

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DA
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E CIENTÍFICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM
CIÊNCIAS E MATEMÁTICAS

SANDRA DO SOCORRO DE MIRANDA NEVES

**A MATEMÁTICA NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL:
relações de aprendizagem**

BELÉM
2009

SANDRA DO SOCORRO DE MIRANDA NEVES

**MATEMÁTICA NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL:
relações de aprendizagem**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Educação em Ciências e Matemática do Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico para obtenção do Grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal do Pará.
Orientadora: Profa. Dra. Rosália Maria Ribeiro Aragão

BELÉM
2009
SANDRA DO SOCORRO DE MIRANDA NEVES

**MATEMÁTICA NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: relações
de aprendizagem**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Educação em Ciências e Matemática do Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico para obtenção do Grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal do Pará.

Data da aprovação: 15/05/2009.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Rosália Maria Ribeiro Aragão
Universidade Federal do Pará
Orientadora

Prof. Dr. Adilson do Espírito Santo
Universidade Federal do Pará
Examinador Interno

Prof. Dionísio Burak
UNICENTRO/ PR
Examinador Externo

Para Jorge Luiz Filho, Álisson Rafael, Laura
e Gustavo por me lembrarem a beleza da
vida. E, para minha minha mãe Stela Neves

(in memoriam) por me ensinar o valor de estudar.

AGRADECIMENTOS

As pessoas e as situações sempre ficam registradas em nossos corações, porém peço desculpas se não cito nomes de alguns que, certamente, deixaram suas marcas em meu coração de maneira que jamais se apagarão. Sobretudo presto todos os meus sinceros agradecimentos em especial a:

DEUS, primeiramente, por ter me concedido a graça de ter chegado até aqui e colocar no meu caminho o meu filho.

JORGE FILHO, minha grande razão de viver, amigo, leal, companheiro, carinhoso, compreensivo, belo pela suas contribuições de vida para sermos melhores um com o outro, o maior presente enviado por DEUS e com quem mais aprendo.

Aos meus Pais, pelo exemplo de honestidade, fé, perseverança, humildade, que é extensivo à minha família, e também por entenderem as vezes em que não foi possível sorrir; dentre os meus familiares, é impossível não reconhecer a gratidão que tenho à minha irmã Stela.

Ao JOSÉ, por ter tido em vida o propósito plantar a semente da esperança, da alegria, da paz, da justiça e, justamente, por ter me ensinado que todas as operações são importantes, especialmente a divisão e, por isso, principalmente.

À Professora ROSÁLIA DE ARAGÃO, “Rô”, minha orientadora, pela confiança, por estimular-me a ser autônoma e, sobretudo, por acender a luz no caminho do conhecimento, contribuindo para a minha formação de pesquisadora e, também, de ser humano, tanto quanto.

Aos Professores Adilson do Espírito Santo e Cláudia Regina Flores, pelas valiosas contribuições apresentadas no Exame de Qualificação para defesa desta dissertação.

À RITA, amiga inseparável das discussões nas horas de estudo por abrir as portas de sua casa em todas as horas precisas e colocar-me entre os seus.

À Professora TEREZINHA VALIM, Coordenadora do Programa, pela presteza e cuidados constantes com os mestrandos.

Aos meus Colegas do Mestrado, em especial ao Miranda pelo bálsamo de luz e vitória que ele transmite e representa, à Karla pela divisão das dores, à Patrícia pela garra demonstrada.

À LUCIANA CASCAES fiel Secretária do Programa, pela incansável dedicação e amizade e pelas cobranças motivadoras.

Ao MARCELO, funcionário da biblioteca do NPADC, pela sua disposição e cordialidade em ajudar sempre, pela força constante que dava aos mestrandos e a mim, particularmente, quando muitas vezes eu entristecia.

Às grandes amigas e amores, Lomar Garuzzi, Doutora Domingas, por todos os momentos de descontração que me proporcionaram.

Agradeço, além de todos, aos meus alunos, com quem me redescubro.

À Ligia Filgueiras, por cuidar do meu corpo e psique, à Michele Borges pelas traduções.

A todos os que me fizeram crescer como ser humano, contribuindo para a melhoria da minha qualidade de vida.

RESUMO

Este estudo apresenta uma análise da coleção de matemática para o ensino fundamental “Tudo é matemática” de Luís Roberto Dante. Antes de definir a coleção a ser analisada, examinei as vinte e três coleções dispostas no *Guia dos Livros Didáticos – Ensino Fundamental/MEC*. Em seguida, defini como critério fundamental de escolha a “*frequência de utilização da coleção por escolas públicas do Estado do Pará*”. Neste estudo foram escolhidas quinze questões dentro do bloco tratamento da informação no conteúdo de estatística – gráficos e tabelas -, as quais tratam da questão ambiental de acordo com os propósitos dos Parâmetros Curriculares Nacionais e os Temas Transversais. A questão norteadora deste estudo visa analisar a coleção de livros didáticos de Matemática do Ensino Fundamental mais solicitada no Estado do Pará a fim de investigar se o autor selecionado pelas escolas, por critérios definidos, articula convenientemente o ensino de conteúdos de Matemática com o meio ambiente, utilizando registros de representações, a luz da teoria das representações de Raymond Duval. Faço análise tanto quantitativa como qualitativa nos livros selecionados cuja finalidade é localizar as questões nas quais o *meio ambiente* é usado e tem como função possibilitar a aprendizagem da Matemática. A análise foi feita para que as representações gráficas possam ser mais bem exploradas de modo a permitir aos professores e alunos um suporte pedagógico importante na aprendizagem na perspectiva da educação cidadã no contexto da educação ambiental. O número de questões utilizando a temática meio ambiente na coleção em destaque para o ensino fundamental, está muito longe do desejável para nossa região. A utilização em grande escala dessas representações semiotizadas, possivelmente atingiria um nível razoável de estudantes e, acredito que o papel social da matemática poderia elevar-se à patamares maiores sustentados pela teoria de Duval, devido a importância dessas representações, indo ao encontro das cobranças de um mundo permeado pela informação. Assumo que, há muito trabalho a ser feito na busca do desenvolvimento dessa prática, tanto estatisticamente, quanto no que tange as mudanças atitudinais em relação ao meio ambiente tendo como suporte o livro didático.

Palavras-chave: Educação Matemática. Ensino-aprendizagem. Livro Didático. Representações Gráficas. Semiótica. Meio Ambiente.

ABSTRACT

This study presents an analysis of mathematics collection to the fundamental learning “Everything is mathematics” of Luís Roberto Dante. Before defining the collection to be analyzed I examined the twenty and three made use collections in the *Guide of Didactic Books – Fundamental Learning/MEC*. After that I defined as basic criteria of choice the “frequency of use of the collection by publics schools in Pará State”. In this study were chosen fifteen questions in the block treatment of the information in the statistics content – charts and tables – which deals with the environmental questions according to the National Curricular Parameters and the Transversal Themes intentions. The guiding question of this work aims to analysis the collection of mathematics didactic books of fundamental learning most requested in Pará State to investigate whether the selected author by schools by defined criteria articulates conveniently the Mathematics content learning to the environment using representations registers the light of Raymond Duval. I made analysis both quantitative and qualitative in selected books whose purpose is find the questions which the environment is used and enables the learning of the Mathematics. The analysis was done to the charts representations can be more explored to allow the teachers and students an important pedagogical support in the learning of the citizen education in context of environmental education. The number of questions using the environmental thematic in the collection in prominence to the basic education is far from the desirable one for our region. The large scale use of these semiotics representations will possibly reach an acceptable level of students and I believe that the Mathematics social role could rise to higher levels supported by Durval theory due to these representations importance meeting recovery of a world permeated by information. I assume there is a lot work to be done in pursuit of development of this practice both statistically and in terms of attitudinal changes in relation to the environmental and to support the textbook.

