de formação inicial de professores e só mais recentemente têm sido tratados nos programas de formação continuada. Avolumou-se, também, porque os estudos e as pesquisas em didática desses conteúdos não são suficientemente difundidas na comunidade educacional brasileira.

As recomendações curriculares contidas nos PCNs (BRASIL, 1997, 1998) e nos *Principles and Standards* (NCTM, 2000)<sup>12</sup>. A inclusão desses documentos justifica-se pela importância que tais documentos atribuem ao campo do tratamento da informação e pela justeza das recomendações neles contidas.

Além disso, tem sido apontado freqüentemente que um conhecimento razoável do documento produzido pelo MEC, é bastante limitado entre os professores brasileiros.

Os *Principles and Standards* da *National Council of Teachers of Mathematics* – NCTM – é uma associação de professores com enorme influência no ensino de Matemática nos Estados Unidos. Para mencionar apenas as últimas décadas, em 1989, o NCTM elaborou o documento *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*, que teve grande impacto nos meios educacionais daquele país, gerando um amplo debate, que resultou, entre outras conseqüências, na elaboração, cerca de dez anos depois. Já na primeira versão desse documento, era proposta a introdução de conteúdos de estatística e probabilidade em todas as etapas da escolarização, da educação infantil ao ensino médio. Havia, ainda, um bloco de conteúdos especificamente dedicado à Matemática discreta, abordando temas de princípios de contagem, iteração e recursão e grafos. Nos referenciais curriculares mais recentes, é reiterada a atenção a esses conteúdos, sendo proposto um bloco de conteúdos denominado análise de dados e probabilidade, distribuindo-se os temas relativos à Matemática discreta no interior dos demais blocos. Nos parágrafos seguintes, são resumidas as recomendações dos *Principles* com relação à análise de dados e probabilidade.

---

<sup>12</sup> O Conselho Nacional de Professores de Matemática (NCTM), Organização mundial dedicada à melhoria da educação matemática. Desenvolveu um conjunto de noções matemáticas, ou normas, que são importantes para o ensino e a aprendizagem matemática. Apresenta duas categorias de normas: pensamento matemático e conteúdo matemático.

Um primeiro ponto salientado é a necessidade de articulação entre os conteúdos de análise de dados e os de probabilidade. Outra articulação desejável é entre tais conteúdos e os pertencentes aos demais campos da Matemática, ou seja: números, álgebra, grandezas e medidas e geometria, bem como, são relevantes as conexões com outras áreas do conhecimento.

Além disso, é dada ênfase à vinculação dos conteúdos do bloco visando os problemas das práticas sociais. É apontada a enorme quantidade de dados a que está exposto o cidadão nos dias atuais e a necessidade de que ele adquira a competência de situar-se criticamente em face desse acúmulo de informações baseadas em dados sobre comportamento do consumidor, preferências políticas, efeitos de medicamentos, evolução dos índices econômicos, entre outras.

O estudo da análise de dados e probabilidades deve estar presente em todos os níveis da aprendizagem escolar e defende-se uma abordagem progressivamente mais complexa, desde a educação infantil até o ensino médio, devendo-se: retomar, estender e aprofundar os conceitos. Deve-se, também, evitar a mera repetição. As recomendações relativas ao bloco de análise dos dados e probabilidade são agrupadas em quatro grandes competências a serem gradualmente adquiridas pelos alunos, ao longo dos anos escolares:

- a) Formular questões que envolvam a obtenção de dados e coletar, organizar e apresentar dados relevantes para resolver essas questões;

Nas fases iniciais da vida escolar as crianças revelam grande curiosidade sobre o mundo que as cerca, em geral, sobre fatos mais próximos de sua experiência. As freqüentes indagações Quantos? Quanto? Quais? De que tipo? Fornecem ponto de partida para a análise de dados e probabilidade. O aluno pode se interessar por formular questões ligadas à sua vida ou à de seus colegas. Perguntas do tipo Qual o jogo de que você gosta mais? Conduzem à coleta, organização e apresentação de dados relativos à classe ou à escola. Progressivamente, temas mais gerais podem despertar a curiosidade do aluno: reciclagem, preservação da natureza, cuidados com a saúde, entre outros.

Instrumentos de planejamento, coleta, organização e apresentação dos dados provenientes de levantamentos e experimentos devem ser progressivamente introduzidos: questionários, tabelas e gráficos de diversos tipos (pictogramas, de barra, de setores, de linhas).

Uma idéia importante, a ser gradualmente construída, é que coleta, organização e apresentação de dados conduzem a informações esclarecedoras sobre a questão formulada ou sobre o fenômeno em causa. O aluno deve progressivamente desenvolver a competência de representar os dados apresentados em gráficos, tabelas ou outras formas de apresentação e aprender o significado dos números, pontos e símbolos envolvidos. Por exemplo, ele dá um grande passo quando distingue que certos números representam o valor de um dado relativo a uma grandeza observada e outros representam a frequências com que tal valor numérico ocorre no experimento. Etapas subseqüentes da aprendizagem devem levar à capacidade de ler e interpretar dados expressos em tabelas e gráficos e à comparação entre dois ou mais conjuntos de dados. Propõe-se que o aluno compare as diferentes formas de apresentação de dados e saiba utilizar, inclusive, recursos tecnológicos para reorganizar e representar graficamente os dados.

b) Selecionar e usar métodos estatísticos apropriados para analisar dados

No início, o olhar da criança sobre os dados obtidos em levantamentos pode estar preso ao seu interesse individual. Por exemplo, num gráfico, ela preocupa-se em observar que minha família tem quatro pessoas. É preciso, então, levar o aluno buscar uma visão do conjunto de dados obtidos e fazer análises mais globais desses dados, sabendo-se, no entanto, que há dificuldades de aprendizagem envolvidas nisso. Por exemplo, concluir da análise de uma tabela ou de um gráfico que a maioria dos seus colegas usa ônibus para ir à escola. Mais tarde é preciso desenvolver outras ferramentas conceituais que permitam caracterizar o conjunto de dados, tais como as medidas de tendência central (média, mediana, moda), as medidas de dispersão (amplitude, desvio padrão) e as propriedades ligadas à curva de distribuição de frequência dos dados. Ao longo da escolaridade, o aluno deve adquirir a capacidade de realizar comparações estatisticamente válidas.

De início, observando que um determinado grupo tem mais ou tem menos de certo atributo do que outro grupo, depois, quantificando essas diferenças por comparação de conceitos estatísticos. As comparações entre conjuntos de dados vão requerendo, gradualmente, a aquisição de outras ferramentas estatísticas como histogramas, entre outros. O estudo introdutório da correlação entre dados relativos a duas grandezas deve fazer parte, também, da formação matemática das séries finais do ensino médio.



c) Desenvolver e avaliar inferências e previsões baseadas em dados

O aluno deve progressivamente adquirir conceitos centrais da análise estatística: definir uma amostra apropriada, coletar dados dessa amostra, descrever a amostra e fazer inferências razoáveis relacionando a amostra e a população.

Nas fases iniciais o aluno é exposto a levantamentos censitários, por exemplo, as preferências dos alunos em uma classe. A idéia de que tal classe pode ser vista como amostra dos alunos da escola não é clara nessa fase. Nas fases posteriores, as inferências com base em amostragem vão ganhando corpo, sempre acompanhadas de inúmeras dificuldades de aprendizagem. Muitas dessas dificuldades originam-se na predominância dos julgamentos pessoais a respeito de determinado fenômeno observável sobre a inferência de base estatística. Nos estágios mais avançados, em particular, no ensino médio, o aluno deve compreender a idéia de escolha apropriada da amostra e as maneiras de quantificar quão certo se pode estar ao se fazer uma inferência estatística.

Também nos níveis mais avançados é desejável que o aluno use simulações para conhecer e fazer inferências informais. Ele deve, também, adquirir a competência de julgar a validade de argumentos baseados em estatística, cada vez mais freqüentes nos meios de comunicação.

d) Compreender e aplicar conceitos básicos de probabilidade

Probabilidade é vista no documento do NCTM como um dos campos da Matemática com muitas conexões com outros campos dessa ciência, e, além disso, como base teórica para a coleta, descrição e interpretação de dados. Na fase inicial, o tratamento das idéias de probabilidade deve ser informal. Devem ser introduzidas idéias e vocabulário referentes a noções probabilísticas, tais como: É provável que não vá haver aula à tarde; Dificilmente choverá hoje. Experimentos aleatórios simples, como retirar fichas coloridas de uma sacola podem ser realizados para trazer à tona idéias de chance e de acaso. Tais experimentos podem ser mais desenvolvidos nas fases subseqüentes, com moedas, dados, roletas, etc., introduzindo-se a idéia de chance de um evento simples associado ao experimento. Mais adiante, espera-se que o aluno possa calcular a probabilidade de eventos compostos, tais como, a ocorrência de duas caras em 100

lançamentos de duas moedas. Devem ser calculadas, bem adquire os conceitos de eventos condicionais e independentes.

O aluno deve gradualmente passar de situações em que a probabilidade de um evento pode rapidamente ser determinada para situações em que é necessário utilizar a amostragem e a simulação para quantificar a chance de um evento incerto.

O experimento com o lançamento de uma moeda é bom exemplo para a discussão dos conceitos fundamentais de probabilidade. Dada uma moeda não viciada, é razoável supor que há a mesma chance de resultar 'cara' ou 'coroa' na face superior da moeda.

Num dado lançamento, qual face cairá para cima é imprevisível. Mesmo após 10 aparecimentos consecutivos de 'coroa', no próximo lance o resultado 'coroa' tem apenas 50% de chance de ocorrer, por mais contra-intuitivo que possa parecer. No entanto, se muitos e muitos lançamentos forem feitos, experimentalmente verifica-se que surge um padrão nos resultados obtidos. A idéia de que, nesses casos, eventos individuais não sejam previsíveis, mas que ocorra um padrão no conjunto dos resultados é um importante conceito que serve de base para o estudo da estatística inferencial.

Entende-se, portanto, que a aprendizagem deve acontecer de forma interessante e prazerosa e um recurso que possibilita isso são os jogos. Guzmán (1986) expressa muito bem o sentido que essa atividade tem na Educação Matemática. Segundo ele, o interesse dos jogos na educação não é apenas divertir, mas sim extrair dessa atividade matérias suficientes para gerar um conhecimento, interessar e fazer com que os estudantes pensem com certa motivação.

## **5.2 Primeiras Análises: Uma Visão Geral dos Documentos**

No presente estudo, a análise tem em sua subjacência o pressuposto de que seja possível elaborar propostas educativas que entendam a Matemática como produção humana no decorrer da história e, como tal, passa a ser um direito de todos os indivíduos se apropriarem dos seus conhecimentos, sejam eles tácitos ou explícitos. Por isso, inicialmente, far-se-á uma abordagem acerca da Educação Matemática que os Parâmetros Curriculares Nacionais propõem aos estudantes brasileiros.

Os conhecimentos matemáticos historicamente produzidos, ao se transformar em conteúdo de ensino pelos PCNs do Ensino Fundamental, se desdobram em quatro grandes temas conceituais. São eles:

a) o estudo dos números e das operações

No Primeiro Ciclo, a evidência é posta nos números naturais, sistemas de numeração decimal e as operações (adição, subtração, multiplicação e divisão). Os PCNs sugerem que ao conceito de número seja dado um tratamento de forma bastante simples com ênfase em dois aspectos: como um indicador de quantidade, isto é, sua cardinalidade, por permitir evocá-lo mentalmente sem a visualização física; e como indicador de posição, ordinalidade, ou seja, ocupação de um lugar por um objeto, pessoa ou acontecimento numa listagem.

Outro aspecto a considerar é o uso dos números como código, que não tem ligação direta com o aspecto cardinal e ordinal como aqueles adotados em número de telefone e placa de carro, etc. A escrita numérica pode ser apresentada sem a explicitação de sua estrutura posicional com decomposição em ordens e classes (unidades, dezenas e centenas).

O estudo das operações é indicado que se inicie e se desenvolva num contexto de resolução de problemas. São explorados alguns significados das operações, colocando-se em destaque a adição e a subtração, em função das características da situação.

A crença exposta é de que, ao longo desse trabalho, os alunos constroem os fatos básicos das operações (cálculos com dois termos, ambos menores do que dez), constituindo um repertório que dá suporte ao cálculo mental e escrito. Há, nos PCNs, um incentivo para que a calculadora seja usada como recurso, não para substituir a construção de procedimentos de cálculo pelo aluno, mas para ajudá-lo a compreendê-los.

No Segundo Ciclo, o ensino deve ser de forma tal que o aluno deverá reconhecer números naturais e racionais (decimais) no cotidiano. Além disso, compreender e utilizar regras do sistema de numeração decimal no que se refere à leitura, escrita, comparação e ordenação de qualquer ordem. Também, o aluno deverá ser capaz de formular hipóteses sobre a grandeza numérica, pela observação da posição de um número racional recorrendo aos algarismos da representação decimal e localização na reta. O documento propõe o enfoque para: a leitura, escrita, comparação e ordenação de representações fracionárias de uso freqüente; reconhecimento de que os números racionais admitem diferentes (infinitas) representações na forma fracionária;

identificação e produção de frações equivalentes, pela observação de representações gráficas e de regularidades nas escritas numéricas.

São objetivos desse ciclo também: analisar os diferentes significados das frações em situações problema: parte, todo, quociente e razão; observação de que os números naturais podem ser expressos na forma fracionária; relação entre representações fracionária e decimal de um mesmo número racional; reconhecimento do uso e cálculo da porcentagem no contexto diário.

Os PCNs sugerem que os alunos decidam sobre a adequação do uso do cálculo mental — exato ou aproximado — ou da técnica operatória, em função do problema, dos números e das operações envolvidas.

Proposições similares às anteriores são indicadas para os conceitos das diversas medidas e suas conversões usuais, formulação e utilização das regras do sistema de numeração decimal. O documento chama a atenção para a medida de tempo, por fugir da estrutura decimal em que o aluno deverá realizar transformações e conversões na base sessenta. Além dos aspectos conceituais, os PCNs estabelecem como aspecto fundamental a utilização de procedimentos e instrumentos de medida, em função do problema e da precisão do resultado.

Constituem-se como conteúdo de ensino-aprendizagem: o sistema monetário brasileiro, voltado a situações-problema; perímetro e área de figuras com a indicação de estratégias didáticas o desenho em malhas quadriculadas e a comparação de perímetros e áreas de duas figuras sem uso de fórmulas.

No Terceiro e Quarto Ciclos a ênfase é para o conhecimento sobre os números como sendo construídos e assimilados pelo aluno num processo contínuo. Os números aparecem como instrumentos eficazes para resolver determinados problemas, e também como objetos de estudo em si mesmos, desde que considerados, nesta dimensão, suas propriedades, suas inter-relações e o modo como historicamente foram constituídos.

Nesse contexto, a convicção explicitada pelos PCNs é a de que o aluno perceberá a existência de diversos tipos de números (naturais, negativos, racionais, irracionais e reais) bem como de seus diferentes significados, à medida que deparar com situações-problema envolvendo operações ou medidas de grandezas.

Referindo-se às operações, os conteúdos abordados, segundo o documento, concentrar-se-ão na compreensão dos significados de cada uma delas, em suas relações e no estudo do cálculo, contemplando diferentes tipos de número.

Um enfoque mais sistemático e complexo, em relação às séries iniciais, é proposto para os aspectos conceituais da álgebra, especialmente nos ciclos finais nos quais as atividades algébricas são ampliadas. Porém, a exploração pedagógica deve contemplar análise de situações-problema, de modo que o aluno: reconheça as diferentes idéias da álgebra (generalização de padrões aritméticos, estabelecimento de relação entre duas grandezas, modelação matemática, resolução de problemas aritmeticamente difíceis); representa problemas por intermédio de equações e inequações (diferenciando parâmetros, variáveis, incógnitas e tomando contato com fórmulas); estabeleça e compreenda regras para resolução de uma equação.

Esse encaminhamento dado à álgebra, a partir da generalização de padrões, bem como o estudo da variação de grandezas possibilita a exploração da noção de função nos terceiro e quarto ciclos. Entretanto, a abordagem formal desse conceito deve ser objeto de estudo do Ensino Médio.

b) o estudo do espaço e das formas

No Primeiro Ciclo, o aluno deverá perceber e descrever com terminologia própria a localização, movimentação de pessoas ou objetos no espaço, com base em diferentes pontos de referência e algumas indicações de posição. Para tal, o procedimento metodológico sugerido é: a observação do dimensionamento de espaços e observação das relações de tamanho e forma; interpretação e representação de posição e de movimentação no espaço a partir da análise de maquetes, esboços, croquis e itinerários.

Outra indicação é observação de formas geométricas presentes em elementos naturais e nos objetos criados pelo homem com ênfase para as suas características: arredondadas ou não, simétricas ou não, etc. Também, sugerem: o estabelecimento de comparações entre objetos do espaço físico e objetos geométricos (esféricos, cilíndricos, cônicos, cúbicos, piramidais, prismáticos) sem a obrigatoriedade da nomenclatura convencional; a percepção de semelhanças e diferenças entre cubos e quadrados, paralelepípedos e retângulos, pirâmides e triângulos, esferas e círculos; construção e representação de formas geométricas.

No Segundo Ciclo, a exigência mínima é que aluno reconheça semelhanças e diferenças entre poliedros (prismas, pirâmides e outros) com a identificação e relação dos elementos faces, vértices e arestas. Da mesma forma, ocorre a indicação para o desenvolvimento pedagógico das seguintes ações, com os respectivos conceitos

geométricos: composição e decomposição de figuras tridimensionais, com destaque para as diferentes possibilidades; identificação da simetria e exploração das planificações de algumas figuras tridimensionais; caracterização das figuras poligonais e circulares nas superfícies planas das figuras tridimensionais; estabelecimento de semelhanças e diferenças entre polígonos, usando critérios como número de lados, número de ângulos, eixos de simetria, etc.; exploração das peculiaridades de algumas figuras planas, tais como: rigidez triangular, paralelismo e perpendicularismo de lados; composição e decomposição de figuras planas e identificação de que qualquer polígono pode ser composto a partir de figuras triangulares; percepção de elementos geométricos nas formas da natureza e nas criações artísticas.

Os conceitos geométricos são considerados parte importante do currículo de Matemática no Ensino Fundamental, pois por meio deles, o aluno desenvolve o pensamento que lhe permite compreender, descrever e representar - de forma organizada - o mundo em que está inserido.

Os PCNs novamente reafirmam sua posição metodológica ao dizer que o estudo da Geometria é um campo fértil para trabalhar com situações-problema e argumentam que é um tema pelo qual os alunos costumam se interessar naturalmente. O trabalho com noções geométricas também contribui para a aprendizagem de números e medidas, além de estimular o aluno a observar, perceber semelhanças e diferenças, identificar regularidades.

O trabalho escolar com espaço e forma pressupõe que o professor de Matemática explore situações que podem ser traduzidas em construções geométricas, tais como: uso de régua e compasso, visualização e aplicação de propriedades das figuras e construção de outras relações. Contempla não apenas o estudo das formas, mas também as noções relativas à posição, localização de figuras e deslocamentos no plano e sistemas de coordenadas. Os PCNs destacam a importância das transformações geométricas (isometrias, homotetias), de modo que permita o desenvolvimento de habilidades de percepção espacial e como recurso para induzir, de forma experimental, a descoberta das condições imprescindíveis para que duas figuras, por exemplo, sejam congruentes ou semelhantes.

Os PCNs salientam que os estudos do espaço e forma devem ser explorados a partir de objetos do mundo físico, de obras de arte, pinturas, desenhos, esculturas e artesanato, de forma que propicie que o aluno estabeleça conexões entre a Matemática e outras áreas do conhecimento.

c) o estudo das grandezas e das medidas

Para o Primeiro Ciclo, é esperado que o aluno desenvolva a capacidade de: comparar grandezas de mesma natureza, por meio de estratégias pessoais e uso de instrumentos de medida conhecidos, por exemplo, fita métrica, balança, recipientes de um litro, etc; identificar unidades de tempo (dia, semana, mês, bimestre, semestre, ano) com uso de calendários e relacionar essas unidades entre si.

Assim também, é proposto pelos PCNs o desenvolvimento das seguintes habilidades, por parte dos alunos: identificação de cédulas e moedas que circulam no Brasil e de possíveis trocas entre cédulas e moedas em função de seus valores; domínio dos elementos necessários para comunicar o resultado de uma medição, bem como a produção de escritas que representem essa medição; leitura de horas em relógios digitais e de ponteiros.

No Terceiro e Quarto Ciclo, as referências explicitadas para essa temática são para sua relevância social devido a seu caráter prático e utilitário e pela possibilidade de variadas conexões com outras áreas do conhecimento. O referido documento chama a atenção para o fato de que na vida em sociedade, as grandezas e as medidas estão presentes nas atividades realizadas. Desse modo, elas desempenham papel importante no currículo, pois mostram claramente ao aluno a utilidade do conhecimento matemático no cotidiano.

As atividades em que as noções de grandezas e medidas são exploradas proporcionam melhor compreensão de conceitos relativos ao espaço e às formas. Estes são ricos em significados dos números e das operações, da idéia de proporcionalidade e um campo fértil para uma abordagem histórica.

Da mesma forma, é indicado o tratamento de diferentes grandezas (comprimento, massa, tempo, capacidade, temperatura) incluindo as que são determinadas pela razão ou produto de duas outras (velocidade, energia elétrica, densidade). É indicada também pelos PCNs a utilização de instrumentos adequados para medir, como também o início da discussão a respeito de algarismo duvidoso, algarismo significativo e arredondamento. Outro conteúdo destacado neste bloco é a obtenção de algumas medidas não diretamente acessíveis, que envolvem, por exemplo, conceitos e procedimentos da Geometria e da Física. Além disso, os conteúdos referentes a

grandezas e medidas proporcionarão contextos para analisar a interdependência entre elas e expressá-la algebricamente.

d) o tratamento da informação

Para o Primeiro Ciclo, a preocupação é com o desenvolvimento do hábito da coleta, organização, leitura e interpretação de informações contidas em imagens. Para tal, o documento sugere que se proponham recursos didáticos que possibilitem a criação de registros pessoais para comunicação das informações coletadas. Acresce, ainda, a exploração da função do número como código, como por exemplo: linhas de ônibus, telefones, placas de carros, registros de identidade, bibliotecas, roupas, calçados, entre outros. Esta exploração é uma das ações escolares capazes de oportunizar que aluno interprete e elabore listas, tabelas simples e dupla entrada e gráficos de barra para comunicar a informação obtida, tanto verbalmente quanto pela produção de textos escritos.

No segundo ciclo, o aluno deverá interpretar dados apresentados por meio de tabelas e gráficos, visando a identificar características previsíveis ou aleatórias de acontecimentos. É estabelecida pelos PCNs como meta de ensino-aprendizagem: a produção de textos escritos, a partir da interpretação de gráficos e tabelas; construção de gráficos e tabelas com base em informações contidas em textos jornalísticos, científicos e outros; determinação e interpretação de média aritmética; exploração da idéia de probabilidade em situações-problema simples, identificando sucessos possíveis, sucessos seguros e as situações de “sorte”; utilização de informações dadas para avaliar probabilidades com identificação das possíveis maneiras de combinar elementos de uma coleção e contabilizá-las por meio de estratégias pessoais.

Para os Terceiro e Quarto Ciclos o contexto de preocupação revelado pelos PCNs é a demanda social no qual se insere a temática, embora pudesse ser incorporado aos ciclos anteriores. A finalidade é evidenciar sua importância, em função de seu uso atual na sociedade. Integram este bloco estudos relativos a noções de estatística e de probabilidade, além dos problemas de contagem que envolvem para o princípio multiplicativo. A pretensão não é apenas o desenvolvimento de um trabalho baseado na definição de termos ou de fórmulas envolvendo tais assuntos.



O ensino de conceitos da estatística tem como objetivo fazer com que o aluno construa procedimentos para coletar, organizar e comunicar dados com a utilização de tabelas, gráficos e representações. Além disso, calcular algumas medidas estatísticas como média mediana e moda com o objetivo de fornecer novos elementos para interpretar dados.

No que tange à probabilidade, a principal finalidade é a compreensão de que muitos dos acontecimentos do cotidiano são de natureza aleatória e que se pode identificar seus possíveis resultados e até estimar o grau da possibilidade acerca do resultado de um deles. Acrescem-se as noções de acaso e incerteza, que se manifestam intuitivamente e podem ser exploradas na escola, em situações em que o aluno realiza experimentos e observa eventos (em espaços equiprováveis).

Relativamente aos problemas de contagem, o objetivo é levar o aluno a lidar com situações que envolvam diferentes tipos de agrupamentos que possibilitem o desenvolvimento do raciocínio combinatório e a compreensão do princípio multiplicativo para sua aplicação no cálculo de probabilidades.

Os PCNs discutem as possibilidades de tratamento metodológico no processo de ensinar e aprender com o intento de que o processo educativo matemático contribua para a formação da cidadania. Portanto, combate o ensino de Matemática que se caracteriza como um filtro social no Ensino Fundamental. Sua proposição é:

A matemática pode dar sua contribuição à formação do cidadão ao desenvolver metodologias que enfatizem a construção de estratégias, a comprovação e justificativa de resultados, a criatividade, a iniciativa pessoal, o trabalho coletivo e a autonomia advinda da confiança na própria capacidade para enfrentar desafios (PCN, 1998, p. 27).

Para que estes temas sejam bem articulados com suas proposições metodológicas, os PCNs destacam que uma das habilidades requeridas ao professor é a de identificar a importância dos objetivos a serem alcançados. Nesse sentido, estabelecem que os objetivos do aprendizado da Matemática no Ensino Fundamental devem levar o aluno a:

1	Identificar os conhecimentos matemáticos como meios para compreender e transformar o mundo a sua volta;
2	Perceber que a disciplina estimula o interesse, a curiosidade, o espírito de investigação e o desenvolvimento da capacidade para resolver problemas;
3	Fazer observações de sua realidade em relação aos aspectos quantitativos e qualitativos, com o uso dos conteúdos matemáticos;
4	Resolver situações-problema adotando estratégias, desenvolvendo formas de raciocínio e processos como intuição, indução, dedução, analogia, estimativa;
5	Utilizar conceitos e procedimentos matemáticos, bem como recursos tecnológicos disponíveis, diante de uma situação-problema;
6	Apresentar resultados e sustentar argumentos por meio de linguagem oral e escrita;
7	Desenvolver a auto-estima e a perseverança na busca de soluções;
8	Interagir com os colegas de modo cooperativo, aprendendo a trabalhar em conjunto na busca de soluções.

**Figura 7** - Objetivo da matemática para o ensino fundamental (PCN, 1988)

**Fonte:** Revista Nova Escola, edição especial, PCN fáceis de entender.

Os Parâmetros Curriculares do Ensino Médio elencam três competências como metas a serem norteadoras durante a escolaridade do Ensino Médio, são elas:

- a) representação e comunicação que envolvem a leitura, a interpretação e a produção de textos nas diversas linguagens e formas textuais características dessa área do conhecimento;
- b) investigação e compreensão marcadas pela capacidade de enfrentamento e resolução de situações-problema, utilização dos conceitos e procedimentos peculiares do fazer e pensar das ciências;
- c) contextualização das ciências no âmbito sócio-cultural, na forma de análise crítica das idéias e dos recursos da área e das questões do mundo que podem ser transformadas por meio do pensar e do conhecimento científico.

Os PCNEM enfatizam que a escola tem como objetivo preparar o aluno para um aprendizado permanente e prepará-lo para a vida. Por isso, precisa refletir sobre o significado dessas competências para decidir sobre quais delas trabalhar, em que disciplinas e de que forma. Ou seja, é necessário compreender a proposta, aproximando-a das ações e das possibilidades características dos afazeres escolares. Eles também apontam e detalham o sentido dessas competências no

âmbito da Matemática e explicitam com exemplos o que se espera do aluno em cada uma delas. Além disso, os PCNEM fazem considerações sobre a importância da disciplina Matemática e estabelecem como objetivos para seu ensino:

1	Compreender os conceitos, procedimentos e estratégias matemáticas que permitam a ele desenvolver estudos posteriores e adquirir uma formação científica geral;
2	Aplicar seus conhecimentos matemáticos a situações diversas, utilizando-os na interpretação da ciência, na atividade tecnológica e nas atividades cotidianas;
3	Analisar e valorizar informações provenientes de diferentes fontes, utilizando ferramentas matemáticas para formar opinião própria que lhe permita expressar-se criticamente sobre problemas da Matemática, e outras áreas do conhecimento e da atualidade;
4	Desenvolver as capacidades de raciocínio e resolução de problemas, de comunicação, bem como o espírito crítico e criativo;
5	Utilizar, com confiança, procedimentos de resolução de problemas para desenvolver a compreensão dos conceitos matemáticos;
6	Expressar-se oral, escrita e graficamente em situações matemáticas e valorizar a precisão da linguagem e as demonstrações em Matemática;
7	Estabelecer conexões entre diferentes temas matemáticos e entre esses temas e o conhecimento de outras áreas do currículo;
8	Reconhecer representações equivalentes de um mesmo conceito, relacionando procedimentos associados às diferentes representações;
9	Promover a realização pessoal mediante o sentimento de segurança em relação às suas capacidades matemáticas, o desenvolvimento de atitudes de autonomia e cooperação.

**Figura 8** – Objetivo da matemática para o ensino médio  
**Fonte:** PCNEM (1999)

Para que esses objetivos sejam alcançados, a proposta metodológica e a resolução de problemas por requerer os atos de pensar e fazer que são mobilizados e desenvolvidos desde que os alunos se engajem para enfrentar os desafios, (PCNEM, p.112). Resolução de problemas significa a necessidade de planejar situações abertas de modo a levar o aluno a buscar e se apropriar das estratégias adequadas, não somente para

solucionar as questões escolares, mas também as do seu cotidiano. O documento reafirma:

Na resolução de problemas, o tratamento de situações complexas e diversificadas oferece ao aluno a oportunidade de pensar por si mesmo, construir estratégias de resolução e argumentações, relacionar diferentes conhecimentos e, enfim, perseverar na busca da solução. E, para isso, os desafios devem ser reais e fazer sentido.  
(PCNEM, p. 113)

Ele também estabelece três temas ou eixo estruturadores a serem abordados com o intuito de possibilitar o desenvolvimento das competências indicadas, por serem de relevância científica, cultural e pela articulação lógica das idéias e conteúdos matemáticos. São eles: Álgebra: números e funções, Geometria e medidas e Análise de dados.

### **Álgebra: números e funções**

Os objetos de estudo da Álgebra referem-se: aos números reais e, eventualmente, os números complexos; funções e equações de variáveis ou incógnitas reais. O eixo é composto por duas unidades temáticas, variação de grandezas e trigonometria, que tem como características linguagem com seus códigos (números e letras) e regras (as propriedades das operações) que formam os termos e as expressões que compõem as igualdades e desigualdades.

A unidade temática variação de grandezas é composta por: noção de função; funções analíticas e não-analíticas; representação e análise gráfica; seqüências numéricas (progressões e noção de infinito); variações exponenciais ou logarítmicas; funções seno, cosseno e tangente; taxa de variação de grandezas.

### **Geometria e medidas**

O tema ou eixo Geometria é apresentado pelos PCNs com a justificativa de que seus conceitos estão presentes nas formas naturais e são essenciais para a descrição, representação, medida e dimensionamento de muitos objetos e espaços na vida diária, como também nos sistemas produtivos e de serviços. Devem ser tratados as formas geométricas planas e tridimensionais a partir das suas representações em desenhos, planificações, modelos e objetos do mundo concreto. Quatro unidades temáticas constituem esse eixo: 1) geometria plana, com enfoque para semelhança e congruência;

representações de figuras; 2) geometria espacial que aborda elementos dos poliedros (classificação e representação), sólidos redondos, propriedades relativas à posição (intersecção, paralelismo e perpendicularismo), inscrição e circunscrição de sólidos; 3) geometria métrica que trata de áreas e volumes estimativos, valor exato e aproximado; 4) geometria analítica com especificidade conceitual que trata das representações no plano cartesiano e equações; intersecção e posições relativas de figuras.

### **Análise de dados**

O eixo Análise de dados tem como justificativa de sua inclusão no Ensino Médio por estar vinculado a problemas sociais e econômicos, exemplificados com a aplicação da estatística relacionada à saúde, populações, transportes, orçamentos e questões de mercado. Tem como objetos de estudo os conjuntos finitos de dados (numéricos ou informações qualitativas) com a alegação que dão origem a procedimentos distintos daqueles adotados nos demais temas, no modo de proceder as quantificações por adotar processos de contagem combinatórios, frequências e medidas estatísticas e probabilidades. Este eixo é organizado em três unidades temáticas: 1) Estatística que envolve os conceitos de descrição de dados; representações gráficas; análise de dados (médias, moda e mediana, variância e desvio padrão); 2) Contagem trata do princípio multiplicativo, problemas de contagem 3) Probabilidade que se refere aos conceitos de possibilidades e cálculo de probabilidades.

Os PCNEM propõem uma organização dos temas ou eixos e suas respectivas unidades nas três séries, conforme figura 9. A referida organização é introduzida com uma discussão defensora de que na primeira série os temas sejam tratados numa visão contextualizada a partir do entorno das informações que cercam os alunos, colocando-os em contato com as primeiras idéias e procedimentos básicos para ler e interpretar situações simples. Para a segunda série, é proposto que ocorra uma mudança significativa com ênfase na dimensão científica dos conceitos, com suas formas características de pensar e modelar fatos e fenômenos. Para a terceira série, é estabelecida a ampliação dos aprendizados das séries anteriores com maior abrangência dos temas de modo a propiciar que aluno observe e utilize um grande número de informações e procedimentos. Com isso, aprofunde a compreensão sobre o significado

de pensar matematicamente e utilize os conhecimentos adquiridos na análise e intervenção da realidade.

1ª série	2ª série	3ª série
1. Noção de função; funções analíticas e não-analíticas; análise gráfica; seqüências numéricas; função exponencial ou logarítmica. 1. Trigonometria do triângulo retângulo.	1. Funções seno, cosseno e tangente. 1. Trigonometria do triângulo qualquer e da primeira volta.	1. Taxas de variação de grandezas.
2. Geometria plana: semelhança e congruência; representações de figuras.	2. Geometria espacial: poliedros; sólidos redondos; propriedades relativas à posição; inscrição e circunscrição de sólidos. 2. Métrica: áreas e volumes; estimativas.	2. Geometria analítica: representações no plano cartesiano e equações; intersecção e posições relativas de figuras.
3. Estatística: descrição de dados; representações gráficas.	3. Estatística: análise de dados. 3. Contagem.	3. Probabilidade.

**Figura 9** - Organização dos temas ou eixos para o ensino médio

**Fonte:** PCNEM (1999, p.128)

Nesse sentido, vale dizer que os PCNs propõem, mesmo no Ensino Médio, que os conteúdos de ensino da Matemática sejam tratados metodologicamente, inicialmente (primeira série) tendo como referência as situações próximas da vivência dos alunos ou de seus conceitos cotidianos. Nas séries subseqüentes, o enfoque atende aos princípios e características dos conceitos em sua versão científica, isto é, com evidência para a lógica produzida historicamente no processo de sistematização acadêmico-científica do conhecimento matemático. Entretanto, esse nível de cientificidade requerida ao aprendizado da Matemática por si só não tem razão de ser, pois o entendimento revelado é de que o real significado conceitual está na sua vinculação com a leitura dos fenômenos naturais e sociais, traduzidas na possibilidade de leitura e interpretação via modelação.

Dessa forma, os PCNs opõem-se à visão essencialmente cumulativa, seqüencial e linear das teorias da produção do conhecimento. Ao mesmo tempo, os PCNs são cautelosos, o que pressupomos ser uma forma de evitar as críticas galgadas em afirmações de que, hodiernamente, há proposições educativas em que, no lugar de construir, desestabilizam ou rompem com empreendimentos anteriores.

Assim, a leitura dos referidos documentos identifica uma confluência de duas

possibilidades de proposições pedagógicas para o ensino da Matemática: a visão cumulativa, que marcou historicamente o ensino da Matemática no Brasil e a proposição por temas, indicada por vários educadores mais recentemente.

A abordagem temática se apresenta com a justificativa de que o ensino deve visar a continuidades e rupturas durante a formação dos alunos. Ela opõe-se ao tradicional paradigma curricular cujo princípio estruturante é a abordagem conceitual, que organiza os conteúdos programáticos com base somente em conceitos científicos.

Porém, a abordagem sugerida pelos PCNs define o ‘tema’ no âmbito da própria Matemática - Álgebra: números e funções, Geometria e medidas e Análise de dados – e não aqueles surgidos na cotidianidade social dos alunos. Estes são referências didáticas para aprendizagem daqueles ou para serem modelados. Portanto, o documento do Ministério da Educação não negligencia a importância da conceitualização científica no processo educativo. Mais que isso, ele propõe que a integração das diversas áreas do conhecimento seja um dos critérios para a seleção dos conteúdos programáticos por parte dos professores. Com isso, diminuem-se as dificuldades em estabelecer critérios de inclusão ou exclusão de conhecimentos científicos produzidos, que são cada vez mais volumosos e relevantes.

A proposta dos PCNs se distancia daquela defendida por Delizoicov *et al.* (2002, p.75) ao afirmarem que os conceitos científicos seriam os pontos de chegada quer da estruturação dos conteúdos, quer da aprendizagem dos alunos. O ponto de partida seriam os temas e as situações significativas que originam, de um lado, a seleção e organização de conteúdos a serem articulados com a estrutura do conhecimento e, de outro, o início de um processo dialógico e problematizador.

A opção pela abordagem temática permite uma organização articulada de diferentes conceitos, procedimentos, atitudes e valores que, inter-relacionados de forma efetiva ao dia-a-dia, conferem ao ensino de Matemática uma perspectiva interdisciplinar, pois abrangem conhecimentos físicos, químicos, biológicos, sociais, culturais, tecnológicos e ambientais.

Nesse sentido, vale recorrer a D’Ambrósio (1986, p. 43) e seu destaque para as mudanças ocorridas na sociedade que afetam diretamente o sistema escolar. A oportunidade dada hoje à população para a escolarização conduz à esperança de empregos e de melhores condições de vida. Tudo isso se reflete de maneira natural e profunda no ensino das Ciências e da Matemática que, muitas vezes, ocasionam a reformulação de teorias que regem o ensino e provocam o aparecimento de tendências

muitas vezes radicalmente diferentes das orientações anteriores que não são consideradas por tentarem romper com concepções utilitaristas de aprendizagem.

Entretanto, o continuísmo – e a quase inalterabilidade – não ocorre somente no processo didático escolar, pois segundo Bicudo e Garnica (2001, p. 38) a prática científica matemática é tendencialmente conservadora e que a prática pedagógica da Matemática – objeto central da Educação Matemática – busca a direção oposta em relação ao conservadorismo. A prática pedagógica da Matemática, para os autores, tem como característica um pensar reflexivo, sistemático e crítico sobre o contexto sociocultural no qual ocorrem de fato as situações de ensino-aprendizagem.

Em conformidade com essa linha paradigmática, Campos (1994, p. 3) acentua que:

O ensino da Matemática não interessa apenas aos matemáticos ou aos futuros matemáticos, mas a todos. A interpretação de gráficos, a análise de relações, a mensuração, a modelagem de fenômenos são técnicas comuns da Matemática utilizadas nos mais diversos contextos. Ressalta ainda a importância da Matemática como instrumento de análise e previsão, instrumento necessário nas atividades cotidianas dos alunos, como exemplo a utilização de porcentagem, de proporções e de frações em várias situações vividas por eles.

Para Bassanezi (2002, p. 15), trabalhar a Matemática de modo comprometido com a realidade do ser humano na sociedade seria menos alienante, pois levaria a relacionar instrumentos matemáticos com outras áreas do conhecimento. Ele enfatiza que é também por meio dessa capacidade de estabelecer relações entre os campos da Matemática e outros que se evita reproduzir modos de pensar estanques, fracionados.

A leitura inicial dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) proporcionou elementos interpretativos que indicam seu posicionamento ao contemplar duas abordagens de ensino de Matemática: a cumulativa, de forma enfática; e a temática, tangencialmente. Quando trata da primeira, o referido documento dá indicativos minuciosos tanto da seqüência dos conteúdos quanto do enfoque metodológico. As sugestões enfatizam articulações internas à própria Matemática, isto é, apontam para as idéias conceituais e resolução de problemas convencionais.

Ao propor a abordagem temática, sua ênfase está muito mais situada na necessidade de fazer a inter-relação com outros temas internos à Matemática e com os temas transversais – ética, orientação sexual, meio ambiente, saúde e pluralidade cultural – bem como especificam a cidadania. Superficialmente, é conclamado como imperativo que os temas sejam flexíveis, para abrigar a curiosidade e as dúvidas dos educandos,



além de proporcionar a sistematização de diferentes conteúdos, conforme as características, níveis cognitivos, necessidades da escola e da sociedade.

Os Temas Transversais (TTs)<sup>13</sup>, conforme os PCNs (1998, p. 64), são assim conceituados:

- a) urgência social que indica a preocupação de eleger como temas transversais questões cuja gravidade se apresenta como obstáculo à concretização da plenitude da cidadania, afrontando a dignidade das pessoas e reduzindo sua qualidade de vida;
- b) abrangência nacional, por ser um parâmetro nacional, a eleição dos temas buscou contemplar questões que, em maior ou menor medida, e mesmo de formas diversas, fossem pertinentes a todo o país. Isso não exclui a possibilidade e a necessidade de que as redes estaduais e municipais e mesmo as escolas acrescentem outros temas relevantes à sua realidade;
- c) possibilidade de ensino e aprendizagem no ensino fundamental norteado pelo alcance da aprendizagem na etapa da escolaridade. A experiência pedagógica brasileira, ainda que de modo não uniforme, indica essa possibilidade, em especial no que se refere à Educação para a Saúde, Educação Ambiental e Orientação Sexual, já desenvolvida em muitas escolas;
- d) favorecer a compreensão da realidade e a participação social com a finalidade última dos temas transversais de expressar o critério de que os alunos possam desenvolver a capacidade de se posicionar diante das questões que interferem na vida coletiva, superar a indiferença e intervir de forma responsável.

Assim, os temas eleitos, em seu conjunto, devem possibilitar uma visão ampla e consistente da realidade brasileira e uma inserção cidadã no mundo, além de desenvolver um trabalho educativo que possibilite uma participação social dos alunos.

Diante disso, os Parâmetros Curriculares Nacionais orientam que se integrem os temas no currículo por meio do que se chama de transversalidade. A pretensão é de que esses temas integrem as áreas convencionais de forma a permearem as diversas áreas do saber, sobretudo na Educação Matemática e na Educação Ambiental.

A incorporação dos temas transversais na proposta curricular é uma manifestação que reflete a preocupação de ir além dos conteúdos tradicionais. Esses temas focalizam

---

<sup>13</sup> O conjunto de temas aqui proposto – ética, meio ambiente, pluralidade cultural, saúde, orientação sexual, trabalho e consumo – recebeu o título geral de “Temas Transversais”, indicando a metodologia proposta para sua inclusão no currículo e seu tratamento didático.

justamente as questões maiores para uma sociedade mais justa e que colaborem para eliminar a desigualdade discriminatória, promovendo a democracia e a cidadania.

A questão de cidadania é um marco com evidência nos PCNs tanto que se constitui no primeiro objetivo para o Ensino Fundamental em que também explicita a sua definição como sendo “participação social e política, assim como exercício de direitos e deveres políticos, civis e sociais, adotando, no dia-a-dia, atitudes de solidariedade, cooperação e repúdio às injustiças, respeitando o outro e exigindo para si o mesmo respeito.” (p.07)

Tal concepção diferencia-se daquela defendida por D’Ambrosio (1997, p. 121) ao afirmar que cidadania tem tudo a ver com lidar com situações novas. E o grande desafio está em tomar decisões, o que exige criatividade. Como a Matemática está ligada à criatividade, ela é instrumento fundamental para a tomada de decisões e para o modo de compreender e estar no mundo.

Brügger (2004, p.91) contribui como forma de alerta frente às novas proposições educativas ao dizer que:

É indiscutível, portanto, que ao procurarmos construir novas concepções de mundo, deveremos buscar novas formas de expressão também. Só assim será possível uma genuína transformação tanto na natureza externa quanto na nossa natureza interna, o que, em última instância, se constitui no que chama de “meio ambiente”, o resultado das relações sociedade-natureza. É preciso que compreendamos finalmente, que esse esforço vai muito além de estabelecer um novo conjunto de ferramentas para lidar com as nossas reflexões acadêmicas sobre o meio ambiente ou outro “tema” qualquer. Trata-se de construir uma nova percepção sobre o próprio mundo e sobre a própria vida.

As concepções de D’Ambrósio e Brügger são anunciadoras de que a Educação Matemática, numa abordagem temática com vistas à construção de seres humanos cidadãos e uma sociedade alicerçada em princípios éticos e relações igualitárias, não é apenas uma questão de técnica de ensino. Em vez disso, é movida por desafios imensos e pela necessidade de mudança de paradigma.

Nesse contexto, por exemplo, é que os conteúdos abordados nas aulas de Matemática trazem significado e sentido para a formação de uma nova consciência sobre as questões ambientais que caracterizarão a Educação Ambiental. Portanto, subjacente a esse novo paradigma está à possibilidade de estabelecimento de um diálogo uníssono que permite aprendizagem de conceitos matemáticos articulada às questões de construção de uma sociedade que tenha como princípio a vida de qualidade sem distinção ou relações indiscriminadas de poder entre os homens e destes sobre o seu ambiente natural. Assim sendo, Educação Matemática e Educação Ambiental se

fundem, sem perder suas características e área de inquérito, para a construção de subjetividades humanas transformadoras do mundo do consumo que tem levado a degradação do ambiente.

Os PCNs trazem orientações com o objetivo de ajudar professores e alunos a se integrarem e se tornarem agentes transformadores dessa máquina chamada produção globalizadora. Porém, sua proposta é dicotômica ao incluir a Educação Ambiental como tema transversal. Mesmo assim, exige uma tomada de posição diante de um problema fundamental e urgente da vida social, o que requer reflexão sobre o ensino e a aprendizagem de seus conteúdos, valores, procedimentos e concepções a ele relacionados.

Contudo, o referido documento não tem o mesmo entendimento do projeto educativo e social proposto por Freire (1988, p. 48), para quem “a educação libertadora é incompatível com uma pedagogia que, de maneira consciente ou mistificada, tem sido prática de dominação”. A prática da liberdade só encontrará adequada expressão numa pedagogia em que o oprimido tenha condições de, reflexivamente, descobrir-se e conquistar-se como sujeito de sua própria destinação histórica.

Nos PCNs, está a crença de um diálogo entre o modelo da ciência, as teorias de aprendizagem e as atividades pedagógicas desenvolvidas. Em sua formulação teórica traz a idéia de que o processo educacional envolve um sistema de valores que influencia não somente o processo de construção do conhecimento, mas também a maneira de ser, de fazer e de viver/conviver. Da mesma forma, implicitamente está o entendimento de que a prática do professor é marcada por modelos de educação e de escola fundamentados em determinadas teorias do conhecimento e da aprendizagem.

Ao mesmo tempo, os PCNs revelam que a educação é influenciada pelo paradigma da ciência, cujo modelo explica a relação do homem com a natureza e a própria vida, esclarece a maneira de apreendemos e compreendemos o mundo e mostra que o indivíduo ensina e constrói o conhecimento a partir de como ele compreende a realização desses processos.

Chama a atenção, no entanto, que os PCNs não esclareçam que uma ciência do passado produz uma escola morta, dissociada da realidade, do mundo e da vida. Uma educação sem vida produz seres incompetentes, incapazes de pensar, de construir e reconstruir conhecimento. A escola morta movida por uma educação de validade vencida forma indivíduos sem condições de se auto-conhecerem como fonte criadora e

gestora de sua própria vida, como autores de sua própria história e responsáveis pela sua trajetória de vida.

Os PCNs também não permitem a reflexão de que os educadores são profissionais e, como tal, precisam conhecer a fundo seu ofício e sua realidade social. Embora quase todos percebam que o mundo ao redor está se transformando de forma bastante acelerada, entretanto, a maioria dos professores ainda continua privilegiando a velha maneira com que foram ensinados, reforçando o velho ensino, afastando o aprendiz do seu próprio processo de construção do conhecimento, conservando, assim, o modelo de sociedade vigente.

As implicações do novo paradigma na formação dos professores para uma sociedade do conhecimento precisam ser cuidadosamente observadas no sentido de possibilitar um novo redimensionamento de seu papel. A formação dos professores, de acordo com esse novo referencial, pressupõe continuidade, visão de processo, em vez de produto completamente acabado e pronto. É algo em permanente “vir a ser” que se concretiza no processo de ação e reflexão, desenvolvido pelo professor. Portanto, uma superação necessária é o papel do professor exclusivamente como transmissor de conhecimentos, para que se assuma uma nova ação reflexiva e criativa. Assim, também, há que se repensar o papel da escola como prestadora de serviço da coletividade, especialmente no sentido de atuar e criar condições para o exercício da cidadania.

As proposições dos PCNs, na forma como o documento se refere à Matemática, foram estruturadas dividindo-se basicamente em duas partes. A primeira traz a explicitação sobre o entendimento do lugar ocupado pela Matemática no currículo escolar, com orientações de cunho epistemológico, pedagógico e psicológico. O documento aponta as possíveis inter-relações do processo pedagógico e da própria Matemática com outras áreas do conhecimento e acena para uma abordagem por temas. A segunda enfatiza os aspectos didático-metodológicos dos conteúdos matemáticos. Nessa parte, observa-se que os propositores não conseguem elaborar sugestões que efetivamente articulem a Matemática com outras áreas do conhecimento. Como já se disse quanto a esse direcionamento, a abordagem é a cumulativa, seqüencial, com indícios ainda frágeis da idéia de “temas”.

### **5.3 A Análise com Base nas Categorias**

Nas subseções a seguir, serão apresentadas as análises produzidas tendo por base as

categorias adotadas: concepção de Matemática, característica curricular cumulativa, característica curricular temática, inter-relação entre Educação Matemática e Educação Ambiental.

### 5.3.1 Concepção de Conhecimento Matemático

Segundo Ernest (1998, p. 14), uma das principais mudanças que ocorreram acerca da concepção do conhecimento é a distinção entre os conhecimentos explícito e tácito. O autor adota como ponto de partida as classificações dicotômicas do conhecimento apontadas na literatura: *conhecimento proposicional*, *conhecimento prático*, *conhecer o quê*, *conhecer como*, *entendimento conceitual*, *entendimento procedimental*, *entendimento relacional*, *entendimento instrumental*, dentre outras. Em tais definições, o primeiro termo de cada par correspondendo ao conhecimento explícito e o segundo ao conhecimento tácito.

Ernest (1998, p. 18) afirma que tanto o conhecimento matemático quanto a aprendizagem matemática podem ser mais bem compreendidos por intermédio de um modelo multidimensional cujos componentes são: de natureza tácita ou de natureza explícita. Nos componentes tácitos, incluem-se os usos da linguagem e o simbolismo, métodos, estratégias, procedimentos e valores matemáticos, dentre outros. Embora seu modelo não contemple, por exemplo, processos psicológico-cognitivos envolvidos na aprendizagem matemática, ainda assim pode-se considerá-lo um bom fator de aproximação com o conhecimento matemático que se espera atualmente que os alunos aprendam.