Keywords: Mathematics Education. Teaching-learning; Chart Representations; Semiotics; Environmental.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Atividade de 5ª série	82
Figura 2 – Atividade de 6ª série	86
Figura 3 – Atividade de 6ª série	88
Figura 4 – Atividade de 7ª série	90
Figura 5 – Atividade de 8ª série	94
Figura 6 – Atividade de 8ª série	96
Figura 7 – Atividade de 6ª série	98
Figura 8 – Atividade de 7ª série	10
	0
Figura 9 – Atividade de 7ª série	10
	2
Figura 10 – Atividade de 5ª série	10
	3
Figura 11 – Atividade de 8ª série	10
	4
Figura 12 – Atividade de 7ª série	10
	6
Figura 13 – Atividade de 6ª série	10
	7
Figura 14 – Atividade de 5ª série	10
	9
Figura 15 – Atividade de 8ª série	11
	1

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1 O DELINEAMENTO DA PESQUISA	16
1.1 O INTERESSE PELA PROBLEMÁTICA DA PESQUISA	17
1.2 O PAPEL DAS REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS SEMIÓTICAS NESSE PROCESSO	18
1.3 SIGNIFICAÇÃO DESTE ESTUDO PARA UMA ABORDAGEM DO MEIO AMBIENTE	25
2 A IMPORTÂNCIA DO LIVRO DIDÁTICO NO CONTEXTO ESCOLAR	40
2.1 O CONTEÚDO E O USO DO LIVRO DIDÁTICO	40
2.1.1 As razões de destaque do livro didático	40
3 A CONSTRUÇÃO DE UM QUADRO TEÓRICO DE REFERÊNCIA PARA A PESQUISA	47
3.1 A RELEVÂNCIA DE UM REFERENCIAL CURRICULAR	47
3.1.1 Contextos do ensino da Matemática	53
3.2 UMA TEORIA DE 'REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO'	57
4 OS CAMINHOS DA PESQUISA: critérios e procedimentos metodo- lógicos	65
4.1 ANÁLISE DA OBRA SELECIONADA	73
5 PROCEDENDO A ANÁLISES DAS REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS DE LIVROS DIDÁTICOS DE MATEMÁTICA	76
5.1 EXPLICITANDO OS PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE QUANTITATIVA	76
5.2 EXPLICITANDO OS PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE QUALITATIVA	78
5.3 REALIZANDO ANÁLISES PRELIMINARES	80
5.3.1 Algumas considerações referentes ao uso de tabelas	93
5.3.2 Considerações relevantes sobre a utilização de tabelas e gráficos ...	11
	3
6 DISCUSSÃO DAS ANÁLISES	11
	5
6.1 QUANTO AO USO DE TABELAS NAS QUESTÕES SELECIONADAS	11
	5

	11
6.2 QUANTO AO USO DE GRÁFICOS NAS QUESTÕES SELECIONADAS	11
6.3 QUANTO AO USO SIMULTÂNEO DE TABELAS E GRÁFICOS NAS QUESTÕES SELECIONADAS	11
	7
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	11
	9
REFERÊNCIAS	12
	2

INTRODUÇÃO

No decorrer da minha trajetória profissional, há mais de uma década, lecionei a disciplina “Matemática” no Ensino Fundamental e Médio, em escolas públicas e particulares nas cidades de Paragominas e Ulianópolis – região nordeste¹ do Estado do Pará.

Nesses anos dedicados à docência, percebi os obstáculos que se apresentam nos processos de ensino e de aprendizagem daqueles que transitam pela Matemática, bem como as inter-relações passíveis de serem estabelecidas com outras áreas de conhecimento.

Em função desses obstáculos e pela minha própria experiência de vida como professora da rede pública, compreendi a importância de investigar os problemas decorrentes, delineados pelas interrogações e reflexões sobre a construção do conhecimento matemático e possíveis modos de ensinar e de aprender matemática.

Entre essas relações de aprendizagem que envolvem o professor, aluno e conhecimento pude considerar o binômio *aprendizagem matemática x meio ambiente* e suas inter-relações. Por meio dessas inter-relações, tornou-se evidente a necessidade de considerar, também, novas dimensões educativas no desenvolvimento de minha prática pedagógica.

Naturalmente, não apenas perguntas identificam o pensar de mudar minha prática, mas, também, e principalmente, o modo de como está sendo abordado o conteúdo de estatística no tratamento da informação dos livros didáticos no Ensino Fundamental. Nesse âmbito, o pensar analítico, crítico e reflexivo que se volta para a totalidade sem prescindir das particularidades, de maneira que o esforço de melhorar o exercício buscando trazer atitudes críticas, da dúvida, não a dúvida que aniquila, mas daquela que possa nutrir o impulso que direciona a produção de significados e possibilitando compreensões de si e do mundo.

Nesse contexto complexo que envolve ensino, aprendizagem e construção de conhecimento, emergem o que se constituem condições *sine qua non* de ensino e de aprendizagem imprescindíveis para compreensão da relação entre *matemática e meio ambiente*. Na medida em que se tornam visíveis, tais situações tanto podem aproximar como distanciar da matemática aqueles que enveredam pelo caminho do desenvolvimento desse conhecimento, especialmente os alunos do Ensino Fundamental que, ao fazerem interpretações de textos, de gráficos ou tabelas, de ilustrações ou de situações-problema, verbais ou não, podem relacionar o que aprendem com o que é proposto nos livros didáticos.

De maneira que, para um receptor não alfabetizado, em leitura de dados semiotizados se tornam obstáculos de aprendizagem, ou seja, a interpretação poderá ser intuitiva ou equivocada aparentemente pelas representações utilizadas nas questões.

Nessa situação, é muito difícil deixar de atribuir responsabilidade aos professores – nos quais estou também incluída –, em razão da nossa formação acadêmica fragmentada produzir práticas de ensino também fragmentadas, daí resultando uma parcela de contribuição para acentuar essa dicotomia entre as várias áreas do saber.

Acredito, pois, ter focado significados para dar a conhecer o processo de construção da minha identidade profissional, a qual iniciou no ano 1991, quando por motivos profissionais, tive que mudar de Belém para a cidade de Paragominas. Nessa época já formada em Ciências Contábeis, não havia ainda entrado para o magistério, porém como existia carência enorme de professores com grau superior fui convidada primeiramente a lecionar em uma escola particular.

Novamente recebo um convite feito pela Secretaria Municipal de Educação, e a partir desse convite tive o meu primeiro contato com os alunos da rede pública. Lembro-me que, apesar de estar iniciando em uma nova profissão, questionava sempre se estaria desenvolvendo os conteúdos matemáticos de maneira significativa a

¹ Região rica em minérios, madeiras nobres, agropecuária e grãos.

realidades dos alunos, atribuindo a essa nova profissão comparações enquanto aluna de escolas públicas aos meus professores pelas suas metodologias utilizadas e os meus limites pela minha formação técnica.

Dois anos depois a Universidade do Estado do Pará, após uma pesquisa feita cuja finalidade era detectar quais os cursos de licenciatura a comunidade gostaria de fazer, pela falta de condições de se deslocarem em função da distância da capital. Este fator foi determinante para que assim eu saísse da condição de *estar professora a ser professora*, ou seja, estava na condição de professora devido ser formada com curso superior, porém não licenciada.