Na leitura dos PCNs (1998, p. 23), no que se refere à Matemática a ser trabalhada no Ensino Fundamental, enfatizam-se as categorias do conhecimento matemático, conceitos, procedimentos, atitudes e objetivos para o ensino da disciplina, tendo como embasamento o modelo do conhecimento matemático de Ernest (segundo as dimensões tácitas e explícitas).<sup>14</sup> Nesse sentido, é possível dizer que os objetivos propostos no documento oficial para o Ensino Fundamental traduzem um conhecimento matemático de natureza mais tácita do que explícita (essa interpretação pode ser, também, estendida

---

<sup>14</sup> Para Ernest, o conhecimento matemático explícito é aquele que pode ser adquirido por meio da linguagem ou de demonstrações, como, por exemplo, o teorema de Pitágoras. Já o conhecimento matemático tácito é aquele adquirido por meio da ação ou da experiência e que não pode ser totalmente explicitado. No componente principalmente explícito, Ernest inclui, por exemplo, afirmações, raciocínios e provas matemáticas (tanto as formais quanto as informais).

aos PCNs para o Ensino Médio). Isso traz à tona uma questão curricular bastante delicada, uma vez que a prática, tradicionalmente, tem tratado o conhecimento matemático ensinado pelo professor como sendo essencialmente explícito e o conhecimento matemático aprendido pelos alunos como sendo passível de explicitação. Ora, se, por um lado, as atuais propostas curriculares para o ensino da disciplina valorizam a aprendizagem, pelos alunos, de um conhecimento matemático tácito, por outro lado, elas não têm oferecido aos profissionais da área os subsídios necessários para lidar com processos dessa natureza. Ainda, segundo os Parâmetros Curriculares do Ensino Médio (1997, p. 34).

[...] aprender Matemática no Ensino Médio deve ser mais do que memorizar resultados dessa ciência e que a aquisição do conhecimento matemático deve estar vinculada ao domínio de um saber fazer matemática e de um saber pensar matemático. Esse domínio passa por um processo lento, trabalhoso, cujo começo deve ser uma prolongada atividade sobre resolução de problemas de diversos tipos, com o objetivo de elaborar conjecturas, de estimular a busca de regularidades, a generalização de padrões, a capacidade de argumentação, elementos fundamentais para o processo de formalização do conhecimento matemático.

Contudo, nesse documento é possível identificar com clareza a preocupação em equilibrar o ensino-aprendizagem da disciplina, por meio do pensar matemático, do fazer Matemática e das práticas cotidianas.

### 5.3.2 Característica Curricular Cumulativa

Os PCNs intensificam a valorização das disciplinas ao afirmarem que a escolha dos conteúdos a serem trabalhados em cada uma delas deve partir das próprias disciplinas que compõem cada área do conhecimento. Nesse caso, ainda que as disciplinas sejam organizadas por áreas e os conteúdos selecionados de acordo com suas especificidades, essa seleção desconsidera a possibilidade ou não de um trabalho interdisciplinar.

De acordo com a proposição dos PCNs, a interligação das áreas deve ocorrer por meio dos temas transversais, contudo, em momento algum o documento assume os temas transversais como fator crucial no processo de articulação dos conhecimentos. O texto não deixa clara a maneira como deve ocorrer essa integração das áreas. O documento norteador do fazer pedagógico continua contribuindo para que os conteúdos sejam abordados de forma compartimentada. Para Lopes (2001, p. 3):

[...] Na área de ciências da natureza, matemática e suas tecnologias, há muita diferença entre os contextos apresentados para os diferentes

conhecimentos disciplinares. O contexto que efetivamente é apresentado como comum a todas as disciplinas é o do mundo produtivo e das exigências do mercado de trabalho.

A concepção de contextualização visando a um mundo produtivo acaba contribuindo para que seja mantida a compartimentalização do conhecimento específico, não propiciando que aconteça a efetiva integração entre os saberes específicos. A falta de articulação entre os saberes fica evidenciada quando apresentados os contextos propostos para cada disciplina da área de Matemática.

No que se refere, ainda, particularmente à Matemática das séries iniciais, há excessiva ênfase nos conteúdos. Embora o currículo, como estratégia da ação educativa, contemple objetivos, conteúdos e métodos, todos numa ligação muito forte, somente os conteúdos parecem ser considerados nas elaborações curriculares. Uma organização curricular que responda a essas novas direções em aprendizagem deve se libertar do caráter conteudista e adotar um conceito dinâmico de currículo.

É importante destacar, no entanto, que as dificuldades da educação brasileira não estão na falta de idéias, nem de projetos, muito menos de realização. Há competência e vontade de acertar. O problema básico é a falta de uma decisão política para se ter coragem de inovar e dar atenção às experiências positivas que se fez e se continua fazendo no país. Propostas ministeriais que se apresentam como "idéias salvadoras" da educação brasileira correm o risco de se tornarem equivocadas quando operacionalizadas. Além disso, propostas de âmbito nacional exigem muito tempo e cuidado em sua concretização.

### 5.3.3 Característica Curricular Temática

Não há dúvida de que os PCNs defendem uma visão construtivista para o conhecimento. Segundo os autores Solé e Coll:

A aprendizagem contribui para o desenvolvimento na medida em que aprender não é copiar ou reproduzir a realidade. Para a concepção construtivista, aprendemos quando somos capazes de elaborar uma representação pessoal sobre um objeto da realidade ou conteúdo que pretendemos aprender. (...) Quando ocorre este processo, dizemos que estamos aprendendo significativamente, construindo um significado próprio e pessoal para um objeto de conhecimento que existe objetivamente (SOLÉ e COLL, 1998, 19-20).

No entanto, à proporção que sua análise é realizada, parecem tornar-se cada vez mais distantes as possibilidades de se obterem articulações com outras áreas. Observa-

se que, implícita e inadvertidamente, o documento acaba sugerindo que os conteúdos matemáticos sejam abordados e explicitados como uma receita que, seguida passo a passo, remete às leis científicas.

Os Parâmetros Curriculares apresentam aos professores uma visão ingênua de ciência, o que acaba por reforçar a ênfase na visão empírico-indutivista predominante no ensino. A posição ambígua do documento em relação à noção de conhecimento e de ciência preocupa pelo simples fato de que a visão positivista ainda prevalece nas diversas áreas do saber.

A falta de posicionamento do documento em relação às concepções epistemológicas de ciência induz os docentes a compreenderem que só se faz ciência a partir da descoberta dos fenômenos, seguindo a velha tradição baconiana. Provavelmente, assumir apenas uma postura epistemológica não é tão rico para o trabalho do professor, mas combater a visão empírico-indutivista – ponto de consenso entre os autores contemporâneos – é, sim, tarefa de uma reforma curricular como proposta pelos PCNs.

A Matemática pode se constituir em um importante instrumento no exercício da cidadania, não somente por permitir a leitura crítica do real, como também por desenvolver no educando formas de pensar úteis para a captação das possibilidades de transformação desse real. Por outro lado, ela pode constituir-se num obstáculo para essa cidadania, caso seja direcionada no sentido esboçado anteriormente. Revelam-se, assim, dois lados de uma mesma moeda: a Matemática como um auxílio na libertação do sujeito e a Matemática atuando como um filtro social, obstaculizando o exercício da cidadania ativa, colaborando com a construção de um cidadão passivo, à mercê da própria sorte.

Tem-se observado que a Matemática desenvolvida em algumas escolas ainda se apóia em tais concepções, colaborando, assim, com a chamada cidadania passiva. Seu ensino volta-se totalmente à memorização, ao manuseio de fórmulas e algoritmos, desvinculados do cotidiano do aluno. Nega-se a compreensão dos conceitos e o desenvolvimento de competências que poderiam auxiliar o educando na análise crítica da sociedade da qual faz parte e aumentar sua capacidade de intervir nessa sociedade, intervenção responsável e solidária, exercendo assim a chamada cidadania ativa. Os PCNs corroboram essa visão ao destacarem que:

É cada vez mais freqüente a necessidade de se compreenderem as informações veiculadas, especialmente pelos meios de comunicação, para tomar decisões e fazer previsões que terão influência não apenas na vida



pessoal, como na de toda a comunidade. Estar alfabetizado, neste final de século, supõe saber ler e interpretar dados apresentados de maneira organizada e construir representações, para formular e resolver problemas que impliquem o recolhimento de dados e a análise de informações (PCN: Matemática, 1997 p. 84).

É seguindo essa linha de raciocínio que se sugere ao educador ambiental que vivencie sua *práxis* e atue como catalisador de processos educativos construtores e reconstrutores, num processo de ação e reflexão, do conhecimento sobre a realidade com os sujeitos envolvidos no processo; respeite a pluralidade e diversidade cultural, para prevenção e solução dos problemas e conflitos ambientais; articule os diferentes saberes e fazeres matemáticos; proporcionem a compreensão da problemática ambiental em toda a sua complexidade, tomando, como ponto de partida, os problemas locais.

Esse direcionamento encontra respaldo legal na Constituição Brasileira de 1988, que incorporou em seu texto a Educação Ambiental, especificamente em seu Art. 225, ressaltando a qualidade de vida como integrante da própria cidadania. Também é respaldado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, que apresentam a questão ambiental como um dos temas transversais do currículo do Ensino Fundamental, porém a sua efetivação no cotidiano escolar ainda deixa muito a desejar e, em muitos casos, tem se limitado a ações isoladas e/ou a entendimentos parciais sobre a questão ambiental, orientados por uma visão excessivamente voltada à Biologia, dentro de uma vertente ecológico-preservacionista restrita a eventos comemorativos (dia da árvore, dia do meio ambiente) ou ainda limitada à realização de algumas atividades práticas, denominadas extra-curriculares, eventuais (como a campanha do lixo, a coleta para reciclagem, as caminhadas ecológicas, as visitas, o plantio de hortas etc.), sem a contextualização necessária e sem a internalização efetiva sobre o real entendimento da problemática ambiental no cotidiano das comunidades escolares.

Os PCNs recomendam que o processo educativo rompa com o adestramento e a simples transmissão de conhecimentos, destacando que cada professor, dentro da especificidade de sua área, deve adequar o tratamento dos conteúdos para contemplar o tema Meio Ambiente, assim como os demais temas transversais. Para Brügger (2004, p. 170),

No que tange à educação ambiental crítica, feliz será o dia em que perguntas do tipo “O que você tem feito em educação ambiental?” não mais forem formuladas ou mesmo pensadas. Se não for possível entender que “educação ambiental” é o que deveríamos estar fazendo sempre em nossa vida cotidiana, como educadores que somos, seja qual área de ensino for, é porque a educação está morta. Mas será possível dizer: viva a educação?

Compactua-se com a perspectiva apontada por Brügger (2004) e compreende-se a Educação Ambiental orientada pela vertente sócio-ambiental, o que significa que os currículos requerem uma dinâmica pedagógica metodológica interdisciplinar, crítica e prospectiva, tendo em vista a formação de sujeitos eticamente responsáveis para com o ambiente e para com uma Educação Matemática transformadora.

#### **5.4 Análise com Base a Elaboração dos PCNs**

O processo de elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais, não foi desde a sua origem, um processo democrático e participativo. Admitindo-se, entretanto que se deve ter um documento norteador para a educação a nível nacional, portanto, a tarefa de estabelecê-lo não pode ser relegada a um grupo limitado e restrito de especialistas em currículo de forma generalista, quer seja especialistas no ensino de disciplinas específicas.

Em uma sociedade dividida por classe, gênero, raça, entre outras dimensões, o campo do currículo é obviamente um campo de contestação, de conflito e discordância. Dadas essas especificações, conhecimento e saber, e portanto currículo, estão estreitamente vinculados a estruturas de poder e dominação. Contrapondo o que está explicitado nos pressupostos do documento introdutório dos PCNs e ao processo que resultou em sua elaboração, não se acredita que haja alguma esfera neutra e consensual a partir da qual se possa estabelecer um currículo uniforme, porém deve haver um consenso sobre quais valores e conhecimentos merecem ser inclusos ou não nesse documento norteador da educação brasileira.

No entanto, o processo que levou à elaboração dos PCNs, além de excluir, privilegiando um número reduzido de consultores, mesmo na restrita comunidade educacional que o Ministério da Educação decidiu ouvir, há muito mais discordâncias e diversidade do que aquelas que estão disposta na elaboração política curricular ora analisada.

Uns dos segmentos que não houve participação foram os docentes que atuam no Ensino fundamental e Médio, por isso, nos parece importante indagar, apesar da voz silenciosa do documento ou precisamente em virtude dele, de que maneira o estabelecimento de parâmetros curriculares nacionais se vincula a uma política social e educacional centrada em critérios economistas, efficientistas e produtivistas. Existe, uma

política social, dirigida precisamente aos interesses do grande capital e pouco preocupada com a qualidade de vida e o destino da maioria da população destituída.

Desta forma, está em curso uma política educacional não aos objetivos de renovar e aprimorar o sistema público de ensino, mas, gradativamente submetê-lo a mecanismos de mercado e à privatização do mesmo.

Norteando-se junto à experiência de outros países, parece que a implantação de um currículo nacional é essencial para estabelecer uma política educacional baseada na concepção neoliberal de educação e sociedade.

## 6 O ENSINO COMO É REALIZADO ATUALMENTE FRENTE Á PROPOSTA DOS PCNS

Ao iniciar-se esse capítulo é importante enfatizar-se que a base empírica do presente estudo fundamentou-se no método de Análise de Conteúdo, entendido como um conjunto de instrumentos metodológicos que se aplicam a discursos diversificados.

### 6.1 Perfil dos Professores Entrevistados

A trajetória metodológica desse estudo de caso foi além da análise de documentos oficiais que norteiam a educação em nosso país, como se referendou no início desse capítulo, procurou-se também, coletar opinião de um grupo de professores que atuam em uma determinada escola da rede pública estadual da cidade de Criciúma - SC. Assim, participaram dessa pesquisa quatro professores de Matemática do Ensino Fundamental e Médio. O presente trabalho contou com a participação apenas de professores que compõem o quadro próprio do magistério e que estavam disponíveis para participar das entrevistas. Deste modo, o número de depoentes não foi previamente determinado.

Do total de professores entrevistados, dois possuem mais de vinte e cinco anos de experiência no magistério atuando com o ensino de Matemática, uma professora conta com mais de dez anos de atuação e outra com mais de cinco anos de exercício no magistério. Todos os educadores envolvidos na pesquisa cursaram licenciatura em Ciências com habilitação Plena em Matemática, sendo que apenas uma possui curso em nível de especialização no Ensino da Matemática. Quanto à jornada de trabalho, duas profissionais possuem quarenta horas semanais, uma possui vinte horas e outra, sessenta horas semanais. No quadro a seguir reuniram-se as características dos professores entrevistados com o objetivo de facilitar a compreensão acerca de suas trajetórias profissionais.

<b>Entrevistados</b>	<b>Sexo</b>	<b>Experiência no Magistério</b>	<b>Experiência profissional no Ensino de Matemática</b>	<b>Grau de Formação</b>
E-1	F	26 anos	15 anos	Licenciatura Plena em Ciências com hab. em Matemática

E-2	F	25 anos	20 anos	Licenciatura Plena em Ciências com hab. em Matemática
E-3	F	15 anos	10 anos	Licenciatura Plena em Ciências com hab. em Matemática. Esp. Ensino Matemática
E-4	F	06 anos	06anos	Licenciatura Plena em Ciências com hab. Em Matemática.

**Quadro 3** - Perfil dos professores entrevistados

**Fonte:** Elaborado pela autora

Várias pesquisas, dentre elas as de Baraldi (2003), Martins (2003); Fonseca (2005), no estudo das experiências com professores, visando a encontrar eventuais peculiaridades em suas docências. Tais pesquisas revelam princípios para refletir sobre o atual ensino e para a formação de professores com vistas a uma docência mais eficaz para a conscientização do indivíduo discente.

Contudo, os detalhes da história pessoal do narrador apenas interessam na medida em que revelam aspectos úteis à informação temática central, o que confere maior atuação do entrevistador como mediador do trabalho.

A entrevista permitiu uma aproximação mais fidedigna com o objeto deste estudo, ou seja, possibilitou conhecer melhor a experiência de professores de Matemática em relação à Educação Ambiental desde sua formação até sua atual prática pedagógica. A utilização de questionários, os quais se configuraram como peça fundamental para aquisição dos detalhes procurados.

## 6.2 Análise e Tratamento dos Dados

Desenvolveu-se a análise dos dados, após a transcrição das entrevistas, de acordo com os pressupostos teóricos e metodológicos da Análise de Conteúdo de Bardin (1977). Tal método baseia-se na junção de um grupo de técnicas de análises dos relatos, no qual são utilizados procedimentos sistemáticos e objetivos sobre o conteúdo das

mensagens, como indicadores que possibilitam a verificação de informações referentes às condições de produção e recepção de tais mensagens. Utiliza-se não somente da palavra, como também dos conteúdos que estão implícitos, buscando a compreensão total das comunicações.

A análise de conteúdo pretende superar as dúvidas e enaltecer a compreensão de um texto, por meio de regras para a fragmentação do mesmo. Tais regras determinantes de categorias devem ser homogêneas, exaustivas, exclusivas, objetivas, adequadas ou pertinentes.

Para satisfazer às regras de homogeneidade, os documentos devem obedecer a critérios precisos de escolha e não apresentar demasiada singularidade fora destes critérios.

No que se refere à regra da exaustividade, não se pode deixar de fora qualquer um dos elementos por esta ou por aquela razão (dificuldade de acesso, impressão de não-interesse), que não possa ser justificável no plano do rigor.

As regras exclusivas determinam que um mesmo elemento do conteúdo, não pode ser classificado aleatoriamente em duas categorias diferentes.

A última regra diz respeito à pertinência dos documentos, os quais devem ser adequados, enquanto fonte de informação, de modo a corresponderem ao objetivo que suscita a análise, isto é, adaptados ao conteúdo e ao objetivo.

Trata-se ainda de uma abordagem qualitativa em que a categorização, a descrição e a interpretação são etapas essenciais dessa metodologia.

Neste trabalho, a análise temática ou análise categorial foi utilizada como uma das dimensões da análise de conteúdo. Esta é uma das técnicas de análise de conteúdo mais utilizada na prática. Ela funciona por operações de desmembramento do texto em unidades, em categorias segundo reagrupamentos analógicos. Entre as diferentes possibilidades de categorização, a investigação dos temas, ou *análise temática*, é rápida e eficaz na condição de se aplicar a discursos diretos (significações manifestas) e simples (BARDIN, 1977, p.153).

Esta autora argumenta ser a análise temática conduzida de acordo com a dimensão das atitudes ou qualidades pessoais valorizadas e desvalorizadas; verificam-se, portanto, algumas das hipóteses adiantadas intuitivamente. Fazer uma análise temática consiste em descobrir os núcleos de sentido que compõem uma comunicação, cuja presença ou frequência podem significar algo interessante para o objetivo analítico escolhido (BARDIN, 1977, p.105).

Para realização da análise de conteúdo, procedeu-se às seguintes etapas: **Pré-análise**: na qual foi feita a transcrição literal das quatro entrevistas distribuídas entre professores de Matemática do Ensino Fundamental e Médio. A seguir, realizou-se a **leitura flutuante**, estabelecendo-se um código para cada uma das entrevistas. Este código tem como objetivo compor o sentido do todo da entrevista.

**Exploração do material**: extraíram-se unidades de significado no texto, enumerando-os. Posteriormente, estas unidades de significado constituíram-se em unidades de registro.

**Categorização**: organizaram-se as unidades de registro em categorias e subcategorias a partir dos relatos orais dos professores entrevistados, constituindo os eixos temáticos para análise.

**Tratamento dos resultados**: os dados das categorias foram apresentados por meio de um texto de modo que este expressasse o conjunto de significado nas diversas unidades de registro.

**Interpretação**: realizaram-se as interpretações das categorias e subcategorias objetivando a compreensão profunda do conteúdo estudado.

### **6.3 Narrativas e Trajetórias: Relato da Prática Pedagógica no Ensino de Matemática**

Nesta seção, serão apresentados os dados obtidos por meio da aplicação do instrumento de pesquisa. Os resultados são confrontados com o referencial teórico revisitado e, na seqüência, são discutidos, tendo em vista as concepções assinaladas pelos informantes em cada uma das categorias elencadas.

O conteúdo das entrevistas, por meio das unidades de registro, foi agrupado em cinco categorias e respectivas subcategorias, as quais são decorrentes das respostas dos sujeitos entrevistados. As categorias constituíram os eixos norteadores para a análise temática, conforme explicitado a seguir:

- a) **Categoria 1 - Concepção de Matemática na visão dos professores;**
- b) **Categoria 2 - Concepção de Educação Matemática;**
- c) **Categoria 3 - Concepção de Educação Ambiental;**
- d) **Categoria 4 - A Relação entre Educação Matemática, Educação Ambiental e Matemática.**
- e) **Categoria 5 - Visão Interdisciplinar do Ensino da Matemática**

A opção por essas categorias deve-se à síntese dos conteúdos das entrevistas dos sujeitos, remetendo as suas experiências com sua formação básica, os seus saberes construídos a partir de experiências da formação profissional e continuada e, principalmente, a partir de suas experiências concretas de trabalho, para um melhor entendimento das relações estabelecidas entre o ensino de Matemática e a Educação Ambiental Crítica.

### **Categoria 1 - Concepção de Matemática na visão dos professores**

Por considerar que as lembranças apresentam significações que merecem ser desveladas, pois envolvem um processo de construção e reconstrução de experiências vividas, as lembranças das entrevistadas podem contribuir para um melhor entendimento da sua prática docente nos dias atuais. Nesta perspectiva, foram resgatadas as experiências que marcaram o processo de escolarização, formação profissional e prática pedagógica dos professores de Matemática, com especial atenção para as questões ambientais tratadas na trajetória de vida de cada entrevistado. Em seguida, a atenção concentrou-se no tipo de metodologia aplicada às aulas de Matemática.

CATEGORIA	SUBCATEGORIAS	Nº DE UNIDADES DE ANÁLISE
1 - Concepção de Matemática na visão dos professores	1.1 Lembranças do Ensino de Matemática de 1ª a 4ª série	02
	1.2 Metodologia do Ensino de Matemática	03

**Quadro 4** - Subcategorias e número de unidades de análise obtidas dos relatos orais dos professores entrevistados com relação à Concepção de Matemática

**Fonte:** Elaborado pela autora

#### 1.1 - Lembranças do Ensino de Matemática de 1ª a 4ª Serie do Ensino Fundamental

Nos relatos dos profissionais entrevistados encontram-se as características das aulas de Matemática, sendo que dois dos entrevistados se recordam do ensino da referida disciplina nas séries iniciais. Tal fato pode ser observado nos relatos abaixo:

Lembro de português e matemática, era o que a professora frisava muito. Trabalhava muito português e matemática. Eu me lembro até que no final da quarta série foi a primeira vez que eu peguei meu boletim, a professora entregou em minhas mãos [...]. (E-1)



Para mim era uma tortura ter que fazer uma prova. Como não tinha muita aula prática que me incentivasse mais a gostar, pra mim era duro eu ter que decorar. Porque no fundo eu gostava, mas o que me entristecia era ter que decorar aquilo porque eu não entendia como utilizar aquilo no dia-a-dia [...].  
(E-3)

A Matemática é uma disciplina em que são notórios os momentos de dificuldade, obstáculos e erro. Isto acontece porque a Matemática é uma ciência em que é fundamental persistir e não desistir. Se o aluno a encarar desta maneira certamente conseguirá a motivação necessária para despertar o gosto pela mesma. Porém, a motivação em Matemática é uma questão complexa. A abstenção por parte dos alunos nesta disciplina é muito mais significativa do que em outras; por esta razão, cabe ao professor proporcionar um ambiente motivacional de tal modo que os educandos se sintam sem ansiedade e sem medo de errar. O erro e as dificuldades devem ser interpretados como tendo uma grande utilidade na auto-avaliação do aluno. Assim, este poderá ultrapassá-los, obtendo êxito nos domínios em causa.

Neste sentido, deve-se discorrer sobre a importância da metodologia adequada aos interesses dos alunos, como forma de tornar mais significativa a ação educativa. Na relação aluno-conhecimento, o ensino discute não apenas o que ensinar, mas como ensinar.

Por outro lado, é importante também compreender o cruzamento de saberes que se dá no cotidiano escolar: o saber docente, os saberes sociais de referência e os saberes já construídos pelos estudantes. Nestes termos, entender e trabalhar esta rede de saberes do ponto de vista pedagógico é outro ponto importante da atual agenda de trabalho dos profissionais da educação.

## 1.2 - Metodologia do Ensino de Matemática

Pode-se afirmar que a aprendizagem em sala de aula é a extensão de um desafio diário, refletido pela necessidade de se interagir a partir da criação de perspectivas comuns. No entanto, tal interação tem se baseado, em relação ao ensino da Matemática na maioria das escolas brasileiras, em uma relação desigual, uma vez que o seu controle, muitas vezes, é exercido pelo professor, o que dificulta a construção, pelo aluno, de princípios subjacentes ao que está aprendendo, no intuito de utilizá-los em outros contextos. Seguem abaixo as manifestações dos entrevistados nesse sentido:

A aula de Matemática deve tornar-se um dos (melhores) locais para preparar

os indivíduos que a sociedade atual exige. Deste modo, nós professores só podemos dar resposta a estas novas exigências e responsabilidades através de uma inovação curricular, de uma nova concepção pedagógica e de uma correta aplicação de materiais. (E-2)

Grande parte dos professores foi formado em escolas que valorizam um formalismo precoce e desprovido de significados. Muitos imprimiam essas características nos cursos por falta de opções, e por falta de legitimação. O movimento da sociedade atualmente vai na outra mão. O setor produtivo exige indivíduos capazes de pensar em cima de situações novas e não mais decoradores de velhas receitas. (E-3)

Segundo as teorias de Jean Piaget, a criança passa por vários estádios ao longo do seu desenvolvimento cognitivo. Também a construção de conceitos matemáticos é um processo longo que requer um envolvimento ativo da criança-aluno e vai progredindo do concreto para o abstrato. Sabe-se também que o processo de abstração matemática começa para as crianças na interação destas com o meio e só depois com os materiais concretos que, em princípio, as conduzem aos conceitos matemáticos. (E-4)

Constata-se, na fala das professoras um discurso que foge ao tradicional, em consonância com as modernas teorias de ensino-aprendizagem. A entrevistada denominada de E3 traça, inclusive, um paralelo entre a metodologia utilizada na época em ela e outros profissionais freqüentavam a escola como estudantes e o a metodologia que os dias atuais preconizam.