Iniciei o curso de Licenciatura Plena em Matemática em 1999, nesse período morava em Ulianópolis, cidade distante 100 km de Paragominas. Com muita dificuldade e esforço terminei em tempo hábil. Foi um curso muito interessante, pois nele aprendi muito, não só conhecimentos específicos, mas também humanitários, pois, no decorrer do curso meus colegas me hospedaram, estudamos juntos, nos finais de semanas sempre revendo os conteúdos estudados e concomitantemente estudávamos para os concursos públicos ofertados na região.

Nessas horas de estudos e muitas conversas começamos, sem perceber, a estimular um ao outro o espírito investigativo da prática pedagógica, a fim de melhorar o processo de ensino e a da aprendizagem porém, sempre com uma visão em construir uma sociedade mais justa e igualitária.

A partir dessas concepções criadas pela vivência enquanto acadêmica, ser somente graduada era pouco. Logo que terminei, busquei a especialização e, como isso cada vez mais nutria a sede do conhecimento para que cada vez mais melhorasse como profissional e ser humano. Não muito diferente da graduação tive que me deslocar da cidade em que resido para a capital, uma vez que a minha opção para cursar especialização era a área de Educação Matemática.

E, assim minha trajetória continuou, quando estava terminando a especialização a Universidade Federal do Pará (UFPA) abriu as inscrições para o então sonhado

Mestrado em Educação no Ensino de Ciências e Matemáticas. Esse, se tornou o expoente de minhas referências, pois nasci na docência por um acaso e me encontrei como profissional enquanto educadora, pois minha primeira formação embora já citada anteriormente, aconteceu em 1986 em Bacharel em Ciências Contábeis, seis anos mais tarde quando tive a oportunidade de trilhar pelo caminho da docência, tudo começou a brilhar e a mudar o meu cenário de vida tanto profissional como pessoal.

Assim, para buscar respostas geradas a partir das minhas concepções criadas sobre o contexto em estudo, este trabalho está delineado da seguinte maneira:

Primeiramente, na Seção 1, faço delineamento da pesquisa, objetivando proporcionar ao leitor uma ideia acerca da temática em termos do objetivo traçado, das justificativas, das questões norteadoras, da importância das representações gráficas e a relevância da relação ensino de matemática e do tema transversal “meio ambiente”.

Na Seção 2, teço a importância do livro didático no contexto escolar, o qual subdivido pelo conteúdo e o uso do Livro Didático lembrando que há dois caminhos para transmitir o conhecimento matemático, defino o que é um livro, as razões de destaque do livro didático, a importância da complexidade das questões das análises acerca de como as relações cognitivas entre o ensino matemático e as questões emergenciais do meio ambiente estão sendo apresentadas e pedagogicamente tratadas nos livros didáticos atuais.

Na Seção 3 construo o quadro teórico que serve de referência para o estudo, apoiado na teoria das representações semióticas de Raymund Duval².

Na Seção 4 apresento os critérios e procedimentos metodológicos desse trabalho,

² Este teórico que é filósofo e psicólogo de formação desenvolveu estudos referentes ao desenvolvimento cognitivo implicado, sobretudo, na aprendizagem matemática, destacando os seguintes: língua materna nos procedimentos matemáticos, compreensão de textos matemáticos, diferentes formas de raciocínio e argumentação, bem como as diversas representações mobilizadas pela visualização matemática.

no qual está subdividido em quatro pontos fundamentais para o desenvolvimento deste estudo: (a) explicitação dos critérios de seleção da coleção a ser submetida as análises, (b) escolha dos livros didáticos para as análises, (c) formulação de algumas questões norteadoras para pesquisa, (d) definição dos objetivos, dos materiais e métodos de análise das asserções de cada livro didático que integra a obra selecionada, (e) descrição da coleção e dos livros didáticos selecionados e (f) análise da obra selecionada.

Na Seção 5 procedo a análise das representações gráficas de livros didáticos de matemática, a qual se subdivide em três partes: (a) explicitando os procedimentos de análise quantitativa, (b) explicitando os procedimentos de análise qualitativa e, (c) realizando análises preliminares.

Finalmente na Seção 6 faço as discussões das análises, as quais estão subdivididas em três tópicos, a saber: (a) quanto ao uso de tabelas nas questões selecionadas, (b) quanto ao uso de gráficos nas questões selecionadas, e (c) quanto ao uso simultâneo de tabelas e gráficos nas questões selecionadas.

Sobremaneira, projeto algumas considerações finais e sugestões sob meu ponto de vista que poderiam vir a contribuir na qualidade do processo de ensino e da aprendizagem de matemática.

Assim, a relevância desse estudo com o tema “Meio Ambiente” deve-se a diversas abordagens educativas, teóricas e práticas, as quais, têm sido sugeridas para serem desenvolvidas para efetivar compromisso com a cidadania voltada para a compreensão da realidade social, dos direitos e da responsabilidades à vida pessoal, coletiva e ambiental.

Nessa perspectiva, foram propostos para ser incorporados aos conteúdos escolares os *Temas Transversais*, expressos nos PCN, os quais precisam ser postos em articulação na rotina do tratamento pedagógico dos conteúdos nas ações escolares, sem que seja necessária a criação de novas áreas ou disciplinas com esses propósitos.

1 O DELINEAMENTO DA PESQUISA

Como é sabido, a Constituição da República Federativa do Brasil, promulgada em 1988, deu ênfase aos fundamentos do Estado brasileiro, elencando os direitos civis, políticos e sociais dos cidadãos. Mediante isso, colocou em discussão questões de cidadania e apontou alternativas de transformação das relações sociais nas esferas econômicas, políticas e culturais, sobre as perspectivas e possibilidades de construção de uma sociedade democrática, mais justa e mais solidária.

Princípios daí decorrentes foram expressos no campo educativo, demandando uma base sólida de fundamentos científico-pedagógicos para reger não só a vida social e política, mas também orientar a prática cidadã. À luz desses princípios torna-se possível analisar, orientar, julgar, criticar ações pessoais, coletivas e políticas na direção tanto da prática democrática quanto das exigências dos compromissos assumidos por aqueles que conhecem, que aprendem.

Atualmente, as grandes mudanças vivenciadas pela humanidade no final do século XX, devido ao avanço da tecnologia, se tem colocado para o exercício da cidadania plena a capacidade de ler e escrever, na medida em que esse exercício fica exposto a informações veiculadas pela mídia escrita ou falada. Por outro lado, embora já citadas, muitas dificuldades se revelam em várias situações, como por exemplo: quando o estudante se depara com exemplos, ilustrações ou exercícios em língua materna, quando se pede para os estudantes de matemática calcularem a área de uma determinada região desmatada ou para calcular a quantidade de água desperdiçada de uma torneira que contém um vazamento.

Nesses aspectos, é preciso considerar uma alfabetização também estatística, a fim de evitar o uso indiscriminado das representações gráficas que podem conduzir a conclusões erradas e que, dessa forma, poderão influenciar importantes tomadas de decisões. Muitas vezes, as informações veiculadas são consumidas sem filtragem, tornando nesse caso os estudantes demasiadamente vulneráveis a interpretações.

Diante desses indicativos e na consideração dessa importante relação entre

Matemática e questões intrínsecas à vida cotidiana dos estudantes, considero pertinente e fundamental a aprendizagem escolar que favoreça a leitura e a interpretação desses dados por parte dos alunos, nos dias de hoje. Essa aprendizagem implicaria tanto os aspectos voltados para uma cultura básica de subsistência quanto para as atividades profissionais, nas quais não se consegue, habitualmente, representar situações em termos matemáticos.

A meu ver, esse estado de coisas estava sendo proporcionado por distorções metodológicas no/do ensino de matemática que, na maioria das vezes, se restringe tão somente à resolução matemática com aplicações de técnicas e regras de tendência mecanicista, como é evidenciado pelos resultados de muitas pesquisas realizadas em Educação Matemática.