Para romper com a metodologia tradicional em que estes educadores foram formados faz-se necessário que o professor compreenda (realmente) a relação entre interação e aprendizagem e que aprenda a compartilhar o seu saber, reservando espaço especial e particular para a voz do aluno e, conseqüentemente, aceitando as suas contribuições, para que a relação em sala de aula possa representar uma real democracia comunicativa.

A educação tem evoluído a passos lentos, principalmente, pelas dificuldades enfrentadas por aqueles que nela exercem suas atividades profissionais, ao tentarem se adaptar a uma nova cultura de trabalho que, por sua vez, requer, mais do que nunca, uma profunda revisão na maneira de ensinar e de aprender. Embora percebam que o mundo ao redor está se transformando de forma bastante acelerada, conforme suas próprias palavras, as educadoras pesquisadas e a maioria dos demais professores ainda continuam privilegiando a maneira tradicional com que foram ensinados, reforçando o velho ensino, afastando o aprendiz do seu próprio processo de construção do conhecimento, reproduzindo, assim, um modelo de sociedade que produz seres incapazes de criar, pensar, construir e reconstruir conhecimento.

## **Categoria 2 - Concepção de Educação Matemática**

Os aprofundamentos na reflexão sobre a concepção de Matemática que os professores têm obriga a pensar a natureza das práticas em que se pretende envolver os alunos como participantes na escola e a lidar com a dificuldade de antecipar as aprendizagens que se deseja que ocorram nos educandos. Em última análise, esta perspectiva decorre de pensar a Educação Matemática em duas dimensões complementares que constituem as práticas escolares em Matemática: uma aproximação ao pensar matematicamente e a uma forma de organizar a experiência incluindo um ponto de vista matemático. Naturalmente que este tipo de agenda depara com dificuldades decorrentes do fato de se pretender realizar uma educação Matemática em instituições escolares que são essencialmente fundadas sobre o utilitarismo. E esta situação não se muda por decreto. Nesse contexto, acredita-se que a chave das mudanças no Ensino da Matemática – e em particular a sua transformação em Educação Matemática – está mais nas mãos dos professores do que nas mãos de qualquer órgão educacional do país. Até porque, no caso em estudo, as instituições parecem não ter cumprido seu papel em relação à Educação Matemática, conforme demonstram os testemunhos das entrevistadas, expostos a seguir.

<b>CATEGORIA</b>	<b>SUBCATEGORIAS</b>	<b>Nº DE UNIDADES DE ANÁLISE</b>
2 Concepção de Educação Matemática	2.1 Carências da temática na formação inicial	04
	2.2 Ênfase nos Trabalhos de Projetos de Ensino Matemática	02

**Quadro 5** - Subcategorias e número de unidades de análise obtidas dos relatos orais dos professores entrevistados com relação Concepção de Educação Matemática.

**Fonte:** Elaborado pela autora

### 2.1 - Carências da temática na formação inicial

Em relação à abordagem da Educação Matemática na graduação, todos os quatro entrevistados, queixaram-se de sua ausência, como evidenciam os relatos a seguir:

Quase não se falava em Educação Matemática, tanto é que é um conteúdo que eu tenho um pouco de dificuldade para trabalhar hoje, porque na faculdade eu não vi praticamente nada sobre esta temática, não sei se porque há vinte anos eles não estavam tão preocupados como estão hoje, mas não se

falava muito não (E-1 e E-2, vinte anos de experiência no ensino de Matemática).

Pouco muito pouco. Era mais ali, eu sinto que era mais o livro mesmo, lia o livro, aquela coisa que estava ali, em nível de conteúdo. Eu acho faltou também (E-3 e E-4).

Felizmente, esta realidade parece estar mudando e a Educação Matemática se faz mais presente nos currículos universitários. Na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, por exemplo, após frequentar o laboratório de Prática de Ensino de Matemática I, disciplina do curso de Matemática, o acadêmico deverá ser capaz de:

- reconhecer a área de pesquisa Ensino de Ciências e Matemática na sua interseção com a área de Educação Matemática; refletir a respeito da produção desejável nesta área;
- analisar produção recente da área, destacando um esquema básico para construção de projeto de pesquisa e as principais teorias e metodologias da área;
- identificar os principais teóricos e os principais conceitos da área;
- desenvolver pequenos projetos de pesquisa focalizando práticas do curso de Licenciatura.

Na Universidade Católica de Brasília, por sua vez, o plano de ensino da disciplina Estratégias de Ensino em Matemática e Produção de Materiais Didáticos I conta com a seguinte ementa:

Abordagem e discussões de questões fundamentais relativas à Educação Matemática do Ensino Fundamental e trabalho científico. Histórico e estudo sobre aplicações de novas metodologias de ensino de matemática no Brasil. Avaliação em Educação Matemática do Ensino Fundamental. Produção sobre jogos, brincadeiras e materiais de ensino-aprendizagem em Educação Matemática do Ensino Fundamental. A sucata como possibilidade lúdica na aprendizagem da matemática do Ensino Fundamental. Softwares de ensino. Recursos áudio - visuais. Análise crítica das propostas resultantes de pesquisas nacionais e internacionais para o ensino de matemática do Ensino Fundamental. Teoria e prática na formação dos futuros educadores em matemática do Ensino Fundamental. Técnicas de ensino aplicáveis à Educação Matemática do Ensino Fundamental.

È muito importante que outras universidades sigam esses exemplos e abordem em seus currículos, nos cursos de Licenciatura em Matemática, a Educação Matemática para a melhoria da *práxis* docente.

## 2.2 - Ênfase nos Trabalhos de Projeto de Ensino Matemática

No paradigma emergente de Projetos de Educação Matemática, o professor tem compromisso com o futuro, no presente da sala de aula. De uma relação professor/aluno vertical, autoritária, subserviente e de concordância pretende-se construir uma nova

relação, mais horizontal, recíproca, dialética e verdadeira, na qual o professor além de ensinar, aprende, e o educando, além de aprender, ensina de acordo com o pensamento do educador brasileiro Paulo Freire. Para as entrevistadas essa é um ponto importante em suas práticas docentes:

Eu gosto. Eu me preocupo. Inclusive essa questão de relacionar os conteúdos da disciplina com a realidade, isso daí me preocupa demais, por isso as vezes faço alguns pequenos projetos porque precisamos motivar os alunos. (E-1).

Mas hoje eu sei que eu trabalho muito mais projetos com meus alunos do que no início da minha carreira. Hoje, diariamente se está entrando num assunto ali, se o aluno comenta alguma coisa, hoje, em toda aula se tiver como fazer um gancho, está ali colocado. Mas naquela época eu não tinha muita preocupação em fazer gancho, amarração com a realidade do aluno (E-3).

Como se vê as professoras revelaram uma concepção clara acerca da importância assumida pela Educação Matemática na contemporaneidade e das suas repercussões na vida dos seres humanos, atingindo, assim, o espaço escolar e seu entorno, devendo configurar-se como preocupação sempre presente no fazer pedagógico diário. As entrevistadas relatam também mudanças em sua forma de trabalhar os conteúdos, remetendo à idéia de que o conhecimento é fator efetivo quanto a possibilitar ao ser humano a preservação da sua existência no mundo e mesmo elas desenvolvendo apenas pequenos projetos, percebem a mudança no aprendizado dos alunos.

Assim, cresce cada vez mais, o emprego de projetos como um recurso eficaz para o ensino-aprendizado de um tema tão importante quanto a Educação Matemática, sendo que a maioria dos cursos de Graduação incentiva a atuação de seus alunos em projetos de pesquisa, como por exemplo, acontece na UFRGS, na disciplina de Pesquisa em Educação Matemática.

### **Categoria 3 - Concepção de Educação Ambiental**

O discurso das professoras revelou uma grande preocupação com a preservação da natureza e com a conscientização dos alunos em relação ao meio ambiente. O problema é que esse discurso pode levar, de acordo com Brügger (2004, p. 34), a uma educação conservacionista, mas não a uma educação para o meio ambiente, se não houver mudanças nos paradigmas adotados por estas profissionais e os demais:

Uma educação conservacionista é essencialmente aquela cujos ensinamentos conduzem ao uso racional dos recursos naturais e à manutenção de um nível ótimo de produtividade dos ecossistemas naturais ou gerenciados pelo homem. Já uma educação para o meio ambiente implica também, [...] em uma profunda mudança de valores, em uma nova visão de mundo, o que ultrapassa bastante o universo meramente conservacionista.

Em grande parte das respostas, conforme se verá, as concepções de Educação Ambiental das entrevistadas baseiam-se em conceitos ou informações que, comumente, apresentam-se desvinculadas de uma proposta de trabalho que contribua para a formação de cidadãos críticos, aptos a construir conhecimento por meio de mudança de valores e exemplos duma postura ética diante das questões ambientais.

As subcategorias estabelecidas para a análise das concepções de Educação Ambiental foram baseadas nas respostas dos entrevistados e adequadas às concepções estabelecidas no referencial teórico. No quadro 6, são apresentadas as subcategorias identificadas.

CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS	Nº DE UNIDADES DE ANÁLISE
3 Concepções de Educação Ambiental	3.1 Tradicional/simplista	04
	3.2 Integradora	02
	3.3 Resolução de problemas	04

**Quadro 6** - Subcategorias e número de unidades de análise obtidas dos relatos orais dos professores entrevistados com relação às concepções de Educação Ambiental.

**Fonte:** Elaborado pela autora

### 3.1 – Tradicional/simplista

As definições apresentadas pelos entrevistados denotam uma concepção tradicional de Educação Ambiental, na qual predomina a idéia da preservação ou da conservação da natureza.

A própria palavra fala: Educação Ambiental. Seria educar para o respeito à natureza. Porque se você cuida da natureza, conseqüentemente a sua qualidade de vida é outra. Então educar pra tudo isso, para o respeito à natureza (E-1)

Fazer com que o aluno perceba a importância de economizar os recursos, porque são esgotáveis e no futuro vai faltar. [...]. Então pra mim o objetivo da Educação Ambiental está na conscientização. E é difícil, é uma luta muito árdua (E-2).

Seria ensinar as pessoas como cuidar do ambiente. Por isso chama educação, saber cuidar, quais são os cuidados que temos que ter, como agir, como não

devemos agir para prejudicar. Educação mesmo , a partir de pequenos atos, não jogar papel no chão. Como lidar com o meio ambiente, o que fazer para cuidar, proteger e até melhorar (E-3).

Eu acho que para cuidar, para preservar, valorizar, respeitar o meio ambiente, cuidar, usufruir, devolver é viver em comunhão, digamos assim, com o outro, tirar da natureza assim, a Educação Ambiental. Acho que isso seria ensinar a cuidar, respeitar (E-4).

As falas denotam uma simplicidade que muitas vezes tem sido concebida e aplicada à Educação Ambiental, restringindo-a aos processos de conscientização ambiental.

Não se quer aqui negar a importância da sensibilização para a preservação, mas assinalar que falta aos professores um embasamento teórico que o capacite a promover nos alunos a construção e re-construção de conhecimentos e valores ambientais, que extrapola o respeito puro e simples à natureza.

### 3.2 - Integradora

Para que a Educação Ambiental desperte no aluno o desejo de trabalhar no sentido de exercer um papel ativo e indispensável na manutenção e/ou preservação do meio ambiente, é fundamental que ele seja incitado por meio de questionamentos que desafiem seu senso crítico, fazendo-o perceber que tudo que o rodeia é o meio ambiente e que ele faz parte do mesmo. Neste sentido, apenas duas professoras aproximam seus depoimentos de uma concepção mais abrangente e integradora de Educação Ambiental, como se observa:

Educação Ambiental para mim vem de uma busca de nova postura dos alunos, uma mudança de pensamento com relação ao meio ambiente (E-3).

Olha, a Educação Ambiental é abrangente, [...]. Acho que é tentar construir, que o aluno construa dentro dele uma postura de ética dele com os outros seres vivos, dele com o local que ele vive, com o planeta. Acho que tentar fazer o aluno se relacionar da melhor forma possível com tudo isso que tem a volta dele [...] (E-4)

É verdade, a Educação Ambiental é abrangente e é necessário que ela contemple a possibilidade do aluno “enxergar” sua interdependência com o meio ambiente onde quer que vá, deixando de associá-lo somente às plantas, florestas ou animais; é preciso que o veja em casa, na sala de aula, nas ruas... Além disso, não deve apenas percebê-lo, mas sim atuar como um multiplicador das informações da sua percepção e das suas descobertas.

### 3.3 - Resolução de problemas

Há relatos que parecem revelar a preocupação de alguns dos professores em atuar como intermediário entre a escola, o aluno e o posicionamento ambiental dele, conscientes de que cabe ao educador esse papel instigador e revolucionário. Ora, se o indivíduo não sente a consequência ambiental próxima dele e não se mobiliza contra possíveis consequências negativas que o afetam, dificilmente assumirá seu papel cívico em relação à região e ao país como um todo.

[...]. Quem deve resolver somos todos nós. O problema é de todos. E o que pode ser feito para melhorar é as vezes complicado, porque eu acho que o grande passo é esse: tentar incutir na cabecinha deles que os recursos naturais são esgotáveis. [...]. Porque eu hoje que estou envolvido com política e tudo mais, eu vejo que não se preocupa com o meio ambiente, a grande preocupação é trazer indústrias, arrumar emprego, melhorar renda. [...]. A melhor forma então hoje seria a de preparar a cabeça de nossos alunos para que no futuro os adultos sejam mais conscientes do que são hoje, mais preocupados com esta questão ambiental (E-2)

[...] então a gente também desenvolveu um trabalho em algumas séries do ensino fundamental mostrando equipamento e instruindo, educando as crianças para eles repassarem para os pais, então é um problema sério, mas temos que estar trabalhando esta questão dos inseticidas, insumos agrícolas (E-3)

Os depoimentos acima revelam que, apesar das limitações encontradas na escola, bem como as derivadas da própria formação, estas educadoras têm assumido, ao longo do exercício de sua profissão, a responsabilidade de conscientizar seus alunos frente às problemáticas ambientais locais. Estas professoras acreditam que os problemas serão amenizados na medida em que seus alunos estiverem conscientes das condições ambientais que circundam sua realidade, e de quanto é importante tentar restaurar sua condição original, ou preservar sua integridade.

No entanto, para que um docente possa bem desenvolver suas aulas de Matemática interligando-a com a Educação Ambiental, é preciso que ele primeiro tenha absorvido conceitos dessa disciplina. Ora, na maioria dos cursos de graduação em Matemática o tema Meio Ambiente ou Ecologia ainda é muito pouco abordado. Poucos são os casos como o da Universidade de Brasília (2009) que oferece aos seus alunos de Licenciatura em Matemática a opção de uma disciplina, a de Ecologia, integralmente dedicada ao tema, cuja ementa é:

Os organismos e o meio ambiente; energia e matérias no ecossistema; estrutura populacional; interações entre espécies; estrutura de comunidades; sucessão ecológica; diversidade das comunidades biológicas; extinção de espécies; desenvolvimento econômico e ecologia global.



Neste contexto, o próprio ementário aponta para uma formação Matemática diretamente conectada com as questões sócio econômicas e ambientais.

#### **Categoria 4 - A Relação entre Educação Matemática, Educação Ambiental e Matemática.**

Por meio das descobertas científicas e das aplicações tecnológicas correspondentes foi que o ser humano se tornou capaz de atingir os seus mais relevantes objetivos materiais e econômicos. A rápida acumulação de conhecimentos, o desenvolvimento e a necessidade de associarmos conteúdos de diversas áreas do saber, buscando a interdisciplinaridade criaram as bases necessárias à realização destes objetivos.

Neste longo caminhar, o conhecimento assumiu novos contornos, os quais devem ser traçados especialmente pela escola, como forma de buscar, em meio à ciência e a interdisciplinaridade, a humanização necessária para o enfrentamento de questões éticas, sociais e culturais que perpassam a sociedade deste início de século. Coerentemente com este enfoque, as professoras entrevistadas apresentaram suas considerações sobre a relação entre Educação Matemática, Educação Ambiental e Matemática conforme o quadro 7.

<b>CATEGORIA</b>	<b>SUBCATEGORIAS</b>	<b>Nº DE UNIDADES DE ANÁLISE</b>
4- Relação entre Educação Matemática, Educação Ambiental e Matemática	4.1 Abordagem da relação Educação Matemática e Educação Ambiental	04

**Quadro 7** - Subcategorias e número de unidades de análise obtidas dos relatos orais dos professores entrevistados referente à Relação entre Educação Matemática, Educação Ambiental e Matemática.

**Fonte:** Elaborado pela autora

#### **4.1 - Abordagem da relação Educação Matemática e Educação Ambiental**

Para as entrevistadas, a Educação Matemática deveria ter uma relação de mão dupla com a Educação Ambiental e sua utilização pela sociedade. Assim sendo, é tarefa do professor despertar o aluno, por meio do ensino de Ciências, para um senso crítico que o capacite a avaliar e interferir em nosso ambiente - fazendo uso de dados teóricos compatíveis e práticas tecnológicas adequadas, cada vez mais necessárias no cotidiano.

[...] quando você vai falar de educação você tem que falar a parte boa dessa evolução toda, mas também tem a parte ruim. E muitas vezes a parte ruim vem pela ganância que é gerada na sociedade capitalista, então é onde às vezes a gente se chocava bastante ali com a molecada eu ficava com medo de comentar, de fazer esses comentários [...] (E-1)

Tendo em vista a estreita relação que se deve estabelecer entre essas áreas do saber. Buscou-se, junto às entrevistadas, conhecer as formas trabalhadas em relação ao meio ambiente. Nas falas a seguir, pode ser verificada a condução do tema por alguns dos sujeitos que compuseram o estudo de caso.

Preparei um texto para cada série fazendo essa relação. [...] Então comecei minhas aulas assim, englobando esses eixos que estão relacionados. [...]. Porque a partir do momento que você mostra essa relação que tem com a vida deles, que nem a química no nosso corpo, as reações que ocorrem, então eles vêem que está presente na vida deles, então eles se interessam mais, não fica aquela aula tão distante (E-2).

Às vezes sim, em certas situações que a gente vê, que a gente consegue dar como exemplo, mas elas sempre estão interligadas. Eles conseguiram fazer toda uma ligação, você vai conduzindo e eles vão percebendo (E-3).

Eu acho até na forma como eu me preparo para dar minha aula já é uma forma de relacionar. Eu trago para eles artigos que eu coletei da internet, eu trago textos de revistas e tudo mais. [...]. Então não tem como separar, assim fica mais fácil fazer essa relação. É vida! (E-4).

Os relatos mostram que algumas professoras buscam desenvolver um trabalho comprometido com as necessidades emergentes das intrincadas relações entre Educação Matemática, Educação Ambiental e a Matemática. Sabe-se que essas não se constituem numa solução, por si mesmas; apenas geram condições dentro das quais a escola poderá encontrar e desenvolver uma solução. Assim, a própria conformação das aulas, por meio da inserção de textos da Internet, segundo a fala de uns dos sujeitos da pesquisa, propicia condições para que os alunos possam perceber que a tecnologia, criada pelo homem, pode estar a serviço de toda a humanidade.

Neste contexto, avultam reflexões que devem ser tecidas nas interfaces do trabalho pedagógico, no confronto das idéias de mestres e aprendizes, bem como na análise dos problemas que, a todo instante, estão presentes na sala de aula, na natureza, enfim, em todos os segmentos da vida dos seres humanos.

### **Categoria 5 - Visão Interdisciplinar do Ensino da Matemática**

Ensinar Matemática sob o ponto de vista progressista e interdisciplinar é ter uma

postura frente à totalidade do conhecimento, que substitui a concepção fragmentária pela unitária do ser humano.

Este ensino deve proporcionar a inserção do aluno em sua própria realidade, possibilitando uma compreensão maior do espaço e do tempo em que se vive. É uma forma de diálogo entre várias formas de conhecimento, da qual se constrói um geral, partindo-se de particulares. Em sua prática, o assunto abordado na disciplina depende de conceitos, definições ou leis fornecidas por outra, o que leva à integração e à harmonia do saber. Considera-se aqui, então, uma abordagem do processo ensino-aprendizagem que não se fundamenta, implícita ou explicitamente, em teorias empiricamente validadas, mas numa prática educativa e na sua transmissão no decorrer dos anos.

Nesse sentido, a interdisciplinaridade propõe superar a fragmentação do saber em prol do conhecimento da totalidade do universo. O aluno vai unir suas experiências individuais às vivências e reflexões que a escola e outras instituições lhe permitem, ligando pontos aparentemente distantes de cada área em um projeto coletivo, que exige comprometimento por parte dos alunos e dos professores.

CATEGORIA	SUBCATEGORIAS	Nº DE UNIDADES DE ANÁLISE
5- Visão Interdisciplinar do Ensino da Matemática	5.1-Abordagem Interdisciplinar do Ensino da Matemática	04

**Quadro 8** - Subcategoria de Análise em uma Visão Interdisciplinar obtidas dos relatos orais dos professores entrevistados com relação às concepções de interdisciplinaridade no Ensino da Matemática.

**Fonte:** Elaborado pela autora

### 5.1 - Abordagem Interdisciplinar do Ensino da Matemática

Na atualidade, não cabe mais à proposta de conhecimento compartimentalizado, uma vez que, no cotidiano, exigem-se articulações que levam em conta vários pontos de vista, tanto científicos quanto metafísicos. Nesse sentido, a interdisciplinaridade do ensino da Matemática propõe superar a fragmentação do saber em prol do conhecimento da totalidade do universo.

Uma das maneiras de influir, nesse processo de transformação sem abrir mão dos conteúdos curriculares tradicionais, é por meio da inserção de temas “matemáticos” que sejam geradores de projetos e rompam com os limites das disciplinas. Porém, verifica-

se que não há ações efetivas e duráveis, nessa direção, prevalecendo no ensino, as concepções particulares do professor, na posição mais destacada.

Os PCNs são uma tentativa nesse sentido, porém, por si só não resolverão todo o problema. Além disso, muitas instituições de ensino superior não dedicam, em seus currículos, espaço suficiente para a reflexão e discussão desses importantes documentos entre seu corpo docente. Algumas universidades, todavia, o fazem. A Unesp, por exemplo. Didática da Matemática é uma disciplina que segundo Pirola (2009) tem como um de seus objetivos:

Conhecer, analisar e discutir os aspectos sociais, políticos e culturais dos conteúdos matemáticos do ensino fundamental, médio e de educação de jovens e adultos, tomando por base as Propostas Curriculares para o Ensino de Matemática e os Parâmetros Curriculares Nacionais.

Já em Tópicos em Educação Matemática, os PCNs formam a primeira unidade de estudo desta disciplina que faz parte do curso de Matemática oferecido pela Universidade Federal de Santa Catarina (2009).

È imprescindível, ao final desse capítulo, destacar que apesar dos poucos investimentos financeiros em educação e da desmotivação reinantes em parte dos docentes, que se sentem, muitas vezes, sós e desencantados, há, ainda, muitos outros profissionais dispostos a refletir e a participar da mudança tão desejada na educação nacional. Porém, para que se passe da utopia para a realidade, é preciso rever o papel da escola, que, em muitos casos, tornou-se obsoleta diante da necessidade, da urgência da sobrevivência presente na atualidade.

Não é possível se perder de vista que o aluno aprende compartilhando suas experiências e observando o que a escola faz, na prática, pelo meio ambiente. Por isso sugerem-se, na continuidade, algumas atividades, que poderão ser abordadas nas escolas, utilizando as atividades interdisciplinares.

## 7 INTEGRAÇÃO ENTRE O ENSINO DA MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A sociedade tem passado por transformações, nas quais o conhecimento e a tecnologia expandem-se e, como consequência, a escola assume um papel muito importante tornando-se facilitadora de transmissão de conhecimentos, permitindo assim que o discente também colabore na formação dos valores e da ética que serão guias para o uso correto dos recursos naturais. Neste sentido, a educação converte-se num processo estratégico com o propósito de formar valores, habilidades e capacidades para orientar a transição para a sustentabilidade. (LEFF, 2004 p.237)

O estudo da dimensão da sustentabilidade ecológica compreende em seus componentes a produção respeitando os ciclos ecológicos dos ecossistemas, a prudência no uso de recursos naturais não renováveis, prioridade à produção de biomassa e a industrialização de insumos naturais renováveis, redução da intensidade energética e aumento da conservação da energia, o uso de tecnologias e processos produtivos de baixo índice de resíduos bem como aos cuidados ambientais. Porém, em relação à dimensão da sustentabilidade econômica, o estudo refere-se aos componentes de fluxo permanente de investimentos públicos e privados, no manejo eficiente dos recursos, na absorção pela empresa dos custos ambientais e visa à endogeneização, conforme afirma Montibeller (2004, p. 51).

Por isso, a economia ambiental e a gestão da sustentabilidade visam ao desenvolvimento socioeconômico. A corrente científica da economia ambiental neoclássica descreve que as questões relacionadas à problemática do meio ambiente não se enquadravam no conceito da externalidade. Sobre isso, Montibeller (2004, p. 85) explica que:

Nas décadas de 1920 e 1930, o economista Pigou criou e divulgou o termo externalidade para expressar falhas produzidas pelo funcionamento do mercado e propôs método pelo qual este pudesse corrigi-las ou compensá-las. Até cerca de 1960, a teoria convencional neoclássica não considerava as externalidades ambientais, a não ser esporadicamente.

A corrente científica da economia ecológica tem como base a visão sistêmica e a capacidade de suporte. A noção de sustentabilidade ou capacidade de suporte diz respeito ao equilíbrio de um ecossistema, representando uma preocupação com a redefinição dos valores sociais e pessoais, bem como à noção de desenvolvimento sustentável com as gerações futuras.

A economia ecológica difere da economia ambiental neoclássica, principalmente no que se refere à troca ecologicamente desigual:

De acordo com economistas ecológicos, o sistema de preços de mercado, na medida em que não considera a degradação ambiental, possibilita a ocorrência de uma troca ecologicamente desigual. Pode-se distinguir dois tipos: a troca econômica e a troca ecologicamente desigual. (MONTIBELLER, 2004, P 129).

Montibeller, no mesmo trabalho, observa, ainda, que a crítica da corrente científica da economia ecológica descreve que os preços praticados nas sociedades capitalistas não são adequados para absorver os custos sociais e ambientais, complementando que a valoração feita pela escola neoclássica não faz sentido, pois não leva em conta o problema da incomensurabilidade diacrônica, bem como que, para esta corrente, a palavra externalidade é o traslado de custos sociais incertos para outros grupos sociais ou às gerações futuras.

Pode-se afirmar que trabalhar a Ciência sob a perspectiva da Economia Ecológica na escola ajuda o aluno a compreender o mundo e suas transformações, valorizando e intervindo na natureza, utilizando os recursos naturais de forma apropriada formando um cidadão crítico, responsável e consciente, capaz de compreender os custos sociais e ambientais de suas ações. Este trabalho estimula, também, as mudanças comportamentais de consumo (por exemplo: com o sistema de reutilização da água, de captação da água das chuvas; ou com o sistema de compostagem de resíduos orgânicos, podendo estimular, ainda, a diminuição de lixo inorgânico, inclusive do reciclável, pois o custo privado e social para reciclar materiais é elevado – já que exige subsídio, utiliza mais energia e materiais no processo de limpeza, descontaminação, separação e reprocessamento industrial, o qual, por sua vez, dissipa energia e gera resíduos).

Todavia, trabalhar a ciência dessa forma, implica numa grande mudança na realidade escolar, pois como explica Leff (2004, p.243), em muitos casos:

A incorporação do meio ambiente à educação formal limitou-se em grande parte a internalizar os valores de conservação da natureza; os princípios do ambientalismo incorporam-se através de uma visão das inter-relações dos sistemas ecológicos e sociais para destacar alguns dos problemas mais visíveis da degradação ambiental, como a contaminação dos recursos naturais e serviços ecológicos, o manejo do lixo e a deposição de dejetos industriais. A pedagogia ambiental se expressa no contato dos educandos com o seu entorno natural e social. A educação interdisciplinar, entendida como a formação de mentalidades e habilidades para apreender a realidade complexa, reduziu-se à incorporação de uma “consciência ecológica” no currículo tradicional. É neste sentido que a educação ambiental formal do

nível básico transmite às capacidades perceptivas e valorativas dos alunos uma visão geral do ambiente.

É necessário, então, que se elaborem atividades interdisciplinares, nas quais os alunos possam vivenciar e construir seu conhecimento, uma vez que, conforme prossegue o autor:

A educação ambiental traz consigo uma nova pedagogia que surge da necessidade de orientar a educação dentro do contexto social e na realidade ecológica e cultural onde se situam os sujeitos e atores do processo educativo. Por um lado, isto implica a formação de consciências, saberes e responsabilidades que vão sendo moldados a partir da experiência concreta com o meio físico e social, e buscar a partir daí soluções aos problemas ambientais locais. (LEFF, 2004, p.257).

Desse modo, a escola deve proporcionar ao aluno situações em que se efetuem análises e interpretações da questão ambiental e de seu impacto social. Nesse contexto, localiza-se como uma possibilidade pedagógica, adequada à formação para a cidadania, na Educação Matemática integrada à Educação Ambiental, a utilização da Modelagem Matemática. Vale dizer que, com o emprego de modelos desenvolvidos nas questões ambientais, obtêm-se padrões interpretativos do real, que sempre serão de ordem interdisciplinar, pois dada à complexidade destas questões, não há área do conhecimento que teria, por si só, condição, tanto teórica como metodológica, de solucionar ou, ao menos, entender a contento, problemas dessa magnitude.

### **7.1 Contribuições para Formação Holística dos Educandos**

Ciente do que foi anteriormente exposto e também do fato de que os Ensinos Fundamental e Médio procuram, atualmente, retomar o papel social da escola na busca incessante da formação plena dos estudantes, foi proporcionada aos alunos do 1º ano do Ensino Médio do período matutino de uma escola da rede estadual de ensino, da cidade de Criciúma, uma viagem de estudo, no dia 30 de outubro de 2008, a Barragem do rio São Bento, localizada na Vila São Pedro (município de Siderópolis/SC). A finalidade desta viagem era a de integrar o ensino de Matemática com uma questão ambiental relevante: o abastecimento de água, seus benefícios e os impactos causados ao meio ambiente, em virtude da construção dessa barragem. Conforme registro fotográfico a seguir:



**Figura 10** - Foto Barragem do Rio São Bento registrada em 31/10/2008

**Fonte:** Elaborado pela autora

A contextualização ambiental e a aproximação com a vivência dos alunos no local como ponto de partida de todas as inovações curriculares propostas posteriormente. A estrutura que foi seguida persegue a idéia de que a escola pode ser mais efetiva quando trata dos problemas locais e da cidade, quando o projeto é estruturado por meio de problemas cujas definições dependem da interação de alunos e professores.

Freire (1971) sugere que é crucial investigar um tema gerador para organizar o conteúdo programático da educação. Isso foi adaptado para certo conjunto de eixos curriculares que exploraram o ciclo da água.

Ao se adotar este tema gerador para contextualizar o ensino, discutiram-se caminhos nos quais os alunos puderam engajar-se no levantamento e complementação de informações. O planejamento das atividades – citadas mais diante - seguiu uma ordem de forma que atenderia a esses interesses, mas que satisfizessem também a introdução dos conteúdos já determinados para a série envolvida. Portanto, os alunos participaram da definição de conteúdos, sem perder de vista conhecimentos previstos para a primeira série do Ensino Médio.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (1999) indicam vários caminhos para trabalhar a Matemática. Estes caminhos estão definidos nos objetivos gerais desta área do conhecimento. Dentre outros, estabelecerem relações de temas matemáticos e de fora da Matemática. Neste sentido, a atividade de campo



proporcionou ação, observação e comparação como conteúdo desenvolvido ao longo do projeto e nas atividades didáticas matemáticas e interdisciplinares.

Observa-se, então, que a Modelagem Matemática é uma proposta para o ensino de Matemática que vem ao encontro dos objetivos propostos, proporcionando assim, como uma importante ferramenta, que se trabalhe determinado conteúdo de uma forma bem mais interessante. Essa metodologia pressupõe o ensino pela pesquisa, possibilitando que se tragam para a sala de aula os mais diversos temas possíveis, sempre vinculados à realidade do aluno.

Como dizem e Hein (2000), o ensino por meio da pesquisa proporciona, naturalmente, significativo interesse. É um dos mais relevantes aspectos com o qual o ensino por meio da Modelagem contribui é o social, por intermédio da valorização de temas atuais e da realidade, permitindo trazer para a sala de aula assuntos em que, ao mesmo tempo em que se ensina Matemática, desperta-se a reflexão de problemas atuais da sociedade, tanto ambientais, como econômicos, dentre outros. O aluno sai de uma posição passiva, e como cidadão integrado no mundo no qual faz parte, tem condições de contribuir, provocar mudanças, interagir, integrar e tomar decisões.

Por acreditar-se que o ensino de Matemática pode ser transformado, e que a Modelagem Matemática oportuniza essa transformação, a pesquisa aqui relatada, fez uso dessa proposta, tendo como objetivo desenvolver a unidade de ensino “Função Exponencial”, direcionando-a para o assunto “abastecimento de água” e, mais especificamente, integrando este conteúdo matemático com as questões ambientais.

Pretendeu-se verificar em uma experiência concreta de ensino, se o emprego dessa estratégia de ensino-aprendizagem facilitaria tanto a assimilação e a construção de conhecimentos matemáticos, quanto à conscientização dos alunos sobre os efeitos maléficos causados pelo não comprometimento com a natureza.

Barbosa (2001) enfatiza que a relevância de um trabalho com Modelagem está no fato de que o aluno é estimulado a indagar e investigar situações vindas de outros contextos que não o da Matemática. No entendimento do autor, a ênfase na Modelagem não está apenas na problematização, mas na inquirição e investigação e é acreditando nisso que esta pesquisa foi fundamentada.

### 7.1.1 Atividades de Modelagem Matemática envolvendo Função Exponencial

Embora três quartas partes da superfície da Terra sejam compostas de água, a maior

parte não está disponível para o consumo humano, pois 97% é água salgada, encontrada nos oceanos e mares e 2% formam geleiras inacessíveis. Apenas 1% de toda a água é doce e pode ser utilizada para consumo por parte do ser humano e de animais. E, deste total, 97% estão armazenados em fontes subterrâneas. Além disso, as águas doces superficiais - lagos, rios e barragens - utilizadas para tratamento e distribuição nos sistemas de tratamento vêm sofrendo os efeitos da degradação ambiental que atinge cada vez mais intensamente os recursos hídricos em todo o mundo. A poluição destes mananciais vem tornando cada dia mais difícil e caro o tratamento da água. Por outro lado, o uso, cada vez mais intenso, dos recursos hídricos vem obrigando a adoção de medidas de regulação e modificação dos cursos d'água o que gera variações nos ecossistemas e micro climas, com prejuízos à flora, a fauna e ao habitat.

O aumento da contaminação da água é uma das características mais importantes do uso dos recursos hídricos em todo o mundo. Nos países em desenvolvimento são poucas as cidades que contam com estações de tratamento para os esgotos domésticos, agrícolas e industriais, incluindo os agrotóxicos. Os seres humanos, a fauna e a flora vêm sobrevivendo às situações de mudança, no entanto, se a contaminação aumentar a capacidade de regeneração e adaptação diminuirá, acarretando a extinção de espécies e ambientes que antes constituíam em fonte de vida. Por isto é urgente um processo de planificação para prevenir e reduzir a possibilidade de ocorrerem estes danos. Este assunto foi discutido entre os alunos, a fim de que eles se conscientizassem de sua importância e para que ficassem atentos com o propósito de identificar alguns aspectos do cotidiano dos habitantes daquele bairro, como por exemplo, as formas de ocupação e utilização das terras, possíveis cuidados ambientais ou processos de degradação do meio ambiente, entre outros, com o propósito de transformar esses dados em subsídios que serviriam, mais tarde, ao entendimento dos problemas ambientais relativos à distribuição de água aos municípios da região carbonífera catarinense. Os alunos ficaram encantados com a paisagem, pois há mata nativa e muitos deles não tinham tido ainda a oportunidade de visitar o local. Alguns alunos foram conversar com agricultores que deixaram transparecer suas preocupações com a adaptação às novas moradias, haja vista que nasceram no referido bairro, criando vínculo de no mínimo de três gerações.

Sintetizando, a proposta de trabalho apresentada aos alunos foi encaminhada da seguinte forma:

## **Primeira Etapa do Projeto: conscientização**

Em sala de aula, o trabalho foi dividido em dois momentos:

- a) **Atividade 1** – Leitura de textos referentes ao tema gerador, com o propósito de levar os alunos a identificar dados ligados à disponibilidade de água doce em nosso planeta.
- b) **Atividade 2** – Debate sobre diferentes aspectos do uso cotidiano da água.

Este debate teve como objetivo principal despertar (ou em alguns casos ampliar) nos alunos a compreensão da finitude da água doce disponível e a necessidade de seu uso ser feito de forma mais racional.

O debate, conduzido pela pesquisadora, norteou-se por algumas questões, cujas respostas, a partir da vivência dos alunos ou dos dados coletados mediante a a leitura anterior, puderam ser assim resumidas:

### **Onde está a água do planeta?**

A água é tão abundante no nosso planeta, que ocupa 71% da sua superfície. Entretanto, 97,2% dessa água é salgada e está nos oceanos e mares. Dos 2,8% de água doce, 2,2% encontram-se na forma de geleiras e neves eternas e apenas 0,6% acham-se no ar (na forma de vapor ou nuvens), em lagos, rios ou lençóis subterrâneos. Assim, de toda a água do planeta, uma quantidade muito pequena é de fácil acesso e própria para o consumo humano.

### **Como deve ser a água considerada própria para o consumo?**

A água que se bebe deve ser tratada. Isso significa que, para não fazer mal à saúde, a água fornecida à população das cidades precisa passar por um tratamento que garanta que ela esteja livre de sujeira e micróbios. Desse processo faz parte a adição de cloro à água e, em muitas cidades, também flúor, para prevenir as cáries dentárias.

Nas regiões onde a água não é tratada, as pessoas devem adquirir o costume de ferver a água durante dois minutos e, depois de fria, agitá-la bem; ou adicionar a cada litro de água 1 ou 2 gotas de hipoclorito de sódio a 2,5%, que é distribuído nos postos de saúde ou pode ser adquirido em farmácias.

## **Por que é importante combater o desperdício de água?**

A água é a substância fundamental na sustentação da vida no planeta Terra. Aproximadamente 75% do corpo humano é composto por água. Além de manter a vida animal e vegetal, o mundo moderno utiliza a água para inúmeros fins. Muito embora existam vastos oceanos cobrindo a superfície terrestre, a água salgada é imprópria para o consumo. Apenas uma pequena parcela da água disponível no planeta é potável e estas reservas estão se esgotando rapidamente no mundo todo. Por um lado, a má distribuição dos recursos hídricos pelo planeta faz com que as populações de algumas regiões tenham mais água do que o necessário e outras precisem sobreviver com volume abaixo do considerado aceitável para uma vida saudável. O estresse hídrico – o desequilíbrio entre a oferta e a demanda de água em determinada região – tem como motivo, também, a poluição dos rios e lagos. A ONU estima que mais de 1 bilhão de pessoas já vivam com pouca ou nenhuma água. As nações mais afetadas estão na África Subsaariana, no Oriente Médio e na China. A carência de água compromete a produção de alimentos, o crescimento econômico e a saúde da população. Cerca de 2,2 milhões de pessoas morrem anualmente em razão de doenças causadas por água infectada; Mais de um sexto da população mundial – 18%, o que corresponde a 1,1 bilhões de pessoas –, não tem acesso a fornecimento de água. A situação piora quando se fala em saneamento básico, que não faz parte da realidade de 39% da humanidade, ou 2,4 bilhões de pessoas.

Até 2050, quando 9,3 bilhões de pessoas devem habitar a Terra, entre 2 bilhões e 7 bilhões de pessoas não terão acesso à água de qualidade – seja em casa, seja em comunidade. A diferença entre esses extremos depende das medidas adotadas pelos governos.

Os dados fazem parte de relatório da Unesco (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura), órgão responsável pelo Programa Mundial de Avaliação Hídrica, como preparação para o 3º Fórum Mundial da Água, que aconteceu em Kyoto, Japão, em março de 2003.

Os mananciais do planeta estão secando rapidamente, o que vai se somar ao crescimento populacional, à poluição e ao aquecimento global para reduzir em um terço, nos próximos 20 anos, a quantidade de água disponível para cada pessoa no mundo.

A quantidade de água disponível per capita vem caindo desde 1970. “As reservas de água estão diminuindo, enquanto a demanda cresce de forma dramática, em um ritmo insustentável”, afirmou o diretor-geral da Unesco, Koichiro Matsuura.

Por isso, com o aumento da população terrestre e, em parte, o incremento dos usos industriais da água em escala, torna-se urgente conscientizar a todos sobre seu uso racional, concluíram os alunos.

### **E no Brasil, qual a situação do consumo de água?**

No Brasil, nossos recursos hídricos abundantes são, muitas vezes, utilizados de forma inadequada, com o crescimento desordenado de cidades, poluição dos lagos, córregos e rios e, principalmente, pelo desperdício.

O desperdício residencial é o campeão. As maiores vilãs domésticas são as válvulas convencionais de descarga. Elas usam 40% de toda a água da casa. Cada segundo que uma pessoa permanece com o dedo na descarga são dois litros de água desperdiçados. Nosso desperdício de água chega a 70%, e temos até 78% do consumo de água de uma residência sendo gastos no banheiro.

Nas atividades industriais o consumo é também muito grande: as indústrias de papel e celulose chegam a gastar 500 (quinhentos) litros de água para cada quilo de produto fabricado. Nas indústrias siderúrgicas, o gasto é de 600 (Seiscentos) litros por quilo de aço produzido.

Em muitos países, foram estabelecidas leis rigorosas para evitar o desperdício doméstico. Nos Estados Unidos, todas as casas construídas depois de 1995 são obrigadas a ter descargas com caixas de 6 (seis) litros, bem mais econômicas. No Japão, já existem programas de reciclagem dentro de casa: além dos canos que trazem água potável, os prédios ganharam um segundo sistema hidráulico, que recolhe e trata a água para reutilização.

### **Exemplos de desperdício e o que se pode fazer para poupar água em casa:**

Um banho de ducha com duração de 15(quinze) minutos consome 135(cento e trinta e cinco) litros de água. Um banho de chuveiro elétrico com o mesmo tempo de duração consome 30% a menos de água.

Em uma lavagem de um carro com mangueira, em 309(trezentos e nove) minutos são gastos até 560(quinientos e sessenta) litros de água. Usando-se balde, economiza-se 90% de água.

Quando alguém escova os dentes com a torneira aberta durante todo o tempo, gasta até 80(oitenta) litros de água. Se esta mesma pessoa deixasse para abrir a torneira só na hora de enxaguar a boca, economizaria 25% de água.

Para evitar estes e outros desperdícios os alunos listaram alguns cuidados:

- a) reduzir o tempo de banho;
- b) passar xampu e ensaboar-se com o chuveiro fechado;
- c) lavar calçadas e pátios com sobras da água da limpeza da casa ou da lavagem de roupas;
- d) escovar os dentes e lavar a louça com a torneira fechada, abrindo-a apenas quando for enxaguar;
- e) molhar plantas apenas pela manhã e quando não chover;
- f) lavar o carro com balde e não com mangueiras;
- g) evitar banhos de mangueira, etc.

Em preparação, para a próxima etapa, a visita a Barragem do Rio São Bento, foram feitas as seguintes indagações aos alunos:

- a) e se uma torneira pinga, quanto se desperdiça de água?
- b) se há vazamento de água em sua casa, toda a comunidade paga?
- c) e por falar em pagar, como é calculada a tarifa de água?
- d) será que o desperdício de água é um problema atual ou já acontecia anos atrás?
- e) e como as populações se abasteciam de água antigamente, e como se abastecem hoje na região em que os alunos moram?
- f) quais os principais usos dados aos recursos hídricos locais?
- g) esses recursos hídricos vêm de uma mesma fonte de água, ou de um manancial?  
Como é sua distribuição?
- h) será que a água que se consome em Criciúma e região é própria para o uso humano?

### **Segunda Etapa do Projeto: a visita**

A Barragem do Rio São Bento<sup>15</sup> está implantada sobre o rio de mesmo nome,

---

<sup>15</sup> Dados fornecidos in loco pela pesquisadora junto a CASAN em novembro/2008

localizado na latitude 28° 36' 30" e longitude 49° 33' 38", possui uma área de 4,5 km<sup>2</sup> e um volume acumulado de 58,2 hm<sup>3</sup>, sendo o volume útil de 53,2 hm<sup>3</sup>. O reservatório artificial<sup>16</sup> está inserido na sub-bacia hidrográfica do Rio São Bento (157,40 Km<sup>2</sup>), inserida na bacia hidrográfica do Rio Araranguá (3.020 Km<sup>2</sup>), sendo esta, juntamente com as bacias dos Rios Urussanga e Mampituba, formadoras da Região Hidrográfica do Extremo Sul Catarinense.

A mesma foi inaugurada em 24 de junho de 2006. Na área da Barragem, construiu-se também uma estrada de acesso às instalações, que incluem um pequeno auditório, no qual serão ministradas palestras sobre Educação Ambiental e um centro de visitantes, com farto material sobre sua construção. Outro atrativo do complexo é a Torre de Vigia, com 25 metros de altura total. O patamar de observação, a 18 metros do chão, servirá tanto para a fiscalização da área como mirante para os turistas.

A região sul do Estado de Santa Catarina apresenta uma antiga degradação dos recursos hídricos, causada principalmente pelas atividades mineradoras do carvão. Isso comprometeu a qualidade da água de vários mananciais da região, resultando ainda no comprometimento do sistema de abastecimento tanto para o consumo humano quanto para o agrícola e/ou industrial. Por isso, o empreendimento no Rio São Bento teve como finalidade abastecer com água potável a população da região pólo do município de Criciúma, bem como suas indústrias e agricultores.

Com o início das atividades relativas à construção do empreendimento, ocorreu a desapropriação de terras nas áreas de influência direta da barragem - aproximadamente 450 hectares, o que gerou impacto social, devido à retirada de algumas famílias que ali residiam e que demonstraram insatisfação e resistência, apesar da ciência quanto à relevância da obra, ao fato de ser necessário o abandono das localidades de São Pedro e Serrinha, unindo-se à dificuldade de adaptação a outros lares. A mudança dessas famílias provocada pela construção da barragem, pode ter outra consequência: a alteração de algumas características dos municípios diretamente afetados pela obra.

Com um investimento da ordem de 58 (cinquenta e oito) milhões de reais, essa obra soluciona as dificuldades com o abastecimento de água de uma população estimada em 300 (trezentos) mil habitantes. No futuro, a previsão é que ela irá beneficiar mais de 700 (setecentos) mil habitantes.

A responsabilidade da Companhia Catarinense de Água e Saneamento (CASAN)

---

<sup>16</sup> Dados fornecidos in loco pela pesquisadora junto a CASAN em novembro/2008

com a construção da Barragem ultrapassa a de abastecer as populações beneficiadas, alcançando o incremento da economia da região. Afinal, a obra também representa um grande impacto econômico, já que equaciona o problema de irrigação das culturas de arroz e movimenta o turismo da região. Outro benefício indireto da Barragem é o controle de cheias: desde que foi concluída, a Barragem impediu o transbordamento do rio São Bento em algumas ocasiões de chuvas intensas, evitando assim prejuízos para agricultores e para a população.

Os alunos que foram levados a conhecer a Barragem foram informados desses fatos. A integração entre a Matemática e as questões ambientais incentivou o envolvimento deles e permitiu-lhes a reflexão sobre problemas ambientais, contribuindo para o exercício da cidadania. Praticou-se, dessa forma, um ensino mais reflexivo em torno da Matemática e dos problemas ambientais (abastecimento, consumo, mananciais de água), contribuindo para que os alunos atribuíssem mais significado aos conteúdos desenvolvidos.

### **Terceira Etapa do Projeto: resolvendo problemas**

O primeiro passo, para a efetivação dessa etapa, foi ir até a CASAN a fim de verificar como é calculada a tarifa cobrada pelo consumo de água em residências, estabelecimentos comerciais e indústrias. Com as informações que obtiveram, os alunos perceberam que esta tarifa é calculada por meio de uma função exponencial, na qual o expoente varia conforme o consumo em  $m^3$  de água tratada. Ainda, constatou-se que o preço básico e o serviço base cobrado na tarifa também variam conforme a categoria que a residência, comércio ou indústria se enquadram. Com as informações obtidas durante a pesquisa, criou-se um Modelo Matemático, com o qual foi possível entender como é calculado o valor da conta mensal do consumo de água. Ainda dentro deste assunto, pensou-se em dois problemas que também foram resolvidos usando Modelagem Matemática: o primeiro, considerando o vazamento de uma torneira, para verificar quantos litros de água vaza num período de 30 dias e, o segundo, qual o tamanho da gota na torneira com vazamento. As respostas para os três problemas bem como as Modelagens Matemáticas que se usaram no desenvolver deste estudo encontram-se a seguir. Ainda constam, nestes registros, os conteúdos que podem ser desenvolvidos com alunos do ensino médio a partir destes problemas.

Resolver um problema matemático não é simplesmente obter uma resposta a partir



dos números envolvidos no enunciado. Resolver um problema pressupõe a elaboração de procedimentos de resolução, a comparação dos resultados obtidos e a validação dos procedimentos adotados.

A resolução de problemas vai possibilitar aos alunos mobilizar conhecimentos e desenvolver capacidades para gerenciar as informações que estão a seu alcance.

Algumas sugestões apontadas por Dante (2004) para o trabalho de resolução de problemas em sala de aula são:

- a) iniciar trabalhando com problemas simples e, pouco a pouco, apresentar problemas mais complexos;
- b) valorizar o processo desenvolvido pelo aluno para resolver o problema e não apenas enfatizar a resposta;
- c) incentivar o aluno a expressar verbalmente as estratégias que utilizou para resolver o problema;
- d) estimular o aluno a verificar a solução obtida;
- e) deixar claro que o “erro” é permitido, pois aprendemos também por tentativa e erro. O “erro” é uma etapa provisória a ser vencida;
- f) orientar, estimular, questionar sem dar pronto ao aluno o que ele pode descobrir sozinho;
- g) não apressar o aluno durante a resolução de um problema;
- h) estimular o aluno a inventar e a resolver seus próprios problemas;
- i) o uso adequado da metodologia de resolução de problemas desenvolve a capacidade de “fazer Matemática” construindo conceitos e procedimentos, pensando logicamente, relacionando idéias, enfim percebendo que os conceitos e procedimentos matemáticos são úteis para compreender o mundo. Além disso, a resolução de problemas promove no aluno certa perseverança que se reflete na vontade de vencer as situações problemáticas que lhe forem colocadas.

### **Problema 1**

Como é calculado o valor mensal do consumo de água?