Observo que, na construção do conhecimento matemático, não somente nos conteúdos estatísticos, é possível para o aluno tornar-se pesquisador e assumir a condução do processo para chegar às suas próprias descobertas. Para tanto, se torna imprescindível compreender as representações.

1.1 O INTERESSE PELA PROBLEMÁTICA DA PESQUISA

A motivação para elaboração deste trabalho de pesquisa surgiu no decorrer de minha prática em sala de aula, como já mencionei ao perceber a ausência de qualquer relação do conhecimento matemático com questões ambientais tal como propostos nos livros didáticos, quais sejam (a) imagens, (b) textos explicativos, (c) representações gráficas, (d) tabelas, e outros instrumentos pedagógicos que apóiam o processo de ensino e aprendizagem de conteúdos matemáticos escolares.

Salientando a precariedade do ensino em função dessa ausência, interessa-me compreender as relações cognitivas nesse âmbito, buscando verificar quais relações se fazem presente no ensino-aprendizagem de matemática, de forma que possa ser considerada significativa.

Quero dizer que me interessa conhecer e compreender formas alternativas de ensino da matemática em suas relações com a realidade, que possam, concomitantemente, efetivar a aprendizagem e a reflexão sobre o contexto de inserção do estudante – em termos mais amplos e mais restritos – no momento de suas resoluções, das leituras e interpretações do mundo. Isto porque os alunos precisam aprender a ler e a interpretar essas formas de representação para transformá-las em conhecimentos.

1.2 O PAPEL DAS REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS SEMIÓTICAS NESSE PROCESSO

Nesse contexto, faz-se necessário se pensar no papel das representações gráficas semióticas no processo da educação escolar brasileira, com base nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) em suas propostas para o 3º e 4º ciclo, que visa uma educação que privilegia a formação integral do aluno, que implica na busca de processos educacionais que não se limitem à decifração do código escrito, mas principalmente que estejam comprometidos com que é lido ou escrito (MENEGETTI, 2006). Por outro lado, pode-se despertar o interesse dos jovens por tais representações quando essas são usadas em contextos significativos.

Baseada nos pressupostos mencionados anteriormente, para formação dos estudantes é necessário subsidiar elementos que possam prepará-los para receber em abundância informações, em função das grandes transformações que vêm ocorrendo na sociedade moderna. Nesse âmbito, destacam-se, sobretudo, o que é veiculado pelos sistemas de informação e comunicação, ou mesmo pelo processo seletivo do mercado de trabalho cada vez mais exigente, bem como pela velocidade de propagação nos meios de comunicação.

Assim, na realidade, ler, interpretar e compreender as informações veiculadas nos gráficos e tabelas, não costumam se apresentar como ações que podem estar ligados à necessidade de responder às questões que são propostas aos estudantes.

Nessa direção, uma situação real próxima ao contexto diário dos alunos envolvendo o desperdício de água por exemplo, poderia ser tomada como ponto de partida nas representações gráficas apresentando relações estabelecidas entre o contexto e o que as representações oferecem, nesse caso as tabelas permitem leitura rápida e compreensiva das relações postas, garantindo aos alunos um volume incalculável de informações, com facilidade e rapidez de acesso. Além disso, vale enfatizar as possibilidades concretas de manipulação dessas informações, na medida que os próprios estudantes possam fazer análises preliminares das informações contidas em dados dessa natureza, não apenas para interpretação, mas na perspectiva de obter conclusões ou mesmo levantar hipóteses.

Por razões como estas, os registros de representação tendem a contribuir para as tomadas de decisões conscientes dos estudantes-cidadãos, que devem ser explicitadas nos dados amostrais dispostos nessas formas de representações gráficas. Na perspectiva, ainda, que possa ser estabelecida uma ponte de conexão dialogal entre o conhecimento científico escolar e o cotidiano dos alunos, desde que as habilidades de desenvoltura visuais, de leitura e interpretação, dentre outras, adquiram a qualidade de instrumentos pedagógicos necessários para a construção da cidadania.

Nesse contexto, as representações gráficas não assumem a característica de simplesmente apresentar os dados de forma interessante e atrativa, mas na perspectiva de transmitir idéias e fenômenos que dificilmente seriam visíveis se apresentados por outras formas de apresentação.

Nessa perspectiva, subjaz uma dimensão sobremaneira relevante das atividades sob estudo. Assim, é importante assinalar que se pode considerar este processo complexo e duradouro, mas, também como um auxiliar precioso para consolidar o desenvolvimento de valores éticos e estéticos, ajudando os alunos a construírem atitudes positivas frente ao que pode ser colocado nas representações e, ao mesmo tempo, às oportunidades de desenvolvimento de funções cognitivas a que me refiro como *integração dos diferentes momentos de fragmentação usual dos conteúdos e das relações no ensino da matemática*.

No âmbito do ensino de matemática, parecemos estar frente a uma crise,

justamente relativa à forma de pensar matematicamente e agir assim no mundo. Possa-se dizer, pois, que o sistema educativo passa por vários problemas nas disciplinas de matemática e mesmo no desenvolvimento de raciocínios lógico-matemáticos em nível escolar. Em função disso, tem-se o fato de a matemática ser uma das disciplinas que mais reprova e retém alunos nas escolas. Diante disso, o sistema mostra uma necessidade de entrar em sintonia com o atual quadro de ensino, de forma que o ensino de matemática possa se relacionar e dizer respeito ao mundo no qual os estudantes se inserem.

A situação de precariedade de raciocínios lógico-matemáticos torna-se evidente nos resultados mostrados pelo Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB) os quais apresentam índices do desempenho escolar insatisfatório, refletido já nas altas taxas de retenção, de evasão e até de exclusão escolar e social. Sem desconsiderar outros fatores, em nível mais geral, as abordagens da matemática em sala de aula são as que mais afastam os alunos da escolaridade regular, os impedem de aprender matemática e até mesmo de concluírem segmentos do ensino fundamental e médio (BRASIL, 1998b).

Do mesmo modo, faz-se necessário ressaltar os resultados assustadores do Programa Internacional para Avaliação de Alunos (PISA)³ 2003, ressaltando que nesta edição a ênfase foi dada especialmente a Matemática. Assim, as discussões pedagógicas giraram em torno de como as escolas estão preparando os alunos para o futuro e qual é a influência e a qualidade dos recursos utilizados em âmbito escolar, postas em função justamente dos resultados alcançados pelos alunos de todo o mundo.

Dentre os países da América Latina que foram convidados a participar desse programa, encontrava-se o Brasil. A população submetida à essa avaliação era de alunos de 15 anos de idade, em média, e que estivessem cursando a 7ª ou 8ª série no

³ Sigla em inglês. Cujas finalidades principais são produzir indicadores sobre a efetividade dos sistemas educacionais, que contribuam para discussão dentro e fora dos países participantes, da **qualidade da educação básica** ministrada pelas escolas, para subsidiar políticas nacionais de **melhoria da educação**. Esse Programa é desenvolvido e coordenado internacionalmente pela OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico e, no Brasil, é coordenado pelo INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais “Anísio Teixeira”.

Ensino Fundamental ou uma das séries do Ensino Médio do Brasil⁴.

Esta avaliação consistiu de cerca de 60 perguntas – a maior parte relativa à Matemática e o restante distribuído em Leitura e Ciências. Além disso, os alunos respondiam a um questionário de coleta de dados socioeconômicos e culturais. Pela segunda vez, os resultados foram desastrosos e mostraram pouca diferença daqueles obtidos em 2000, cujas respostas se situavam muito abaixo da média mundial obtida.