O valor cobrado pelo consumo mensal de água em um imóvel depende da categoria em que o mesmo se enquadra. A Companhia Catarinense de Água e

Saneamento estabeleceu as seguintes categorias para os imóveis, juntamente com as suas tarifas conforme tabela a seguir.

TARIFA	CATEGORIA	PREÇO BASE R\$	SERVIÇO BÁSICO	TARIFA COMPOSTA MÍNIMA
BP	Bica Pública	0,88	3,20	20,30
BÁSICA	Residências com até 60m <sup>2</sup>	0,70	3,20	30,50
	Excedente até 10m <sup>3</sup>	1,95		
SOCIAL	Imóveis com mais de 60 m <sup>2</sup>	1,95	10,90	34,80
EMPRESARIAL	COMERCIAL 1 Comércio até 50 m <sup>2</sup>	1,95	10,90	34,80
	COMERCIAL 2 Grande Comércio	3,90	24,20	72,80
	PÚBLICA Pública	2,90	30,80	87,60
	Indústrias	4,10	38,60	140,80

**Tabela 1** - Categorias de imóveis-tarifa água

**Fonte:** CASAN- Companhia Catarinense de água e Saneamento-2008

O cálculo do valor cobrado pelo consumo mensal é feito por meio do seguinte Modelo Matemático:

Vc= Valor cobrado (R\$)

PB = Preço Base

C = Consumo

n = Expoente, varia conforme os m<sup>3</sup> de consumo mostrado na tabela abaixo.

SB = Serviço Básico

Assim:

m <sup>3</sup>	Expoente
----------------	----------

Até 20	1,00
21	1,01
22	1,02
23	1,03
24	1,04
25	1,05
Mais de 25	0,01C +4,80

**Tabela 2** - Índice exponencial de acordo com consumo em m<sup>3</sup> de água  
**Fonte:** CASAN (2008)

Nas categorias Res A e A1, cujo consumo exceder a 10m<sup>3</sup>, o Preço Base do excedente será calculado de acordo com o Preço Base da categoria Res B.

O esgoto será cobrado a razão de 70% do valor do m<sup>3</sup> de consumo ou do volume mínimo da categoria de uso.

#### **Exemplo 1:**

Imóvel residencial com 50m<sup>2</sup>/sup.

Leitura em 02 de novembro de 2008: 1393

Leitura em 02 de dezembro de 2008: 1403

Consumo: 1403-1393= 10m<sup>3</sup>

$$V_c = 1,95 \times 10^1 + 3,20$$

$$V_c = 22,7 \text{ m}^3$$

#### **Exemplo 2:**

Imóvel residencial com 100m<sup>2</sup>

Leitura em 02 de novembro de 2008: 1692

Leitura em 02 de dezembro de 2008: 1710

Consumo: 1710-1692= 18m<sup>3</sup>

$$V_c = 1,95 \times 18^1 + 10,9$$

$$V_c = 46,00 \text{ m}^3$$

**Exemplo 3:**

Comercial C1.

Leitura em 02 de novembro de 2008: 2024

Leitura em 02 de dezembro de 2008: 2049

Consumo:  $2049 - 2024 = 25\text{m}^3$

$$V_c = 1,95 \times 25^{1,05} + 10,90$$

$$V_c = 68,16 \text{ m}^3$$

A conta do problema de água que o mundo já enfrenta e certamente irá enfrentar cada vez mais parece recair exclusivamente sobre os consumidores residenciais. Mas o que as pessoas parecem não se dar conta é que o uso doméstico representa apenas 18% do consumo de água no Brasil, segundo dados da ONU. É claro que há desperdícios a serem corrigidos, porém as pessoas não questionam e nem discutem o uso dos 82% restantes, que são empregados na agricultura, na pecuária e na indústria. A maior parte (63% do total) vai para a irrigação – quase sempre subsidiada pelo governo –, mas é curioso observar que menos de 5% da área plantada no país é irrigada.

Além disso, como o exemplo 3 demonstra, estabelecimentos comerciais – e as indústrias gastam ainda uma quantidade muito maior que as residências e, certamente, neste volume gasto está embutido muito desperdício. A situação, contudo, carece de outras reflexões:

Ao analisar em sala de aula esse problema, um aluno relatou haver assistido a um programa de TV que mostrava uma catarinense sem acesso a água encanada. Os dados apresentados mostravam que toda a sua família consumia, em nove dias, 500 litros do precioso líquido, a mesma quantidade que algumas pessoas mais esbanjadoras nos centros urbanos usam em apenas um dia. Assim, segundo o aluno, aquela senhora era descrita na reportagem como uma vanguardista, um exemplo para o futuro do mundo, por saber como sobreviver com tão pouca água.

A pesquisadora aproveitou esse exemplo para explicar aos alunos que, ao contrário do que parecia, a reportagem mostrava uma perigosa distorção.

A questão que se deveria colocar é esta: será que a saída é trabalhar para que as famílias aprendam a viver com 50 litros de água por dia? Ou devemos racionalizar e cobrar por seu uso nas atividades comerciais que trazem pouco retorno social, como o plantio de soja e produção de alumínio, por exemplo?

Entende-se que a solução para o problema da escassez de água deverá passar

necessariamente pela taxaço diferencial da água usada para atividades que não se reverterem em benefícios à sociedade como um todo. Imagine-se, por exemplo, a cobrança de atividades produtivas, a  incluído o uso da água, que levasse em conta aspectos como gera o de empregos e de renda (para os funcionários e para a cadeia produtiva daquela atividade) por real de faturamento; impacto ecológico por real de faturamento etc. Os impostos deveriam, necessariamente, pesar o custo social e ambiental das atividades. Assim, aquelas pouco poluidoras e com grande retorno social seriam menos taxadas que as suas contrapartes.

Se permitirmos que o aumento no preço da conta de água, devido à escassez e ao encarecimento dos processos de purifica o, seja ditado por leis de mercado, a conta vai recair com mais força sobre os pobres, exatamente quem menos consome individualmente os recursos naturais em termos relativos e as maiores vítimas da nossa sociedade desigual.

## Problema 2



Constatado o vazamento de uma torneira, como podemos verificar quantos litros de água vaza num período de 30 dias?

Testou-se o vazamento de uma torneira coletando gotas em uma tampinha de forma cilíndrica. Realizou-se três testes, com os quais se obteve os seguintes dados:

Segundos	Gotas
09" 55 ->	28
10" 54 ->	29
09" 70 ->	28

**Figura 11 - Vazamento fotografado em 03.11.08 na escola onde foi realizada a pesquisa**

**Fonte:** Elaborado pela autora

Média de tempo em segundos  $(09,55 + 10,54 + 9,70)/3 = 9,93''$

Média de gotas  $(28 + 29 + 28)/3 = 28,33$

Conclusão: 28,33 gotas em 9,93 segundos.

Calculou-se o volume do Cilindro:  $V = \pi \times \text{Raio}^2 \times \text{Altura}$

Raio = 0,65 cm; Altura = 4,7 cm

$V = 3,14 \times (0,65)^2 \times 4,7$

$$V = 6,25 \text{ cm}^3$$

Transformando  $6,25 \text{ cm}^3$  para  $\text{m}^3$ , temos:

$$1 \text{ cm}^3 = 0,000001 \text{ m}^3$$

$$x = 0,00000625 \text{ m}^3$$

Transformando  $0,00000625 \text{ m}^3$  para litro, temos:

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ l}$$

$$0,00000625 \text{ m}^3 \times 1$$

$$x = 0,00625 \text{ l}$$

Verificando qual será o vazamento em litros durante 30 dias temos:

$$1 \text{ dia} = 86\,400 \text{ segundos}$$

$$28,33 \text{ segundos } 0,00625 \text{ l}$$

$$86\,400 \text{ segundos} \times 1$$

$$x = 19,06 \text{ l/dia}$$

$$\text{Em 30 dias } 571,80 \text{ l}$$

### Problema 3

Qual o tamanho da GOTA na torneira com vazamento?

Chamando  $n$  o número de gotas e  $V$  o volume do cilindro tem-se:

Tamanho da gota:  $n / V$

$$g = 6,24 \text{ cm}^3 / 28,33$$

$$g = 0,22 \text{ cm}^3$$

Em sala de aula, foi explicado aos alunos que as empresas que trabalham com abastecimento de água classificam as perdas deste líquido em físicas e administrativas (ou não-físicas). As primeiras ocorrem quando há vazamentos na rede de distribuição,

adutoras ou ramais prediais, ou ainda durante operações de manutenção e limpeza, como lavagem de filtros ou reservatórios. Quando o vazamento é oculto, o desperdício é maior. Por exemplo, se uma tubulação se rompe embaixo de uma camada de asfalto, pode levar meses até que o vazamento seja percebido.

Já as perdas administrativas são causadas por fraudes, como gatos ou ligações clandestinas. Nesse caso, o usuário consome a água sem que isso seja registrado e, conseqüentemente, não há cobrança. Pela falta de cobrança, é comum que não haja preocupação por parte dos usuários em economizar. Por isso, além de prejuízos financeiros, as perdas administrativas levam ao maior desperdício de água pelos consumidores.

Somadas estas perdas, àquelas que ocorrem em residências ou estabelecimentos comerciais ou industriais com o mero gotejar de uma torneira, como no exemplo dado acima, o volume de água desperdiçado chega a proporções vultosas, que agravam, ainda mais, o quadro do desperdício dos recursos hídricos em nosso planeta.

### 7.1.2 Conteúdos de Matemática que podem ser trabalhados a partir dos problemas

#### Problema 1

Função Exponencial.

Sendo:

Vm= Valor mínimo

PB = Preço Base

C = Consumo

n = Expoente, varia conforme os m<sup>3</sup> de consumo mostrado na tabela abaixo.

SB = Serviço Básico

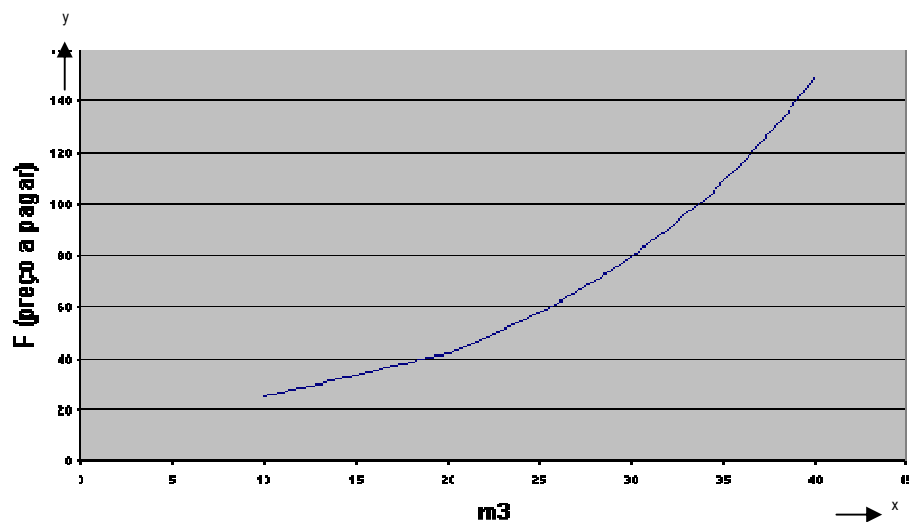
#### RESIDENCIAL B

Consumo/m <sup>3</sup>	Preço/R\$
10	24,89
12	28,27
15	33,34
20	41,79

21	44,58
22	47,54

**Tabela 3** - Relação de consumo de água em  $m^3$  e valor a ser pago em reais

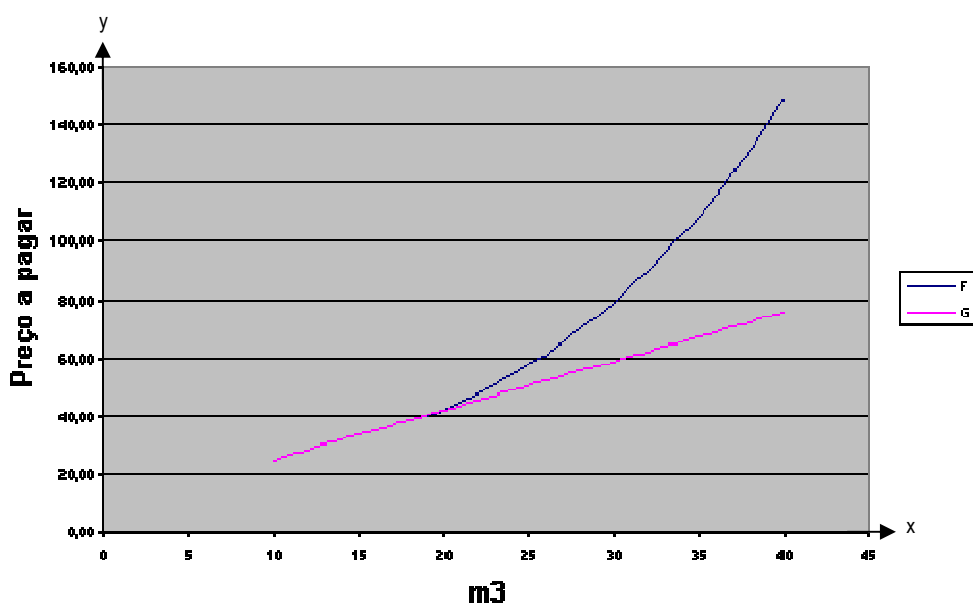
Fonte: CASAN (2008)



**Figura 12** - Gráfico ilustrativo entre a variável independente "x" (consumo de água em  $m^3$ ) e a variável dependente y (valor em R\$ a pagar)

Fonte: Elaborado pela autora

Considerando a situação real, na qual o expoente "n" varia conforme o consumo e outra situação não real, em que "n" seria sempre o mesmo (1,00) pode-se comparar o gráfico de uma função exponencial com uma função linear.



**Figura 13** - Gráfico comparativo entre função exponencial e função linear

Fonte: Elaborado pela autora



Sendo:

$V_m$  = Valor mínimo

PB = Preço Base

C = Consumo

n = Expoente

SB = Serviço Básico

## Gráficos

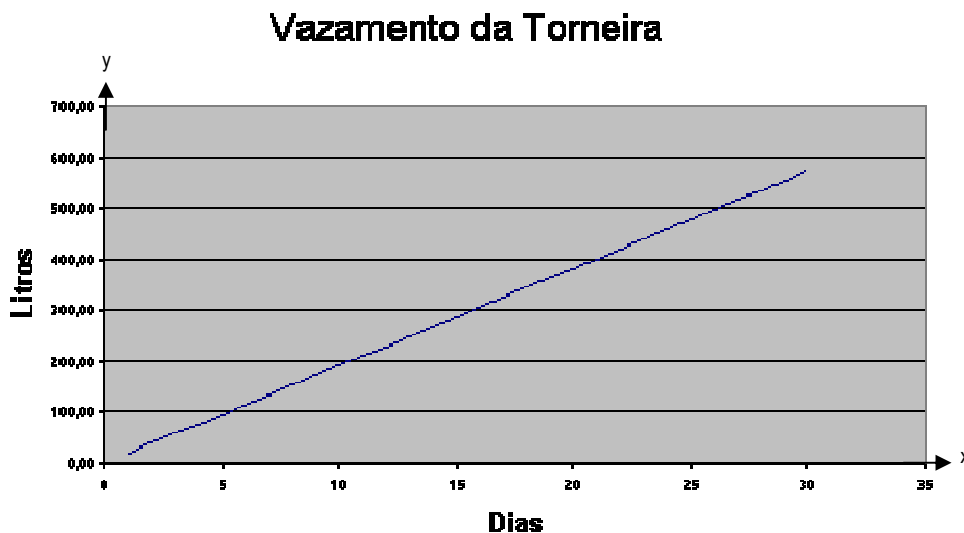
### Coefficiente angular e coeficiente linear

#### Problema 2

Geometria espacial métrica: área e volume.

No gráfico abaixo, ilustra-se a relação entre o vazamento de uma torneira durante determinado período expresso em dias e o vazamento da mesma expresso em litros.

Função linear



**Figura 14** - Função linear expressa entre o vazamento de uma torneira em dias e litros de água  
**Fonte:** Elaborado pela autora

Sistemas de medidas de volume e capacidade.

Regra de três.

Estatística: coleta de dados, média.

### Problema 3

Estatística: coleta de dados, média.

Cálculo de Volume.

### Quarta Etapa do Projeto: avaliando os resultados sob a ótica da Gestão do Conhecimento

Nas primeiras investigações que os alunos fizeram, os mesmos puderam verificar que o cálculo da tarifa do consumo de água é feito por meio de uma função exponencial na qual o expoente varia conforme o consumo de água em  $m^3$ . E, também que o valor do preço básico e do serviço base varia conforme a categoria da residência, comércio ou indústria.

Por intermédio do modelo matemático da função exponencial encontrou-se a solução do primeiro problema. O segundo e terceiro problema, que se referem ao vazamento de uma torneira, foram resolvidos empregando-se Modelos Matemáticos que envolveram coleta de dados, média, área e volume de sólidos geométricos, razão, regra de três e sistema de medida de volume e capacidade.

Ao pensarmos a Modelagem Matemática como uma metodologia de ensino, conseguiu-se associar a modelagem com vários conteúdos de Matemática no Ensino Médio: função exponencial, função linear, coeficiente angular e linear de uma reta, figuras geométricas espaciais (área e volume) e estatística (coleta de dados e média). No ensino fundamental sistemas de medidas de volume e capacidade, regra de três, razão e outros.

Com o desenvolvimento do projeto, apesar do pouco tempo para sua execução, os alunos puderam chegar a outras conclusões importantes, demonstrando criticidade e consciência ambiental. A fala dos alunos, à luz de conceitos da economia ecológica, explicitados por Montibeller (2004) pode ser assim enunciada:

Grande parte da população da região da Barragem do Rio São Bento (inclusive os bairros em que os alunos residem) é abastecida por suas águas, que são tratadas e fornecidas à população dentro das condições aceitas como adequadas à saúde humana. Contudo, alguns moradores, mesmo perto da Barragem, não têm água encanada em suas casas. Muitos destes moradores pertencem à zona rural das cidades abastecidas e utilizam poços artesianos como fonte de água, tanto para consumo humano como para

seus animais e plantas.

Nas casas em que há o abastecimento fornecido pela CASAN com água da Barragem, o **consumo exossomático** - aquele que vai além das necessidades básicas - prevalece, havendo, muitas vezes o uso indevido dos recursos hídricos, como o desperdício de água em lavagem de carros e calçadas, torneiras pingando e canos com vazamentos, chuveiros ligados muito além do tempo necessário, entre outros. A variação do consumo mostrada nos problemas resolvidos pelos alunos evidencia um consumo muito além do necessário, ligado, quase sempre, a questões culturais.

O cálculo do desperdício de água com algo aparentemente inofensivo, como o gotejar de uma torneira, criou em muitos dos alunos, a consciência de que fatos desse tipo aliado ao consumo predatório podem levar a um esgotamento dos recursos hídricos da região, cujo geossistema já é bastante prejudicado.

Considerando-se que a região sul de Santa Catarina é tida como área de risco nacional do ponto de vista ambiental, devido à exploração do carvão mineral, considerando também os custos com a criação/manutenção de uma barragem, além dos custos de tratamento e fornecimento de água (somados ao impacto do consumo atual desse bem num futuro não muito longínquo), os alunos concluíram que o valor que se paga pela água em nossas torneiras é baixo. E, talvez, esta seja uma das principais razões do desperdício da água.

No caso específico dos alunos envolvidos no projeto, em média, cada família paga R\$ 28,00 (vinte e oito reais) para a CASAN, o que corresponde a menos de 3% da renda total destas famílias (sendo que a renda de cada família - constituída, na maioria, por quatro pessoas - é, em média, R\$ 1.200,00 (um mil e duzentos reais). Outro cálculo que se poderia efetuar é o do valor per capita, que, nesse caso, corresponderia a pouco mais de 2% para cada membro da família. Portanto, com um valor tão baixo, a conta d'água é, sem dúvida, uma preocupação menor para as famílias.

Por outro lado, o consumo médio nos lares destas famílias é de 12 m<sup>3</sup> e valeria a pena que cada uma refletisse se este consumo é o desejado ou se ele poderia ser reduzido, por exemplo, para 10m<sup>3</sup>. Esta pequena redução, certamente, não implicaria em prejuízo para a saúde ou em desconforto (nem mesmo da parte sanitária) para a família, mas resultaria num importante passo para a melhoria da sustentabilidade dos recursos hídricos disponíveis.

A “ruptura ambiental” causada pela equação consumo desenfreado tarifa baixa = desperdício de um recurso natural não-renovável - que mereceria ser mais bem

estudada pelos alunos -, seguramente, gerará problemas graves de abastecimento, talvez bem mais cedo do que gostaríamos de supor (como, aliás, já alertam os ambientalistas há décadas). O frágil equilíbrio entre o custo e o benefício do uso sem consciência da água em longo prazo pode ser quebrado, fazendo com que seja extrapolada a “capacidade de suporte populacional” do geossistema em questão.

Entretanto, ao serem consideradas outras variáveis que entram em cena quando da atuação do ser humano em relação à natureza, os alunos puderam constatar que a construção da barragem foi uma interferência benéfica também para o ambiente, uma vez que evita cheias que provocavam erosão e morte de árvores e plantas.

Para a população, esta interferência foi extremamente benéfica, pois além de garantir o conforto do abastecimento residencial, contribuiu também para o desenvolvimento industrial, comercial e agrícola da região.

Seria importante que projetos, como o esboçado aqui, pudessem ser implementados em número e prazo maior nas escolas, ajudando a desenvolver a consciência ecológica nos educandos. Neste não foi possível aprofundar junto aos alunos o conceito de desenvolvimento sustentável, imprescindível para a mudança dos paradigmas atuais, todavia puderam ser detectadas modificações no comportamento dos alunos envolvidos no projeto: no final do ano, segundo os professores mais antigos na escola, sempre havia "trotos". Os professores contam que tinham que fechar o registro de água para que os alunos não molhassem a todos. Os “trotistas” enchiam balões de água e jogavam um nos outros. Para evitar isso, a pesquisadora foi em todas as turmas da escola, acompanhada de alunos que visitaram a barragem (eles fizeram uma escala para se revezarem nas visitas as salas de aula), procurando conscientizar os demais alunos sobre o desperdício de água. O resultado foi que aqueles que faziam trote devolveram os balões, não jogaram água e os registros foram mantidos abertos. Isso ocorreu nos três turnos de atendimento da escola e quando alguém insistia em jogar água, logo vinha algum aluno e perguntava se ele não havia entendido que o desperdício de água poderá acarretar grandes problemas no futuro.

Este projeto ilustra que, com a utilização de diferentes recursos pedagógicos que o mundo moderno oferece, de atividades interdisciplinares, da Modelagem Matemática na perspectiva Etnomatemática; o aluno pode ser levado a pesquisar os problemas que afligem a sociedade atual, analisando-os e propondo soluções sob o ponto de vista holístico. Este tipo de currículo matemático propõe desafios, incentiva a pesquisa, estimula a comunicação e a postura, amplia a visão de mundo, desenvolve diferentes

formas de pensar e conseqüentemente, diferentes habilidades; levando os educandos à reflexão e à análise sobre os temas propostos. Este currículo também contribui para o exercício crítico da cidadania, para uma educação que aguce a criticidade do aluno, com a assimilação de novos processos de aquisição do conhecimento, permitindo uma atuação mais consistente, frente a uma sociedade globalizada, que enfrenta constantes mudanças sociais, econômicas e tecnológicas.

A abordagem da Gestão do Conhecimento está preocupada com a representação, organização, aquisição, criação, uso e evolução do conhecimento em várias formas.

Verifica-se que ela, a Gestão do Conhecimento, é uma área multidisciplinar que encara o capital intelectual como um ativo gerenciável, envolvendo os recursos humanos, a organização e a cultura da organização, a tecnologia de informação e os métodos e ferramentas que a suportam e a viabilizam. É evidente que o processo de conversão do conhecimento é algo dinâmico que exige envolvimento de todos e na qual todos precisam aprender e compartilhar os conhecimentos para promover o desenvolvimento da instituição.

Quanto à escola, para a manutenção de sua característica de produtora de conhecimentos, a expectativa da sociedade é que ela busque novas propostas sociais, econômicas e ambientais e contribua para a formação das lideranças que atendam as necessidades dos mercados globais (estas novas lideranças são importantes, pois elas têm – e devem continuar - oportunizado o surgimento de novas propostas redutoras da poluição - reciclagem de materiais, redução do consumo, controle dos resíduos gerados, entre outros). Agindo assim a escola favorece a oferta de profissionais mais capacitados em diversas áreas do conhecimento no esforço de promover no indivíduo o uso da criatividade como ferramenta de trabalho.

Nesse processo de mudança de práticas, a Gestão do Conhecimento propõe “uma nova maneira de olhar e transformar o mundo, baseada no diálogo entre saberes e conhecimentos diversos”, o que reforça a importância das instituições de ensino como intermediadoras neste processo da organização do conhecimento ambiental como atividades de transdisciplinaridade. Os indicadores de sustentabilidade, atendendo às exigências sociais, econômicas, ecológicas, espaciais e culturais do meio em que se insere, encontram nestas instituições a base para sua definição, desenvolvimento e implantação de acordo com suas diferenças e similaridades.

Gestão do Ambiente é um processo social que requer: dinâmica, articulação, interação, relação, intercâmbio, informação, conhecimento, diálogo entre diversidades,

bem como ação integrada entre o setor público e a sociedade na implementação de uma política de sustentabilidade. Gestão do Ambiente é também a gestão do conhecimento das pessoas, com suas percepções, interesses, saberes e cultura.

Assim, a utilização de uma metodologia científica adequada, para a elaboração das atividades, desperta e favorece no educando, a facilidade para a comunicação, para o diálogo, que mediante a exposição clara e a defesa dos argumentos, procuram respeitar as opiniões divergentes, adquirindo, dessa forma, a capacidade para discutir, refletir, analisar, detectar problemas e propor soluções que estão relacionadas aos temas abordados.