As questões e assertivas deste instrumento de avaliação incluem elementos estabelecidos internacionalmente como critérios avaliativos, que objetivam conhecer o desempenho dos alunos frente a situações da vida real, implícitas no currículo escolar de matemática e das outras áreas pertinentes.

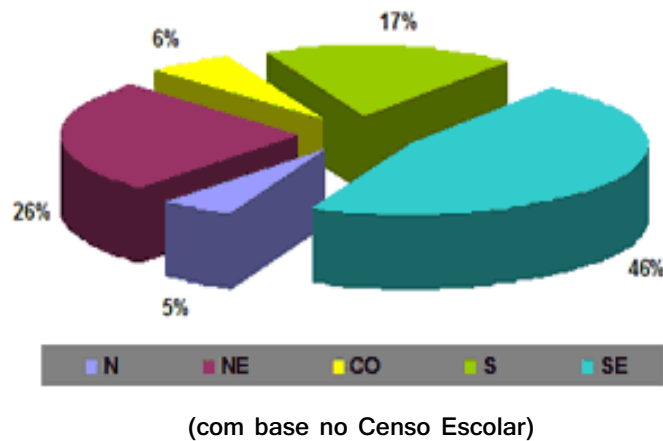


Gráfico 1 - PISA 2003 - Distribuições das escolas por região.

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

O PISA avaliou o letramento⁵ em matemática levando em consideração quatro aspectos, e apresentou o seguinte resultado:

- **Espaço e Forma:** Os estudantes do Brasil atingiram 350 pontos assim distribuídos:

⁴ Total de 5.235 alunos avaliados e os resultados obtidos estavam assim distribuídos: 13,0% na 7ª série; 22,1% na 8ª série; 45,4% no 1º ano; 18,4% no 2º e 1,1% no 3º ano.

⁵ O termo *letramento* é designado para refletir a amplitude dos conhecimentos, habilidades e competências que estão sendo avaliadas, ou seja, procura verificar a operacionalização de esquemas cognitivos.

55% se situaram abaixo do Nível 1⁶ – estágio no qual o aluno tem nitidamente todos os dados necessários à resolução de questões que envolviam contextos familiares; 42% se situaram entre os Níveis 1 e 3 – além do já citado sobre o Nível 1, os alunos também não conseguiam interpretar, nem retirar informações diretas para empregar algoritmos, fórmulas, procedimentos ou convenções em um nível básico de operações e raciocínio; 3% se situaram entre os Níveis 4 e 6, uma parcela quase desprezível em relação ao todo, posto que os alunos não foram capazes de resolver questões com situações mais complexas, exigindo deles certa desenvoltura de pensamento, exigindo compreensão e o estabelecimento de relações criativas, em função de inferências e de aplicações de modelos supostamente conhecidos.

- **Mudança e Relação:** Os estudantes do Brasil obtiveram 333 pontos, assim distribuídos: 60% se situaram abaixo do Nível 1, 35% ficaram entre os Níveis 1 e 3; e 5% entre os Níveis 4 e 6. Em comparação ao item anterior, observamos um certo avanço na pontuação.
- **Quantidade:** Os estudantes brasileiros obtiveram 360 pontos, distribuídos nos seguintes termos: 51% estavam abaixo do Nível 1; 44% entre os Níveis 1 e 3; e 5% entre os Níveis 4 e 6. Esta área não havia sido avaliada em 2000.
- **Incerteza:** Os estudantes brasileiros obtiveram 377 pontos, dos quais: 43% se situaram abaixo do Nível 1; 54% entre os níveis 1 e 3; e 3% entre os Níveis 4 e 6. Esta área também não havia sido avaliada em 2000.

Para situar esses diferentes resultados, é necessário que se perceba o estado precário do ensino de matemática na educação brasileira, o qual distancia os estudantes das competências necessárias para lidar com situações matemáticas em vários níveis, abrangendo desde a realização de operações básicas a “possíveis descobertas matemáticas”, como se busca encontrar nas manifestações de Nível 6.

Apesar da intenção desse programa, por razões perceptíveis em situações várias no contexto do ensino seja de ciências, de matemática, seja da língua materna, da aprendizagem da leitura e da escrita, o Brasil está muito aquém do esperado.

Tal constatação têm como parâmetro os seis níveis de conhecimento dos quais o mais elevado, ou seja, “o nível máximo” ocorre justamente quando *o aluno identifica*,

⁶ Nesse nível o Brasil têm 27%.

explica e usa evidências científicas consistentes na solução de problemas inéditos. Na Finlândia, que obteve a primeira colocação, 4,5% dos seus alunos atingem este nível e o Brasil atinge **zero**. Ressalto que nesse nível, os alunos apresentam talento raro.

Pensando nisso, no ensino, em geral, especialmente no processo de organização e comunicação dos saberes pela escola nas proposições curriculares, devem-se considerar as situações que se apresentam como um processo conflituoso por tratar-se de uma “via de mão dupla”, quer dizer, de um lado, a construção mesma do conhecimento e, por outro lado, a maneira de condução das formas de construção de conhecimento.

Nessa última consideração, situa-se (1) a perspectiva teórica e organizacional dos conteúdos a serem trabalhados, (2) a sua viabilização escolar, bem como, (3) a forma de apresentação dos conteúdos em sala de aula. Como os conteúdos são constituídos em um distanciamento apreciável da realidade do alunado, isto pode evidenciá-los como possíveis indicadores para que o Brasil possa ter resultados calamitosos nas avaliações feitas, tanto pela SAEB como pelo PISA.

Portanto, o que tem sido pensado e estruturado para a aprendizagem da matemática relacionada em propostas curriculares, perpassando as diretrizes pedagógicas, os livros didáticos, os programas, as formas de condução nas salas e os sistemas avaliativos precisam sofrer adequações e estar sujeito a determinações, uma vez que configuram processos conflituosos e contraditórios na medida em que ficam muito longe de alcançar esses níveis encontrados em outros países já citado anteriormente.

Nessa perspectiva, é preciso, urgentemente, melhorar a infra-estrutura educacional e a formação dos professores. Uma situação qualitativamente diferenciada é necessária para que seja superada a má formação que incide sobre a prática maléfica de ensino de ciências, de matemática e de língua materna nos anos iniciais de escolaridade.

Os PCN (1998b, p. 21-22) fazem uma referência a idéias como essas quanto à

utilização dos livros didáticos, nos termos seguintes:

Não tendo oportunidade e condições para aprimorar sua formação e não dispondo de outros recursos para desenvolver as práticas da sala de aula, os professores apóiam-se quase exclusivamente nos livros didáticos que, muitas vezes, são de qualidade insatisfatória.

Em função do meu interesse nos livros didáticos como *lócus* de investigação, pretendo realizar uma pesquisa para a obtenção de dados e informações que me possibilitem analisar se autores de livros didáticos indicados pelo PNLD (2005) proporcionam pelas suas proposições e atividades didáticas nos livros usualmente utilizados por professores e alunos em âmbito escolar, articulação com *registros de representação*.

Considero oportuno o estudo do que os livros didáticos contém, justamente pela grande influência por estes exercida na atuação do professor em sala de aula, vindo reforçar a escolha desse recurso pedagógico porque os fortalece em termos de importância e valor, conforme o próprio Guia dos Livros Didáticos (2005, v. 3, p. 196). Neste tipo de orientação oficial está escrito o seguinte:

Um bom livro didático constitui real ajuda para o professor e para o aluno, exercendo vários papéis. Tem a função de transmissão, consolidação e avaliação dos conhecimentos, serve como fonte de referência e pode também contribuir para a educação social e cultural dos alunos. Além disso, no que se refere mais especificamente ao professor, fornece informações sobre a Matemática e outros conhecimentos que intervêm em sua prática profissional, o que propicia a continuação de sua formação e auxilia a gestão de seu trabalho em sala de aula.