## **7.2 Implicações da Economia na Sustentabilidade do Planeta**

Conforme visto, a grande problemática deste milênio está voltada para o meio ambiente. Estamos vivendo uma crise ambiental, na qual sofremos a escassez dos recursos naturais em função do crescimento demográfico, das atividades industriais e agropecuárias e da limitação dos recursos do planeta. As mudanças ambientais surgem das complexas relações estabelecidas com o crescimento econômico, padrões tecnológicos e a extração e transformação dos recursos.

A premissa de produzir sem degradar o meio ambiente e utilizando o mínimo de recursos naturais não renováveis estabelece os parâmetros para o consumo e para a densidade populacional. Assim, o desenvolvimento sustentável surge para a economia ambiental como paradigma capaz de dar conta de vida da população, sem comprometimento ambiental. (MONTIBELLER, 2004, p.125)

A degradação ambiental então aparece com o crescimento e com a globalização da economia. Porém, a escassez não vem só da degradação ecológica, mas do sistema social, de seus valores e de seus modos de produção que conseqüentemente ameaçam a natureza. Assim, a educação tem um papel fundamental na construção de um cidadão crítico e pensante, que irá enfrentar e agir diante de desafios que ocorrem dentro e fora da escola. Portanto, a escola tem de colaborar para a transformação social da realidade em que está inserida. Existe, então, uma relação entre educação, escola e sociedade, as quais passam por transformações contínuas, sendo que o desenvolvimento da escola interfere na sociedade, e a sociedade também interfere na escola.

Diante da crise ambiental nasce a necessidade de formar uma consciência a respeito de suas causas e de buscar soluções para construir novas formas de desenvolvimento, a

fim de produzir e difundir novos saberes e conhecimentos que permitirão a construção de uma sociedade que respeite a natureza.

Por sua vez, a Educação Ambiental deve propiciar o desenvolvimento de atitudes concretas nos diversos setores sociais. Por exemplo, no estudo realizado com educandos do Ensino Médio, cada aluno deveria ser capaz de, após sua realização, reconhecer a importância da preservação da água dentro de sua casa, por ser esta advinda de fontes que ainda podem oferecê-la mesmo com tanta poluição. O educando deveria reconhecer, ainda, a importância dessa preservação em relação aos bens naturais, visto que não são inesgotáveis.

Esse tipo de relação serve também para uma postura adequada quanto ao consumo de energia. Outro exemplo está na questão da reciclagem de materiais. Não basta que o aluno ouça falar que ela é possível, mas o professor deve instigá-lo a separar os materiais para a coleta em sua própria casa ou em outro ambiente que frequente. A informação trabalhada de maneira criativa pode influenciar atitudes muito relevantes para o ambiente e, assim, para a sociedade.

Podemos dizer que a Educação Ambiental não deve consistir em transmissão de verdades, informações, demonstrações e modelos, mas sim, em processos de ação-reflexão que levem o aluno a aprender por si só, a conquistar essas verdades e, assim, desenvolver novas estratégias para compreender a realidade.

Para tanto, há que se considerar no tratamento das questões ambientais os conhecimentos construídos ao longo do tempo e que hoje chamamos de Ciências, bem como a necessidade da abordagem interdisciplinar e transdisciplinar da Educação Ambiental.

A abordagem desse tema reflete sobre uma educação voltada para a formação de um ser humano com espírito crítico e construtivo, no qual se desenvolva uma consciência ecológica, a fim de promover a preservação do meio ambiente, por meio de ações transformadoras e construir uma sociedade integradora, justa e ambientalmente sustentável. Ou a sociedade capitalista e seu modo de produção e sua racionalidade econômica, em longo prazo, aprofundarão a crise sócio-ambiental, enquanto exclusão e degradação, acirrando a luta social pelo acesso aos recursos naturais, ou mudanças sociais romperão com a lógica do capital, possibilitando pela sua desestruturação a sustentabilidade do desenvolvimento humano.

Considera-se que os indicadores sócio-ambientais de sustentabilidade das sociedades capitalistas apontariam para o sucesso da aplicação das soluções propostas pelo atual

modo de regular a questão ambiental, quando lucrativas. Ou, como assevera Montibeller (2004), quando aborda o tema da mais-valia natural: a preservação ambiental torna-se a mais valia relativa, revelando-se por intermédio de eco-tecnologia, certificações e forte regulamentação do acesso à natureza. À educação cabe realizar um processo de conscientização, a fim de que os alunos participem como cidadãos críticos, com uma visão integradora do homem com a natureza.

Desse modo, importa oferecer aos docentes, oportunidade de renovar-se, rever seus conceitos, reavaliar seus métodos, refletir sobre suas concepções, em busca de uma prática docente crítica-reflexiva, de forma a tornar os alunos, não um depósito de conhecimentos estanques, mas sujeitos da própria aprendizagem, capazes de intervir no mundo, pois segundo Freire (1996, p.43), a prática docente crítica, implicante do pensar certo, envolve o movimento dinâmico, dialético, entre o fazer e o pensar sobre o fazer.

O saber que a prática docente espontânea ou quase espontânea, desarmada, indiscutivelmente produz é um saber ingênuo, um saber de experiência feito, a que falta a rigorosidade metódica que caracteriza a curiosidade epistemológica do sujeito.

Fica claro, neste estudo, que o esforço para a construção de uma percepção de sustentabilidade, que busque o fortalecimento dos processos negociados de tomadas de decisão, está intimamente vinculado ao processo pedagógico e requer vigorosa defesa de uma adequada formação de professores em todos os níveis e modalidades de educação. E que esta formação, associada à idéia de uma educação crítica e transformadora do sentir, pensar e agir, deve visar à criação de condições que permitam ampliar o poder social dos cidadãos mediante a construção de consciência crítica, aproximando a educação das condições reais de existência de seus atores.



## **8 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES**

Este capítulo abrange três seções. Na primeira, trata-se da necessidade da mudança de paradigmas por parte da escola e de seus membros, com o propósito de atingir-se a meta de uma educação que ajude na transformação social e na sustentabilidade do planeta. Na segunda, são apresentadas algumas sugestões para trabalhos futuros que poderão ajudar na construção do modelo educacional pretendido. Por fim, têm-se as conclusões dessa pesquisa, de acordo com os objetivos específicos que a nortearam.

### **8.1 Considerações Finais: da necessidade de mudanças de paradigmas**

A compreensão da realidade social está ligada à consciência reflexiva. A capacidade de reter imagens mentais nos habilita a escolher o que é necessário para a formulação de valores e regras sociais.

As ações humanas ocorrem a partir dos significados que atribuímos ao ambiente que nos rodeia. A plena compreensão se dá a partir de quatro perspectivas: forma, matéria, processo e significado, sendo que a perspectiva do significado abre uma nova dimensão e um novo conceito. A partir do momento em que se reconhece cada um, percebe-se a contribuição que é proporcionado, ou seja, uma melhor compreensão dos fenômenos sociais que estão interligados a estes significados, que são transmitidos de geração em geração.

No início deste novo século, estamos rodeados de sistemas altamente complexos que cada vez mais tomam conta dos diferentes aspectos da vida humana: sistemas globais de comércio, uma comunicação global instantânea por meio de redes eletrônicas cada vez mais sofisticadas, empresas multinacionais gigantescas, fábricas automatizadas... Somado a esses elementos, encontram-se os sistemas globais complexos que constituem a força principal de destruição do ambiente planetário, tornando-se uma ameaça à sobrevivência da humanidade.

As organizações humanas precisam passar por uma mudança fundamental, adaptando-se ao novo ambiente empresarial e tornando-se sustentáveis do ponto de vista ecológico. A dificuldade para essa mudança está na natureza dual das organizações humanas.

Por um lado, são instituições sociais criadas com objetivos específicos, como os de ganhar dinheiro para os acionistas, administrar a distribuição do poder político e/ou

transmitir conhecimento. Ao mesmo tempo, são comunidades de pessoas que interagem umas com as outras para construir relacionamentos, ajudar-se mutuamente e tornar significativas às atividades cotidianas.

A concepção e a compreensão das organizações humanas como sistemas vivos é um dos maiores desafios da nossa época. As organizações realmente vivas somente poderão florescer quando mudarmos nosso sistema econômico de modo que, em vez de destruir a vida, que se passe a apoiá-la.

A compreensão sistêmica da vida deixa evidenciada que, nos anos vindouros, essa mudança será absolutamente necessária, não somente para o bem-estar das empresas como também para a sobrevivência e a sustentabilidade da raça humana. Educar, portanto, significa mudar as práticas sociais e transformar integralmente o ser humano.

Para que se possa atingir tal meta é imprescindível uma mudança de paradigma, no entanto, o que é um paradigma? Embora haja outras definições, vai-se trabalhar aqui como sendo um modelo, um padrão seguido pelos educadores que repercutem na prática educativa nas escolas.

No velho modelo de ensino-aprendizagem, o homem era o centro, seus conhecimentos normalmente eram fragmentados, as mensagens transmitidas se baseavam na reprodução do conhecimento e das verdades que eram tidas como absolutas, o seu objetivo era chegar a um final no qual todos tinham um mesmo conhecimento, ou no qual o conhecimento fosse igual. Os modelos apresentados deveriam ser copiados e seguidos, não sendo possível desviar-se deles, nem mesmo cabendo questionamento. O aluno é apenas um objeto que recebe e se apropria de informações não sendo possível interagir com os conhecimentos socialmente construídos, o aluno não pode ser crítico ou um ser pensante.

Neste modelo cabe ao aluno apenas reproduzir exemplos e conteúdos apresentados, há inclusive uma valorização de capacidades intelectuais super estimando sempre a lingüística e a lógica matemática. Estas habilidades intelectuais são vistas como necessárias ao emprego na indústria e comércio, para onde, na era industrial, a maior parte dos alunos era destinada. A memorização da informação é a pedra fundamental desse antigo paradigma (ZUCCHI, 2002, p. 61).

O conhecimento humano é dividido e classificado de maneira estanque (Matemática, Português, Ed. Artística, etc.). O aluno que concluísse o Ensino Médio era tido como formado, pronto ou preparado para o mercado de trabalho.

O novo paradigma percebe o ser humano em sua totalidade, com a escola

apresentando a seus alunos os modelos que podem e devem ser recriados, levando-os a entenderem que todos somos parte integrante da natureza, mas que as ações humanas sobre a natureza podem definir a ordem dos acontecimentos e sua dimensão.

Observa-se que com o passar do tempo e as mudanças nas relações da humanidade com seu meio aumentam cada vez mais o grau de complexidade desta relação. Percebe-se, portanto, que a aprendizagem é um estado da mente e não acontece somente nos locais nos quais se transmitem conhecimentos, como a escola, mas, ela acontece em todos os lugares, onde o indivíduo possa interagir com seu meio e participar da construção de novos conhecimentos.

Por isso, a aprendizagem não é pensada apenas por meio de seus conteúdos pré-programados, mas a forma como ela se dá e nos caminhos percorridos para chegar a seus objetivos.

As atuais necessidades econômicas e políticas da sociedade é que levaram ao surgimento deste novo paradigma. A sociedade exige pessoas e profissionais que tenham a capacidade de pensar e apresentar seus pareceres, deixando de lado a velha praxe de funcionários adestrados capazes de desempenhar uma função específica.

Dentro deste novo paradigma, a escola deve ser um local inteligente, no qual se desenvolvam atividades pedagogicamente inovadoras, com as quais os alunos podem construir seus conhecimentos coletivamente, respeitando os limites e potencialidades de cada um. A escola deve permitir a comunicação entre o professor e os pais dos alunos. A avaliação deve ser feita constantemente, enfatizando a capacidade de o aluno pensar e se expressar claramente, solucionar problemas e tomar decisões, etc.. Ou seja, a escola deve adotar uma concepção integral do ser humano, como ser tecnológico, solidário e afetivo.

O professor assume, nessa concepção, uma nova missão, deixando de ser um transmissor de conteúdos prontos e passando a ser o articulador do aprendizado.

Nesta visão, o educador tem um papel fundamental de não mais ensinar apenas os conteúdos, mas de ensinar os alunos a pensar, deste modo o aluno vai desenvolver seu próprio raciocínio, adquirindo sua autonomia, sendo um ser crítico, criativo, participativo e dinâmico em suas decisões, enfim um ser em constante transformação.

## **8.2 Conclusão**

A importância deste trabalho se justifica na necessidade de uma proposta de

Educação Matemática que se torne formadora de hábitos, atitudes e comportamentos que levem a identificar os problemas e formular propostas para atuar no sentido de preservar o meio ambiente, bem como desenvolver e aprofundar os conteúdos de Matemática de forma compreensiva, crítica e formadora da cidadania.

Não se compactua aqui com a idéia de que a Matemática é uma área do conhecimento pronta, perfeita e que serve apenas como ferramenta para o desenvolvimento de outras ciências. Diferentemente, acredita-se que o conhecimento matemático é resultado de uma construção sistemática em que o aluno interage com o meio, transformando suas ações e relações. Considerando, os relatos dos docentes, sujeitos da entrevista apresentada nesta pesquisa, percebe-se que estas profissionais esforçam-se para promover esta interação, procurando romper com a metodologia tradicional do ensino de Matemática. Tropeçam muitas vezes, porém, na falta de preparo e defasagem em sua formação acadêmica. Por isso, em suas práticas docentes, a Educação Matemática é um objetivo perseguido e nem sempre alcançado.

Por meio da análise produzida, verificou-se que os documentos que deveria conduzir a educação brasileira a um novo paradigma, os PCNs, estão sendo utilizados como instrumento para legitimar uma proposta do Governo Federal que consiste em reduzir os gastos com “programas educacionais” por meio do combate ao desperdício dos recursos naturais. A Educação Matemática proposta nos PCNs, por sua vez, é de natureza comportamental, ou seja, limita-se a mudanças de hábitos e atitudes, enfatizando as vantagens econômicas de se combater o desperdício. Os problemas são abordados sem que se tenha perspectiva de questionamento do que de fato os causa. O ensino transmite o feito e impõe os valores dominantes, que não dominam por sua validade, mas pelo poder dos interesses que, simultaneamente, ocultam e manifestam.

Por outro lado, existem temas cujo estudo exige uma abordagem particularmente ampla e diversificada, que foram denominados pelos PCNs “temas transversais” e que tratam de processos que estão sendo intensamente vividos pela sociedade, pelas comunidades, pelas famílias, pelos alunos e educadores em seu cotidiano. Esses temas são discutidos em diferentes espaços sociais, em busca de soluções e alternativas, confrontando posicionamentos diversos tanto em relação à intervenção no âmbito social mais amplo quanto na atuação pessoal.

Essas são questões urgentes que conduzem à interrogação sobre a vida humana e a realidade construída pela humanidade no curso de sua história, questões que, justamente por isso, demandam transformações macro-sociais e também atitudes pessoais e

exigem, portanto, que o processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos relativos a essas duas dimensões as contemple. Esses temas envolvem um aprender sobre a realidade e a partir dela, destinando-se também a um intervir para transformá-la. Na verdade, os temas transversais prestam-se de modo muito especial para levar à prática a concepção de formação integral do ser humano.

Os fundamentos dos PCNs – Temas Transversais – Meio Ambiente, aliados aos PCNs – Matemática e às proposições da Etnomatemática e da Educação Ambiental, são, indubitavelmente, fortes motivadores de uma discussão urgente e necessária sobre experiências desse tipo, mas principalmente de uma construção coletiva que envolva as instituições de ensino e a comunidade acerca da vinculação intrínseca entre conhecimento e comportamento, com vistas a uma visão planetária de um mundo socialmente justo e ecologicamente equilibrado. Acredita-se que se esteja caminhando para isso. Um exemplo disso é dado por 50% (cinquenta por cento) das professoras entrevistadas, que embora tenham uma concepção de Educação Ambiental tradicional e simplista, tentam superar-se, aproximando-se em sua docência de uma proposta de trabalho mais integradora, capaz de contribuir para a transformação de seus alunos em cidadãos críticos, éticos e responsáveis diante das questões ambientais.

Além disso, as diversas tendências presentes nas propostas curriculares brasileiras apontam para um intenso debate. As reformas curriculares em curso nas escolas de Ensino Fundamental e Médio refletem-se e derivam de uma nova visão interdisciplinar do conhecimento, dos diferentes progressos ocorridos nos campos científico e tecnológico e da discussão que tem dominado o cenário pós-moderno sobre a inclusão da ética, do respeito ao meio ambiente, da cidadania, do multiculturalismo, da estética, da saúde e da sexualidade e, principalmente, dos direitos humanos. Nessa perspectiva, procura-se tecer os possíveis pontos de convergência entre as várias áreas e a relação epistemológica entre as disciplinas, com o intuito de modificar o processo-ensino pedagógico.

A interdisciplinaridade, já presente na *práxis* de alguns educadores, conforme visto na análise dos relatos das entrevistadas permite questionar a fragmentação dos diferentes campos de conhecimento. Com ela, adquirem-se mais conhecimentos quanto aos fenômenos naturais e sociais, que são normalmente complexos e irredutíveis ao conhecimento obtido quando são estudados por meio de uma única disciplina. As interconexões que acontecem nas disciplinas facilitam a compreensão dos conteúdos de uma forma integrada, aprimorando o conhecimento do educando.

A contextualização desenvolve um pensamento que situa todo acontecimento, informação ou conhecimento em relação de inseparabilidade com seu meio ambiente - social, cultural, econômico, político e natural - e incita a perceber como esse o modifica ou o explica de outra maneira, tornando-se um pensamento complexo.

Sendo assim, passa a ser primordial entender a complexidade da relação homem-natureza na realidade local. Essa compreensão na escola, por meio da formação de professores e dos alunos, é que poderá fazer a diferença na formação de indivíduos críticos, participativos, prontos a enfrentar os problemas ambientais e uma possível crise dos recursos naturais disponíveis, dentre eles a água.

Diante dos resultados obtidos por essa pesquisa, pode-se afirmar que a Gestão do Conhecimento poderá contribuir efetivamente para uma prática moderna de gerenciamento, ultrapassando o campo teórico e tratando a relação entre as instituições de ensino e seus alunos, professores, pesquisadores e a sociedade, valorizando os conhecimentos tácitos e explícitos alcançados pelos componentes de cada um desses segmentos sociais.

Apoiando-se na Gestão do Conhecimento, em relação ao plano de ações pedagógicas quanto aos conteúdos matemáticos, detectou-se que os textos ou as obras apresentados (as) em sala de aula devem ser trabalhados (as) da forma mais variada possível para possibilitar a abordagem de diferentes questões sócio-ambientais, assim como o desenvolvimento dos conteúdos interdisciplinares. Com essa diversidade de tópicos que caracteriza a atualidade, tanto aqueles relativos ao contexto local dos alunos quanto à realidade nacional e mundial, pode-se desenvolver um trabalho que promova a compreensão dos problemas sócio-ambientais em suas múltiplas dimensões: geográfica, histórica, biológica e social, considerando-se o meio ambiente como o conjunto das inter-relações entre o mundo natural e o mundo social, mediado por saberes locais e tradicionais, além dos saberes científicos. Há que se explorar também o entorno da escola ou a própria escola, o bairro ou a cidade, levando o aluno a perceber que a educação não está restrita aos bancos escolares. O relato do projeto desenvolvido com alunos da 1ª série do Ensino Médio por esta pesquisadora, numa escola estadual de Santa Catarina, com uma visita a Barragem de São Bento, é um exemplo da viabilidade de inter-relacionar disciplinas, aparentemente, tão díspares quanto Educação matemática e Educação Ambiental. É exemplo, também, do aproveitamento de situações concretas,

como uma torneira vazando na escola, para a reflexão além dos muros da escola. Pode-se afirmar, por fim, a pertinência da utilização da interdisciplinaridade para analisar os estudos desenvolvidos em Educação Matemática e Educação Ambiental, pela importância em um contexto histórico social e sua característica principal de superação das perspectivas racionalistas e empiristas, atribuindo ao sujeito o papel ativo que introduz ao conhecimento uma visão de realidade social nele transmitida. Além do mais, considerar tais aspectos no processo educativo não é só importante como urgente e necessário.

### **8.3 Recomendações para Trabalhos Futuros**

- a) Realizar a implantação em instituições de ensino de um currículo mais inovador, efetivando as ações pedagógicas dentro de uma visão interdisciplinar, segundo os PCNs relativos à Matemática e ao Meio Ambiente;
- b) elaborar novas pautas em educação, porém antes é preciso ampliar a nossa compreensão a partir da observação dos novos cenários, nacionais e mundiais, que sinalizam inúmeras e significativas mudanças organizacionais, tecnológicas, econômicas, culturais e sociais. Essas transformações incluem alterações, na maneira como pensamos, conhecemos e apreendemos o mundo e nos alerta para o surgimento de um novo tipo de gestão social do conhecimento, apoiado num modelo que já não é mais lido e interpretado como um texto clássico, mas corrigido e interpretado de forma cada vez mais interativa;
- c) romper com o paradigma tradicional, pois o professor tem um compromisso com o passado, com as coisas que não podem ser esquecidas. O novo paradigma emerge, para que o professor tenha compromisso com o futuro, no presente da sala de aula. De uma relação professor/aluno vertical, autoritária, subserviente e de concordância, pretende-se construir uma nova relação, mais horizontal, recíproca, dialética e verdadeira, no qual o professor além de ensinar, aprende e o educando além de aprender, ensina, de acordo com o pensamento de Freire.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Jalcione. A problemática do desenvolvimento sustentável. In: BECKER, Dinizar Fermiano (org.). **Desenvolvimento sustentável: necessidade e/ou possibilidade?** Santa Cruz do Sul, RS: Edunisc, 1997.
- APPLE, Michael. **Ideologia e Currículo**. Trad. Carlos Eduardo Ferreira de Carvalho. São Paulo: Brasiliense, 1982.
- ACSELRAD, H. Sentidos da sustentabilidade urbana. In: ACSELRAD, H. (Org.). **A Duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas**. Rio de Janeiro: DP&A, pp. 27-55, 2001.
- ARAÚJO, Jussara de L. **Cálculo, tecnologias e modelagem matemática**: as discussões dos alunos. 2002. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Instituto de Geografia e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.
- ASSMANN, Hugo. **Reencantar a Educação**: rumo à sociedade aprendente. 4. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1998.
- AZEVEDO, Fernando. **As Ciências no Brasil**. São Paulo: Melhoramentos, s.d.
- BARBOSA, J. C. **Modelagem Matemática**: concepções e experiências de futuros professores. 2001. 253 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.
- \_\_\_\_\_. **Modelagem na Educação Matemática**: contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24. 2001, Caxambu. Anais. Caxambu: ANPED, 2001.
- \_\_\_\_\_. **Modelagem matemática e os professores**: a questão da formação. Bolema, Rio Claro, n. 15, p. 5-23, 2001.
- \_\_\_\_\_. **Modelagem matemática e a perspectiva sócio-crítica**. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, n. 2, 2003b, Santos. Anais. São Paulo: SBEM, 2003.
- \_\_\_\_\_. **Modelagem Matemática na sala de aula**. VII ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, Recife/PE, julho de 2004.
- \_\_\_\_\_. **Modelagem Matemática**: O que é? Por quê? Como? Veritati, n. 4, p. 73-80, 2004.
- \_\_\_\_\_. **Uma perspectiva de Modelagem Matemática**. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, n.3, 2003, Piracicaba. Anais. Piracicaba: UNIMEP, 2003.
- BAUER, M.W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. 4. ed. Ed. Vozes, 2002.



BARALDI, I.M. **Retraços da Educação Matemática na Região de Bauru**: uma história em construção. 2003. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, 2003.

BARBOSA, J. C. **Modelagem Matemática**: concepções e experiências de futuros professores. 2001. 253 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

\_\_\_\_\_. **Modelagem matemática e os futuros professores**. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, n.25, 2002, Caxambu. Anais... Caxambu: ANPED, 2002.

\_\_\_\_\_. **Modelagem matemática e a perspectiva sóciocrítica**. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, n. 2, 2003b, Santos. Anais... São Paulo: SBEM, 2003.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 1977.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. Editora Contexto, São Paulo 2002.

BEUREN, Ilse Maria (Org.). **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade**: teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2003

BIEMBENGUT, Maria Salett ; HAIN, Nelson. **Modelagem matemática no ensino**. Ed. Contexto, São Paulo 2000.

BICUDO, M. A. V.; GARNICA, A. V. **Filosofia da Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani (Org). **Pesquisa em educação matemática**: concepções e perspectivas. São Paulo: editora UNESP, 1999.

BLUM, W. Applications and Modelling in mathematics teaching and mathematics education – some important aspects of practice and of research. In: SLOVER, C. et al. **Advances and perspectives in the teaching of mathematical modeling and applications**. Yorklyn: Water Street Mathematics, 1995.

BOULDING Kenneth. Equilibrium, entropy, development and autopoiesis: towards a disequilibrium economics. **Eastern Economic journal**. VI,n.34,p.178188,aug./out.,1980.

BURIGO, Roseli. **A Educação Matemática para o Século XXI**: A Visão dos Professores do Ensino Fundamental. UNISUL, 2000, Dissertação de Mestrado.

BRASIL, Secretaria de Educação fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**, vol. 3, Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL, Secretaria de Educação fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Meio Ambiente e Saúde**, vol. 9, Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL, Ministério de Educação, Secretaria de educação Média e tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**: Brasília, 1999.

BRASÍLIA, Universidade de. **Disciplina - Listagem de Ementa/Programa**.  
Disciplina: 126039 - ECOLOGIA BÁSICA. Disponível em:  
<<http://www.serverweb.unb.br/matriculaweb/graduacao/disciplina.aspx?cod=126039>>.  
Acesso em: 03 fev. 2009.

BOYER, C. B. **História da Matemática**. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.

BRUGGER, Paula. **Educação ou Adestramento ambiental?** 3ª ed.  
Florianópolis/Chapecó: Letras Contemporâneas, 2004.