Nessa perspectiva, emergiram questões de forma que eu pudesse, com propriedade, delinear a investigação pretendida, nos seguintes termos:

- Quais são os *registros de representação utilizados nas relações cognitivas do ensino de matemática com o meio ambiente* nos livros didáticos mais utilizados no Estado do Pará?
- Será que os livros didáticos mais usados utilizam os diferentes registros para fazerem relação entre *meio ambiente e matemática* de forma a possibilitar compreensão das relações cognitivas estabelecidas pelos alunos?

- A partir dessas análises, que inferências são possíveis de serem feitas para que se possibilite ao professor de matemática em formação inicial a *orientação pedagógica e matemática imprescindíveis para favorecer a compreensão dos alunos levando em consideração o estabelecimento das relações entre matemática e meio ambiente?*

1.3 SIGNIFICAÇÃO DESTE ESTUDO PARA UMA ABORDAGEM DO MEIO AMBIENTE

As áreas convencionais que são classicamente trabalhadas nas escolas, pouco têm contribuído para que, nesse âmbito de importância, a temática ambiental seja tratada. Ao afirmar que as abordagens nessas áreas não tem sido suficientes, é possível cogitar a retirada ou discutir a possibilidade de eliminar por completo, ou ainda de restringir a realização de um trabalho didático comprometido com o acesso ao conhecimento socialmente acumulado pela humanidade.

Todavia, existem outros temas relacionados ao exercício da cidadania que são passíveis de tratamento no curso das atividades cotidianas da escola. Algumas questões importantes merecem destaque, tais como: o uso desordenado dos recursos hídricos, as questões relativas ao desmatamento, o lixo, e as questões energéticas.

Entretanto, sabe-se que há escassez de trabalhos cuja natureza envolvam questões de educação – Educação Matemática – e que possibilitem a discussão de questões educacionais envolvendo aspectos teóricos e práticos, especialmente no que se refere a questões ambientais. Nessa direção, Caldeira (1998, p. 19) recomenda um caminho seguro, a saber:

No que se refere a educação está presente a Matemática, não somente como parte de um todo, mas como ciência que nos conduz à compreensão interpretativa de uma realidade, tanto no seu aspecto de quantificação dos fenômenos, como também na quantificação de atitudes (possíveis, em alguns caso, apenas com Ciências Matemáticas) e através dela podemos fazer a ponte de ligação entre a Educação Ambiental e a Social.

Cabe lembrar que a inclusão de questões sociais no ensino fundamental não é uma preocupação somente da matemática, mas também de outras áreas de conhecimento como, por exemplo, das ciências sociais e das ciências naturais que já tendem, claramente, a incorporar em suas discussões a temática do *Meio Ambiente*.

A complexidade dos *temas transversais* decorre da natureza interdisciplinar ou transdisciplinar das questões que lhes possibilitam *atravessar, permear ou imbricar-se* os/nos diferentes campos do conhecimento para que possam ser compreendidos, para que se tenha idéia de sua amplitude e significação, e se possa efetivamente compreendê-la. Segundo os PCN os temas precisam se articular às concepções da área assim:

Tendo em vista a articulação dos Temas Transversais com a Matemática, algumas considerações devem ser ponderadas. Os conteúdos matemáticos estabelecidos no bloco Tratamento da Informação fornecem instrumentos necessários para obter e organizar as informações, interpretá-las, fazer cálculos e desse modo produzir argumentos para fundamentar conclusões sobre elas. Por outro lado, as questões e situações práticas vinculadas aos temas fornecem os contextos que possibilitam explorar de modo significativo conceitos e procedimentos matemáticos (BRASIL, 1998c, p. 29).

A relevância dessas considerações está na acordância dos documentos oficiais em relação ao processo de ensino e de aprendizagem, das ações qualitativamente diferenciadas para que este seja mais significativo para os alunos. Ao que parece, isto surge como decorrência de processos investigativos desenvolvidos nas salas de aula na disciplina de matemática.

Cabe ressaltar o esforço para conseguir a reforma educativa necessária, a partir de concepções inovadoras oficializadas. Essa proposta tem sido a bandeira levantada e defendida por diversos grupos de educadores comprometidos e com o espírito renovador, emprestando, com isso, certo ar de modernidade a esse processo.

No entanto, o que se observa existir são práticas inovadoras misturando-se com velhas rotinas academicistas. Sabe-se que a proposta de renovação curricular não aposta numa mudança cultural efetiva, mas há razões para se acreditar na capacidade de resposta da renovação pedagógica como processo inerente a profissão docente

(YUS, 1998).

É evidente que o conjunto de conhecimentos que compõem os *Eixos Transversais* propostos pelos PCN não está ligado especificamente a nenhuma área do conhecimento. Mas, pela sua relevância social, vale a pena discutí-los na perspectiva de um tratamento transversal no currículo global da escola. Dessa perspectiva, observa-se que os tratamentos dados às atitudes e aos valores nesses temas os colocam como elementos essenciais e de tratamento curricular inegável.

Nesse sentido, faz-se necessário um tipo de “consciência ambiental”. Contudo, sua formação depende – no Ensino Fundamental – da capacidade de articular os registros de representação gráfica a interpretações mais sólidas com situações reais apropriadas para tal.

Assim, essa “consciência” se fundaria em aspectos e operação cognitivas relevantes com o valor de “instrumentos” necessários ao cultivo da *educação para a vida*. Em função disso, como ressalta Yus (1998), sobressairia o valor social da escola, da educação laica presente na escola pública, que nem por isso se encontra isenta de valores humanísticos. Esses valores são característicos de uma escola que cria condições para os alunos se desenvolverem criticamente, para serem cidadãos autônomos, solidários e respeitosos com o ambiente e a saúde das pessoas.

A transversalidade é uma temática relativamente nova no mundo educativo, muito embora já estivesse presente em certas aulas renovadas ou progressistas. Porém, relações pedagógicas, científicas e culturais que os temas transversais ensejam têm sido mostrada de maneira esporádica e temporal, apenas quando da ocorrência de determinados fatos. Toma-se como exemplo dessa situação os temas e situações-problema que foram, durante muito tempo, postos em decorrência da preocupação social e pedagógica com a condição de pobreza, tanto qualitativa como quantitativa, e que perduraram em grupos de renovadores curriculares e órgãos não-governamentais.

Isto porque, na esfera educacional, as experiências inovadoras com esses eixos poderão ser um marco inicial de uma era em que se precisa muito de desenvolver, coletivamente, a cultura da transversalidade. Embora se saiba que, nas atuais

circunstâncias das escolas e seus alunos, esses temas mostram a face oculta de um mundo que exige um novo conceito de cidadania de forma a tornar possível a sobrevivência de qualidade positiva da humanidade (MOLINA, 1987).

Como os temas transversais ético-sociais constituem o eixo das atuais preocupações mundiais, verifica-se a necessidade de implementação de novas concepções e de novos currículos, relativos à exigência de abordar determinadas temáticas ou conteúdos referentes aos aspectos e relações seguintes:

- a utilização dos recursos naturais;
- a agressão ao meio ambiente;
- a convivência com os outros seres vivos;
- questões de saúde, dentre outros.

As questões assim expressas são peculiares à prática pedagógica, segundo a projeção de diretrizes oficiais, como se pode ver:

[...] A educação escolar passa a ter um papel essencial no desenvolvimento das pessoas e da sociedade, a serviço de um desenvolvimento sócio-cultural e ambiental mais harmonioso. É indicada como um dos elementos essenciais para favorecer as transformações sociais' (BRASIL, 2000, p. 9).

Por essa razão, na utilização do *bloco Tratamento da informação*⁷ subjaz um ensino de matemática mais eficaz a partir do cotidiano, respeitando o contexto em discussão. Nessa dimensão, em que o meio ambiente proporciona a discussão de questões sociais e promove o ensino de valores e atitudes a partir do conhecimento matemático, “usa-se da matemática para a compreensão da realidade” (CIFUENTES, 2006, p. 53). Sendo assim, os alunos tornam-se responsáveis pelas informações contidas, as quais oferecem oportunidades relevantes para reflexões ou mesmo críticas.

Tais aspectos foram de sutis relevância para buscar tais proposições e relações nos materiais didáticos, sobretudo nos **livros didáticos**, disponibilizados pelo Ministério

⁷ Os conteúdos matemáticos estabelecidos nesse bloco fornecem instrumentos necessários para obter e organizar as informações interpretá-las, fazer cálculos e desse modo produzir argumentos para fundamentar conclusões sobre elas. (BRASIL, 1998a, p. 29).

de Educação e Cultura (MEC). Para tanto, foram construídos critérios avaliativos a serem utilizados pelos professores nas escolas da rede pública, considerados imprescindíveis à sua análise:

Os materiais que se usa como recurso didático expressam valores e concepções a respeito de seu objeto. A análise desse material pode representar uma oportunidade para se desenvolver os valores e as atitudes com as quais se pretende trabalhar a aplicação de critérios avaliativos (BRASIL, 1998c, p. 36-37).

A preocupação com esses recursos, como já citado anteriormente, é que o estudante venha a se posicionar no momento do recebimento das informações, ou seja, que faça conjecturas evidenciando compreensão do conteúdo matemático, ao invés de continuar a favorecer a prevalência dos cálculos.

Conforme alguns legisladores, constitui-se como a característica mais singular dos temas transversais o que eles denominam e definem como *impregnação*. O significado de “impregnação” pode ser explicitado como “‘diluição’ clara e efetiva de um tema transversal no conjunto de disciplinas escolares, sem que se concentre ou prevaleça em nenhuma delas” (YUS, 1998, p. 23).

Os “temas transversais”, como já foi dito anteriormente, não podem constituir disciplinas ou em áreas clássicas do saber e da cultura. Mas, em sua origem e em seu desenvolvimento, esses temas surgem com maior profundidade nos documentos de apoio à prática pedagógica, nos PCN e nas orientações sobre os materiais didáticos elaborados.

Por outro lado, os “temas transversais” são interpretados como pontes entre o que é chamado de “conhecimento comum ou vulgar” e o “conhecimento científico”. Isto se refere à conexão do conhecimento acadêmico com a realidade, resultando em um conhecimento significativo nas aprendizagens, tornando-os ricos suportes pedagógicos para aproximar a escola dos conteúdos do mundo real.

A partir dessas linhas, o desenvolvimento curricular com a transversalidade oferece soluções para o conflito existente em diferentes áreas do saber. As soluções permeiam o processo de ensino e de aprendizagem, especialmente as relações

compreensivas entre o conhecimento disciplinar e os problemas sócio-ambientais relevantes.

Em função disso, a transversalidade adquire um caráter integrador de referência, organizando e integrando os conteúdos trabalhados em termos compartimentados nas mais diferentes áreas, para que os alunos – ao se confrontarem com situações sócio-ambientais – não respondam somente ao processo operativo. É desejável, sobretudo, que esses temas contenham significados específicos, implicando ou resultando, conforme Yus (1998), em ações sociais.

Nessa linha, são grandes os desafios colocados à frente das ações para a melhoria das condições de vida no mundo, sendo um dos principais fatores de mudanças de atitudes, procedimentos e valores com o patrimônio básico para a sobrevivência humana: **o meio ambiente**.

A importância vital desses pontos de vista, dessa temática na educação matemática, evidencia as inter-relações e a interdependência dos diversos elementos na constituição e na manutenção da vida neste planeta. A quantificação de aspectos envolvidos nas questões ambientais poderão favorecer uma visão mais clara da complexidade dela, incentivando com isso a tomada de decisões e intervenções nos dias atuais ou no futuro.

Ressalto, novamente, que esses aspectos e relações, na maioria das vezes, são veiculados por meio de formas de esquematização das informações e legendas – neste caso pelas *representações gráficas* – que poderão servir de suporte para a ampla leitura das questões postas e, conseqüentemente, para ações de intervenção.

Nesse contexto, se percebe a existência de preocupações dos pesquisadores da Educação Matemática (i) com a aquisição do conhecimento, ou seja, justamente com a forma de como se processa a aprendizagem, vem como (ii) com as dificuldades encontradas pelos alunos ao buscarem fazer as interpretações necessárias para a apreensão do conhecimento matemático, mesmo com o auxílio de uma representação. Afiguram-se, pois, nos livros didáticos, a importância dada à representação gráfica em extensão à utilização dos recursos das novas tecnologias.

Atualmente, apesar de se encontrar enormes obstáculos quanto ao desenvolvimento de conteúdos matemáticos usando-se a temática multi-relacional e as práticas cognitivas operacionais, é relevante, é necessária e inadiável sua articulação no desenvolvimento de conteúdos transversais. Assim, privilegia-se o objetivo central da educação escolar que é a construção da cidadania, da atitude e consciência democráticas que, pelo menos, se coloque em um outro nível, de maior abstração e inclusividade, as relações de conhecimento.

Nas aulas de Matemática, esses estudos, além de auxiliarem no aperfeiçoamento das estatísticas sociais, certamente podem fomentar a discussão sobre questões ambientais, tornando a realidade simbolicamente expressa por meio dos conhecimentos matemáticos. Parece claro que a maneira de se buscar considerar o real pelo imaginário em algumas questões pode ser discutida e analisada em ambientes de aprendizagem, os quais, segundo Souza (1994, p. 26), dentre outros, implicam o seguinte:

- Acesso aos recursos necessários para um padrão de vida, em base sustentáveis;
- Compreensão dos níveis de saúde e nutrição que possibilitem uma vida longa e saudável;
- Implementação da Educação para que cada pessoa explore o seu potencial intelectual e se torne capaz de contribuir para a sociedade;
- Definição de elementos para uma sociedade sustentável;
- Realização de Projetos para a recuperação de terra degradada, criação de cinturões verdes e plantio de árvores.

O meu foco centra-se na visão que o aluno venha a ter da Matemática no desenvolvimento das asserções postas pelo professor em sala de aula utilizando os livros didáticos, cujo propósito está em fazer a relação com a realidade em que estão inseridos. Deste modo, a contribuição central que daí decorre é que, a partir de situações reais, os estudantes possam ampliar sua visão com outros significados além do que é especificamente proposto, estabelecidos, dentre outros, pelas representações gráficas na aprendizagem da matemática.

A partir dessa visão/concepção surgiu seguinte questionamento:

- *Como poderão os conteúdos humanísticos fazer parte dos currículos escolares sem perder de vista o foco de construção e desenvolvimento intelectual do aluno?*

Como respostas a estes e outros questionamentos, já referidos *a priori* pelos PCN – Temas Transversais –, vale afirmar que é possível justamente ensinar e aprender Matemática sem essa dissociação. Isto porque tanto os PCN quanto os Temas Transversais se voltam para o processo de “resgate da dignidade e da cidadania” no curso da formação do estudante.

Nessa perspectiva, o significado da vida poderá se localizar nas asserções que permeiam a formação e o desenvolvimento do indivíduo em que na abordagem da temática do “Meio Ambiente” é imprescindível *que sejam criativos, flexíveis, estabelecendo processos harmônicos*. Nesse caso, ressalta-se a importância de se trabalhar o meio ambiente na sala de aula e na escola porque, **sem dúvida, trata-se da sustentação da vida**.