\_\_\_\_\_, **Amigo Animal: Reflexões Interdisciplinares sobre Educação e Meio Ambiente: Animais, Ética, Dieta, Saúde, Paradigmas**. Letras Contemporâneas, Florianópolis, 2004.

CAMPOS, Tânia M. M; NUNES, Terezinha. **Tendências atuais no ensino e aprendizagem da matemática**. INEP. Brasília, ano 14, n.º 62, abr/jun 1994.

CALDEIRA, A. D. **A Educação Matemática e Ambiental**: um contexto de mudança. Campinas, 1998, 328p, tese (Doutorado em Educação Matemática), Faculdade de Educação, Unicamp.

CAPRA, Fritjof – **As Conexões Ocultas – Ciência para uma Vida Sustentável**. São Paulo: Ed. Cultrix, 2002.

\_\_\_\_\_, **O ponto de Mutação**: a ciência, a sociedade e a cultura emergente. São Paulo: Ed. Cultrix, 2003.

\_\_\_\_\_, **A teia da vida – Uma Nova Compreensão Científica dos Sistemas Vivos**. São Paulo: Ed. Cultrix, 2. ed., 1996

CARAÇA, B. J. - **Conceitos fundamentais da Matemática**. Portugal: Gradiva, 1998.

CARNEIRO, Vera Clotilde. **Mini Curso**: Tendências Atuais no Contexto da Educação Matemática. Florianópolis: I Congresso Sul Brasileiro de Informática na Educação: Ciências Exatas, 2000.

CAVALCANTI, Clóvis. (Org.) **Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma Sociedade Sustentável**. São Paulo: Cortez; Recife, Fundação Joaquim Nabuco. 2. ed., 1998.

CARVALHO, Carolina & CESAR, Margarida. Concepções de Futuros Professores sobre os Professores, os Alunos e a Matemática: Um Estudo Exploratório. In: **Revista de Educação**. Lisboa: Vol. VI n.1, 1996

CARVALHO, Carolina. Comunicações e interações sociais nas aulas de Matemática. In: NACARATO, Adair Mendes; LOPES, Celi A. E. (Orgs.). **Escritas e leituras na educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2005.

CHAVES, Sílvia Nogueira. **A construção coletiva de uma prática de formação de professores de ciências: tensões entre o pensar e o agir**. (Tese de Doutorado) UNICAMP, Campinas, 2000.

CILLIERS, Paul. **Complexity and postmodernism: understanding complex systems** London; Rutledge, 1998.

COLBERN, Theo; PETERSON, John; DUMANOSKI Dianne. **O Futuro Roubado**. Ed. L&PM, 2002,354p.

DAMAZIO, Ademir. Ensino da matemática: retrospectiva histórica. Revista de **Ciências Humanas**, Criciúma: UNESC jul./dez, v.2, 1996.

DAMAZIO, Ademir. **O Desenvolvimento de Conceitos Matemáticos no Processo Extrativo do Carvão**. Florianópolis: UFSC, 2000. Tese de Doutorado

D' AMBROSIO, Ubiratan. **Da Realidade a Ação: Reflexões sobre Educação e Matemática**. Campinas: UNICAMP, 1986.

\_\_\_\_\_. **Educação Matemática - da Teoria à Prática**. Campinas: Papirus, 1996.

\_\_\_\_\_. **Transdisciplinaridade**, Editora Palas Athena, São Paulo, 1997; 174 p.

\_\_\_\_\_. **Etnomatemática**. 4. ed. São Paulo: Ática, 1998.

\_\_\_\_\_. **Etnomatemática. Arte ou técnica de explicar e conhecer**, Editora Ática, São Paulo, 1990.

D' AMBROSIO, Beatriz S. Formação dos Professores de Matemática para o Século XXI: O Grande Desafio. In: **Pro-Posições**. Campinas: UNICAMP, v.4, 1993.

DAVIS, P.J.; HERSH, R. **A experiência matemática**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1986. 401p.

DAVYDOV, V. V. **La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico: investigación psicológica teórica y experimental**. Trad. Marta Shuare. Moscou: Ed. Progreso. 1988.

DELIZOICOV, Demétrio et al. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DUPUY, Jean-Pierre. A raiz da complexidade. In: PESSIS-PASTERNAK, G. **Do caos à inteligência artificial: entrevistas de Guitta Pessis-Pasternak**. São Paulo: Ed. UNESP, 1993, p.105-114.

ERNEST, Paul. *Mathematical Knowledge and Context*, Situated Cognition and the Learning of Mathematics (Anne Watson, Ed.), Oxford: University of Oxford Department of Educational Studies, 1998, Chapter 1, 13-29.

FIORENTINI, Dario. Alguns Modos de Conceber o Ensino de Matemática no Brasil. *Zetetiké*, Campinas, n .4, 1995.

FONSECA, S. C. . Democracia e educação: a presença de Anísio Teixeira na formação do pensamento educacional de Paulo Freire. In: I Seminário de Epistemologia e Teorias da Educação, 2005, Campinas. Caderno de Resumos. Campinas : Faculdade de Educação-UNICAMP, 2005.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2005.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da Autonomia**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996

\_\_\_\_\_. **Conscientização, Teoria e Prática da Libertação**. Uma Introdução ao Pensamento de Paulo Freire: Centauro, 2001.

\_\_\_\_\_. **Extensão ou comunicação?** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1971. 93 p.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1998.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1997. 148p.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Ed. 9ª. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1998.

\_\_\_\_\_. Educação e atualidade brasileira. Recife: Universidade do Recife, 1959. – *Á sombra desta mangueira*. São Paulo: Olho d'Água, 1995. – **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1997.

GARCIA, Vera Clotilde Vanzetto. **Plano de Ensino**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Instituto de Matemática Departamento de Matemática Pura e Aplicada. Disponível em:  
<<http://euler.mat.ufrgs.br/~comgradmat/planodeensino/081/081MAT01048.pdf>>.  
Acesso em: 03 fev. 2009.

GARDNER, Howard. **Cinco Mentes para o Futuro**. Editora: Artmed, 2007.

GELL-MANN, Murray. **O quark e o jaguar**: aventuras no simples e no complexo. Rio de Janeiro: Rocco, 1996.

GIROUX, Henry. **Escola crítica e política cultural**. 2.ed. Trad. Dagmar M.L. Zibas. São Paulo, Cortez, 1988

GONÇALVES, Carlos Walter P. **Geografia política e desenvolvimento sustentável**. Terra Livre. São Paulo, n.11/12, p.9-76, 1993.

GREEK, Ray C. & GREEK, Jean S. **Sacred cows and golden geese- the human cost of experiments on animals**. Foreword by Jane Goodall. New York/London: Continuum, 2000.

GUZMÁN, M. de. **Aventuras Matemáticas**. Barcelona: Labor, 1986.

HARVEY, David. **Condição pós-moderna: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural**. 8. ed. São Paulo: Edições Loyola, 1999.

HART, W (org). **The Philosophy of Mathematics**. Oxford: Oxford University Press, 1996.

HERCULANO, Selena Carvalho. Do desenvolvimento (in) suportável à sociedade feliz.. In: Ecologia, ciência e política. GOLDENBERG, M. (Org.). Rio de Janeiro, Revan, 1992

IMENES, L.M. Um Estudo Sobre o Fracasso do Ensino e da Aprendizagem da Matemática. **Bolema**. Rio Claro: UNESP, n.6,p.21-27,1990.

JANTSCH, Erich. Towards interdisciplinarity and transdisciplinarity in education innovation. In: **Interdisciplinarity-problems of teaching and research in universities**. Paris, OECD, 1972, p.106-107.

KNELLER, G.F. **A ciência como atividade humana**. Rio de Janeiro: Zahar Editores/Edusp, 1987.

KRIPPENDORFF, Klaus. **Content Analysis: An Introduction to its Methodology**. London, Sage Publications, v. 5, 1980.

LAKATOS, I. **The methodology of scientific research programmes - Philosophical Papers, V. 1**. Cambridge: Cambridge University Press, 1978a.

\_\_\_\_\_. **Provas e refutações: a lógica da descoberta matemática**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1978b.

\_\_\_\_\_. **Mathematics, Science and Epistemology - Philosophical Papers, v. 2**. Cambridge: Cambridge University Press, 1980a.

\_\_\_\_\_. A Renaissance of Empiricism in the Recent Philosophy of Mathematics? In: \_\_\_\_\_. **Mathematics, Science and Epistemology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1980b.p.24-42.

\_\_\_\_\_. Infinite Regress and Foundations of Mathematics. In: \_\_\_\_\_. **Mathematics, Science and Epistemology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1980c. p 3-23.

\_\_\_\_\_. **Historia de la Ciencia y sus reconstrucciones racionales**. Madri: Tecnos, 1993.

LATOUR, Bruno. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora.** São Paulo: Unesp, 2000.

LEFF, Enrique. **Aventuras da epistemologia ambiental: da articulação das ciências ao diálogo de saberes.** Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

LEFF Enrique. **Saber ambiental: sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder.** México: Siglo XXI Editores/PNUMA; 1998.

\_\_\_\_\_. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2001. 494p.

\_\_\_\_\_. **Sociologia y ambiente: formación sócio económica, racionalidad ambiental y transformaciones del conocimiento.** In: Leff, E.; GÁRCIA, R.; GUTMAN, P.; TOLEDO, V.; VESSURI, H.M.C.; FERNÁNDEZ, R.; BRAÑES, R. (Coord.) *Ciências sociais y formación ambiental.* Barcelona: Gedisa, 1994.

LEHART ,A.; SALEM , A. **Statistiques Textuelles,** Dunod, 1994, Paris ,342 p.

LINS, Rômulo Campos; GIMENEZ, Joaquim. **Perspectiva em Aritmética e Álgebra para o Século XXI.** Campinas, São Paulo: Papirus, 1997.176p.

LOPES, A. C.; GOMES, M. M.; LIMA, I. S. Diferentes contextos na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias dos parâmetros curriculares nacionais do ensino médio: integração com o mercado de trabalho. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM ENSINO DE CIÊNCIAS III. Atibaia. Atas. Porto Alegre: [s.n], 2001. CD-ROM.

LORENZATO, Sérgio. Século XXI: Qual Matemática Recomendável? **Zetetiké.** Campinas, UNICAMP, n.1, março, 1993.

MARCUSE, Herbert. **A ideologia da sociedade industrial - o homem unidimensional.** 6.ed. Trad. Giasone Rebuá. Rio de Janeiro, Zahar, 1982

MARTINS, I.; GOUVÊA, G.; PICCININI, C. Aprendendo com imagens. *Ciência e Cultura*, -ano 57, No. 4, p. 38-40, out/nov/dez 2005.

MAZZOTTI, T.B. **Qual Educação Ambiental?** Rio de Janeiro: mimeo, s/d, 15 p.

MEC. **Educação Ambiental.** Brasília, MEC, 2006. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/se/educacaoambiental/>>. Acesso em: 20/03/2007.

MILANI, Carlos. **O meio ambiente e a regulação da ordem ambiental.** In Contexto Internacional, v. 20, n. 2, p. 303-347, jul./dez., 1998.

MORAN, José Manoel. **Novas Tecnologias e o Reencantamento do Mundo.** Tecnologia Educacional. São Paulo, v. 23, 1995, 126p.

MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários à educação do futuro.** São Paulo: Cortez; Brasília:Unesco, 2000.

MORIN, Edgar. **O método 3 – o conhecimento do conhecimento**. Porto Alegre: Sulina, 1986.

\_\_\_\_\_. **Ciência com consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

\_\_\_\_\_. **Introdução ao pensamento complexo**. 2. ed. Tradução: Dulce Matos. Lisboa, Portugal: Instituto Piaget. 1990, 177p. (Original: *Introduction à la pensée complexe*)

MONTIBELLER Fº, Gilberto. **O Mito do Desenvolvimento Sustentável: Meio Ambiente e Custos Sociais no Moderno Sistema Produtor de Mercadorias**, 2.ed. Ed. UFSC.Florianópolis,2004.

NICOLESCU, Basarab. **La transdisciplinarité-manifeste**. França, Éditions du Rocher, 1996, 231p.

NICKSON, M. The culture of mathematics classroom. In: LERMAN, S. (Ed.). **Cultural perspective on the mathematics classroom**. Dordrecht; Kluwer Academic, 1994, p.7-35.

NONAKA & TAKEUCHI. **Criação de Conhecimento na Empresa**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

OUCHIC, Lourdes de La Rosa. Ensino-aprendizagem de Matemática através da resolução de problemas. In BICUDO, M. A. V. (Org.). **Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Perspectivas**. São Paulo: Ed. UNESP, 1999.

PALIS, Jacob. **Uncertainty and complexity: a new mathematician's point of view**. Rio de Janeiro: IMPA, 1999, mimeo.

PERRIEN, J.; CHÉRON, E.; ZINS; M., **Recherche en Marketing: méthodes et décisions**. Québec: Gaëtan Morin Éditeur, 1984, 615p.

PERRENOUD, Philippe. **Dez Novas Competências para ensinar**. Tradução de Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

PESSIS-PASTERNAK, G. **Do caos à inteligência artificial: entrevistas de Guitta Pessis-Pasternak**. São Paulo: Editora UNESP, 1993.

PIETROPAOLO, R. C. **“Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática”** – PUC/SP, Educação matemática em revista, ano 6, jul. 1999. p. 11-18.

PIROLA, Nelson Antonio. **Plano de Ensino**. Universidade Estadual Paulista - Campus Universitário de Bauru- Faculdade de Ciências. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/matematica/licenciatura/planos/4117.pdf>>. Acesso em: 03 fev. 09.

PONTE, J.P.;BROCARD, J.; OLIVEIRA, H. **Investigações Matemáticas na sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.

PONTE, J.; OLIVEIRA, H.; CUNHA, M. H.; SEGURADO, M. I. **História de Investigações Matemáticas**. Lisboa, Instituto de Investigações Educacionais, 1998.

PÓLYA, G. **Mathematics and plausible reasoning**. Princeton: Princeton University Press, 1954.

PRETO, Nelson de Luca. **Uma Escola Sem/ com Futuro**. Campinas: Papyrus, 1996.

RAMSEY, John. The science education reform movement: Implications for social responsibility. **Science Education**. Pennsylvania, John Wiley & Sons, Inc., 77(2):235-258, 1993

RIBEIRO, Wagner Costa et al. **Desenvolvimento sustentável: mito ou realidade?** Terra Livre. São Paulo, n.11/12, p.91-101, 1996.

SMITH, A. **A Riqueza das Nações: investigação sobre sua natureza e suas causas**. São Paulo: Nova Cultural, 1985.

SANTA CATARINA, Secretaria de Estado da Educação e do Desporto. **Proposta Curricular de Santa Catarina**: Florianópolis: COGEN, 1998.

SANTA CATARINA, Universidade Federal. Disponível em: <http://www.mtm.ufsc.br/planos>, Acesso em: 03 fev. 2009.

SANTOS, Milton. **Por outra globalização**. Rio de Janeiro: Ed. Record, 2001.

SVEIBY, Karl Erik. **A nova riqueza das organizações: gerenciando e avaliando patrimônios de conhecimento**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. São Paulo, Cortez / Autores Associados, 1991 (Coleção Polêmicas do Nosso Tempo).

SKOVSMOSE, O. **Towards a Philosophy of Critical Mathematics Education**. State University of New York Press, N. York. Dordrecht, Kluwer, 1994.

\_\_\_\_\_. **Interdisciplinarity: Problems of teaching and research in universities**. Paris, OECD, 1972 p. 25.

\_\_\_\_\_. **Educação matemática crítica: A questão da democracia**. Campinas, SP: Papyrus, 2. ed. , 2004.

SMOLE K. C. S.; DINIZ M. I. Ler e aprender Matemática. In. SMOLE K. C. S.; DINIZ M. I. **Ler, escrever e resolver problemas: Habilidades básicas para aprender matemática**. São Paulo: Artmed, 2001. P. 69 – 86.



SILVA, M.R.G. Concepções didático-pedagógicas do professor-pesquisador em matemática e seu funcionamento na sala de aula de matemática. Dissertação (Mestrado), Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP. Rio Claro, 1993.

SILVA, Tomaz Tadeu e MOREIRA, Antônio Flávio. **Currículo, Cultura e Sociedade**. São Paulo: Cortez, 1995, 154p.

SOLÉ, Isabel; COLL, César. Os professores e a concepção construtivista. In: \_\_\_\_\_ Coll, César. et al. **O construtivismo na sala de aula**. 5. ed. Traduzido por Cláudia Schilling. São Paulo: Ática, 1998. Tradução de: El constructivismo en el aula. 2. ed. 1998.

TRIVIÑOS, Augusto N.S. **Introdução à Pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1990.

VERGARA Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em Administração**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

VYGOTSKY, L. - **A formação social da mente**. SP, Martins Fontes, 1987.

ZABALA, Antoni. **Enfoque Globalizador e Pensamento Complexo: uma proposta para o currículo escolar**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

ZUCCHI, O. J. **Educação Ambiental e os Parâmetros Curriculares Nacionais: Um Estudo de caso das Concepções e Práticas dos Professores do Ensino Fundamental e Médio em Toledo-Paraná**. 2002. (Mestrado em Engenharia de Produção), Programa de Pós-graduação Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

## ANEXO A

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA-UFSC  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E GESTÃO DO  
CONHECIMENTO- EGC

### ENTREVISTA

Prezado (a) Professor (a)

Estamos solicitando sua colaboração no sentido de nos informar alguns dados e emitir sua opinião sobre “outros questionamentos” que constitui a parte empírica da nossa Tese de Doutorado. Todas as questões visam apenas a coleta de dados e opiniões. Não há respostas certas ou erradas, portanto faça a gentileza de responder todas as questões considerando sua opinião. Só assim, atingiremos os objetivos propostos nesta pesquisa com êxito, e conseqüentemente, poderemos colher subsídios para uma melhor compreensão do processo educativo matemático.

Externamos desde já nossos agradecimentos.

Roseli Búrigo - Doutoranda

Prof. Dr.:Gilberto Montibeller Filho - Orientador

1-Nome do (a) Professor(a)\_\_\_\_\_

1.1-Idade:\_\_\_\_\_

1.2-Sexo: ( ) Masculino            ( ) Feminino

2-Nome da Instituição de Ensino que Trabalha: \_\_\_\_\_

2.1-Endereço Convencional: \_\_\_\_\_

3 - Situação Funcional:

Além da Rede Pública Estadual de Ensino, trabalha em outra Instituição de Ensino?

( ) sim                            ( ) não

Em caso afirmativo, qual?\_\_\_\_\_

## 3.1- Jornada de Trabalho Semanal:

- 10 horas/ aula  
 20 horas/ aula  
 30 horas/ aula  
 40 horas/ aula  
 acima de 40 horas/ aula

4- Tempo de Serviço no Magistério: \_\_\_\_\_

## 5- Quanto ao seu Grau de Formação:

5.1-Graduação: \_\_\_\_\_

Área: \_\_\_\_\_ Ano de Conclusão: \_\_\_\_\_

5.2- Em nível de Pós-Graduação:  Especialização  Mestrado  Doutorado

Área: \_\_\_\_\_ Ano de Conclusão: \_\_\_\_\_

**ANEXO B****OUTROS QUESTIONAMENTOS**

1- Qual a sua Concepção de:

1.1-Matemática?

1.2-Educação Matemática?

1.3-Educação Ambiental?

2-Em sua prática pedagógica você promove a relação entre Educação Matemática e a Educação Ambiental?

2.1. Em caso afirmativo, discorra sobre as atividades que desenvolve com os alunos.

2.2. Em caso negativo, aponte os motivos que impede a referida relação ou as suas dificuldades?

3-O que é aprender Matemática em uma visão crítica?

4-O que poderia auxiliar no processo de ensino-aprendizagem da Matemática e sua inter-relação com uma Educação Ambiental Crítica?

5- De que forma você oportuniza a seus (as) alunos (as) a terem uma visão interdisciplinar do ensino de Matemática?

6- Como o ensino da matemática vem sendo ministrado em suas aulas, há uma efetiva participação e interesse dos alunos mediante os conteúdos ministrados?

( ) sim

( ) não

6.1- Justifique sua resposta:

## ANEXO C

### TERMO DE CONSENTIMENTO

#### **Título: CONHECIMENTOS RESULTANTES DA RELAÇÃO ENTRE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL: ENCONTROS E DESENCONTROS**

Esta pesquisa norteará a Tese de Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento (EGC), da Universidade Federal de Santa Catarina , cujo objetivo é identificar os principais indícios das percepções e práticas que os professores de Matemática desta Unidade Escolar possuem de ambiente, Educação Matemática, Educação Ambiental e a relação dessas definições com o Ensino de Matemática. Para tanto, o participante da pesquisa será submetido (a) aos pressupostos metodológicos da História Oral, que possui os seguintes procedimentos: entrevista individual semi-diretiva, gravada e posteriormente transcrita.

Vale lembrar que grande parte dos conhecimentos mais remotos, e mesmo os atuais têm se perpetuado no tempo graças aos relatos e histórias de vida que são transmitidos de geração a geração. Daí a possibilidade de encontrarmos nas fontes orais significações para abordar as questões matemáticas e ambientais no contexto atual. Espera-se que este trabalho de história oral relacionado com educação a configure como uma contribuição para o aumento de espaços de renovação, de debates e de ampliação do papel do discurso científico.

Nesta oportunidade, pedimos sua autorização para realização dos procedimentos acima citados e a utilização dos dados originados destes procedimentos para fins didáticos e de divulgação em revistas científicas brasileiras ou estrangeiras, lembrando que o anonimato será mantido em todos os níveis de divulgação dos resultados. Ressalta-se que a qualquer momento estaremos prestando esclarecimentos sobre a metodologia utilizada.

Destacamos que durante o desenvolvimento da pesquisa o (a) senhor (a) tem toda a liberdade de recusar ou retirar o consentimento sem penalização e os dados coletados serão restritamente utilizados para responder aos objetivos da pesquisa. Além disso, por se tratar de uma pesquisa que envolve somente entrevistas e que não trará nenhum dano à sua pessoa, esclarecemos que não haverá, em hipótese alguma, nenhuma forma de ressarcimento ou indenização.

## APÊNDICE



Saída da Rua Desembargador Pedro Silva, Criciúma-SC em 31/10/2008 às 08:30h



Chegada na Barragem Rio São Bento em 31/12/08 às 09:30h

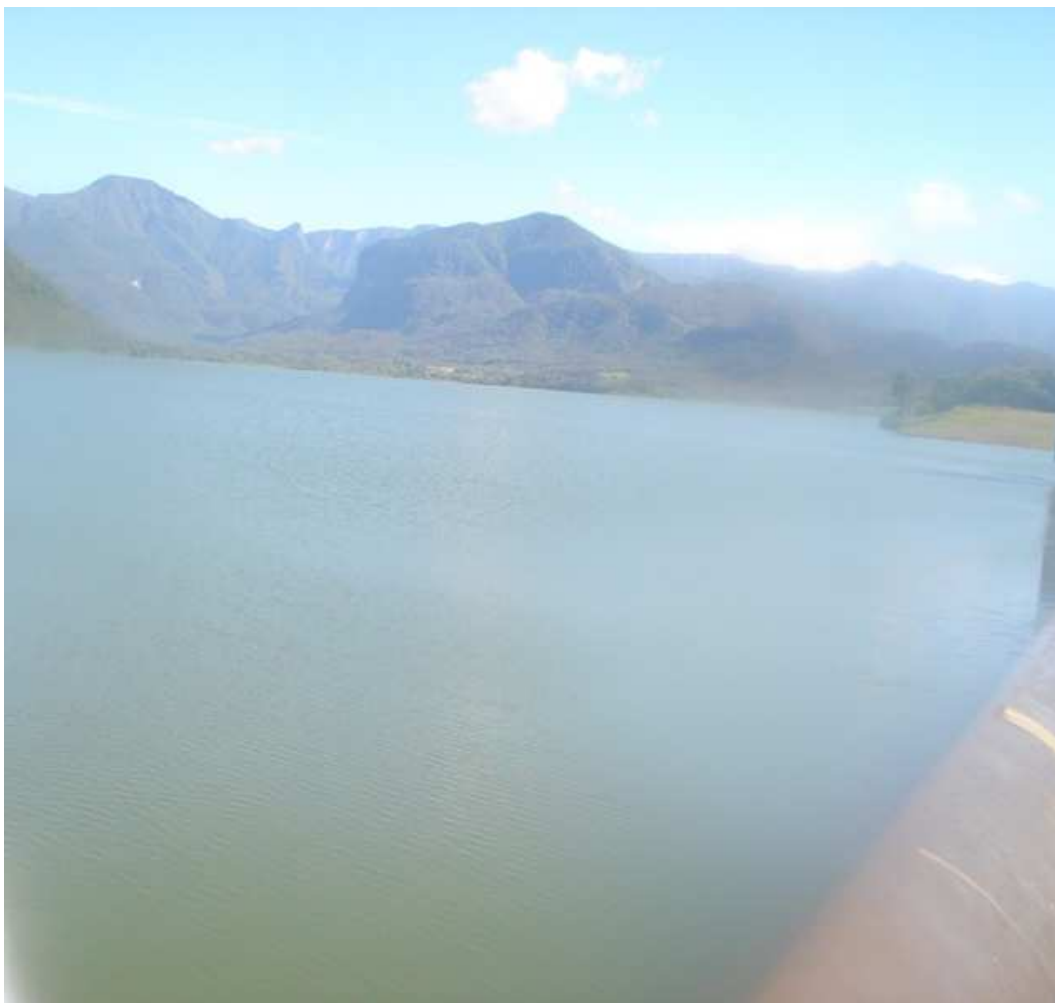


Pesquisadora da referida Tese junto a Barragem em 31/10/2008



Barragem do Rio São Bento em 31/10/2008





Barragem do Rio São Bento em 31/10/2008