De forma coerente, a relação enfocada – *matemática e meio ambiente* – se apresenta sempre muito próxima da vivência de mundo físico e social dada à percepção inevitável tanto dos aspectos quantitativos necessários ao entendimento de diferentes fenômenos ambientais, quanto dos aspectos qualitativos, mesmo que estes se ponham de forma discreta. Caldeira (1998, p. 16) expressa a dimensão de tais idéias ao explicá-las, assim:

[...] Quantificando problemas ambientais, teremos uma visão mais clara do fenômeno que está ocorrendo no ambiente, criando assim oportunidade para poder atuar no sentido de modificar em alguns aspectos a qualidade do ambiente estudado. [...] No que se refere ao ensino, então, a matemática pode oferecer métodos, sistemas, procedimentos e ferramentas para compreender as questões relacionadas ao meio ambiente. Fazer apenas isto [que se faz] deixa a matemática muito aquém do que ela deve ser, mas aprender Matemática, usando como “pano de fundo” as questões ambientais, faz muito mais do que fornecer ao aluno instrumentos e ferramentas para compreensão do fenômeno.

De maneira análoga, os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (BRASIL, 1996) refletem a seguinte análise:

A aprendizagem de valores e atitudes é pouco explorada do ponto de vista pedagógico. Há estudos que apontam a importância da informação de valores e atitudes. Conhecer os problemas ambientais e saber suas consequências desastrosas para a vida humana é importante para promover uma atitude de cuidado e atenção a essas questões.

As referências mencionadas nos levam a refletir sobre o fato de que, em termos educacionais, a Educação Ambiental tem o seu espaço de relevância, não como uma “Ciência preocupada tão somente em ensinar sobre a natureza, mas de educar **‘para’** e **‘com’**” (MOLINA, 1987, p. 25).

Sem negar a relevância dessas peculiaridades, ressalto que esses aspectos são naturalmente motivadores e constituem, sobretudo, a força motriz para a escolha do tema deste estudo/desta investigação, que toma como contexto de discussão o Ensino Fundamental, ao considerar, decididamente, o seu objetivo no sistema educacional brasileiro, qual seja, de proporcionar um ensino de matemática de qualidade.

Partindo das considerações até agora mencionadas e com base no tema de estudo aqui proposto, é conveniente fundamentar a investigação que proponho em documentos como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação – LDB 9.394/96 – em sua proposta norteadora à educação escolar, a qual se funda em *princípios relacionais* na formação voltada à cidadania, necessária ou imprescindível, para que os estudantes possam ser inseridos na sociedade em que vivem, especialmente no espaço-tempo do Ensino Fundamental. No que diz respeito à educação básica, a LDB (BRASIL, 1998a, p. 41) estabelece como finalidade o seguinte: “[...] Desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para

progredir no trabalho e em estudos posteriores.”

Nestes termos, a referência mencionada nos redireciona para a necessidade de esclarecimento acerca do que vem a ser essa **formação indispensável**. Essa obrigação, remete à fixação de diretrizes curriculares da educação nacional, as quais, em outras palavras, implicam o estabelecimento de parâmetros, princípios, caminhos para que a educação seja encaminhada no País. Nesse contexto, fica explicitada a concepção de *homem, sociedade e educação* através das primeiras colocações nos títulos da referida Lei, no que diz respeito aos *fins da educação, ao direito, ao dever, à liberdade de educar, ao sistema de ensino, bem como ao seu gerenciamento e normalização*.

Diante disso, a rapidez de desenvolvimento atingido pelas sociedades contemporâneas – particularmente pela nossa sociedade – implica uma apropriação mínima de conhecimentos sistemáticos necessários à cidadania. Certamente, a falta de tais conceitos e relações cognitivas tidas como fundamentais poderá contribuir para o estudante deixar de participar ativamente como cidadão – ou participar restritivamente – da sociedade em que vive.

Devido à importância da apropriação fundamental desses *conhecimentos básicos* incluí-se *a escrita da linguagem natural e as linguagens matemáticas*, imprescindíveis à vida na sociedade moderna. Ante esses desafios, educar passa a adquirir novos significados ao tempo que expressa a necessidade de re-significar os parâmetros comuns da vida em sociedade, que orientam nossas ações, e que auxiliam na compreensão e interpretação do mundo, no seio da educação sistematizada ou não.

Assim sendo, tanto a aquisição da informação quanto a apreensão de saberes e conhecimentos científicos são condições *sine qua non* para alcançar o que é posto nos termos seguintes:

- I – o desenvolvimento da capacidade de aprender, tendo como meios básicos o pleno domínio da leitura, da escrita e do cálculo;
- II – a compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da

tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade;
 III – o desenvolvimento da capacidade de aprendizagem, tendo em vista a aquisição de conhecimento e habilidades e a formação de valores;
 IV - o fortalecimento dos vínculos de família, dos laços de solidariedade humana e de tolerância recíproca em que se assenta a vida social (BRASIL, 1998a, p. 41).

Com tais considerações, torna-se objetivo e função da educação básica trabalhar a temática relativa ao “*meio ambiente*” no processo de ensino e de aprendizagem da matemática. Assume-se, pois, a responsabilidade de contribuir para que se possam formar *cidadãos conscientes e reflexivos*, com condições de tomar decisões e de serem, também, atuantes na realidade sócio-ambiental, de forma tal que possam vir a estar **comprometidos com a vida**, com o **bem-estar** de cada um e da **sociedade local e global** (BRASIL, 1998c, p. 187).

Esses caminhos, permitem pensar que, por um lado, a educação básica está voltada para a formação integral do ser humano e, por outro lado, é necessário ir além da aprendizagem de conceitos ou mesmo do uso limitado de algoritmos. Isto quer dizer da importância de se dar ênfase aos assuntos emergenciais veiculados nos recursos pedagógicos conducentes à formação do cidadão (MENEGETTI, 2006).

Tais preocupações estão associadas à *educação ambiental*, a qual foi incorporada na esfera educacional, após inúmeras mobilizações, nas diferentes camadas da sociedade, tanto por órgãos governamentais como por não-governamentais. A Unesco, por exemplo, em 1968, realizou um estudo comparativo em mais de 70 países, tendo como foco principal *como o meio ambiente estava sendo trabalhado nas escolas*”. A partir desse estudo, foram elencadas proposições, mais tarde aceitas mundialmente, tais como as seguintes:

- a Educação Ambiental não deve se constituir numa disciplina;
- por ‘ambiente’ entende-se não apenas o entorno físico, mas também os aspectos sociais, culturais, econômicos e políticos inter-relacionados (BRASIL, 1998c, p. 229).

Mediante o exposto, está claro que estas propostas acarretariam inquietações tanto de ordem política quanto científica, porém necessárias. Essas foram muitas vezes veiculadas pela mídia escrita e falada que, de uma forma ou de outra, contribuem para despertar interesses no campo da educação. Com isso, evidencia-se que, para se

ter certeza que o aluno não está se limitando a resolver somente a parte específica da matemática, será necessário que, em termos gerais, as relações cognitivas de aprendizagem veiculadas nas representações gráficas possam favorecer à produção do conhecimento e da realidade.

Dadas pelo poder de síntese das representações gráficas valorizadas cada vez mais em uma sociedade dependente das imagens e com menos tempo de ler e analisar a informação escrita, nesse caso as representações gráficas resumem dados e revelam o que não é evidente.

Em virtude disso, fomentam-se diversas questões sobre essa temática e, ao mesmo tempo, fornecem-se dados e estimativas. Nada parece mais natural, portanto, do que o uso compreensivo da matemática para que o seu ensino torne-se significativo, analisando, criticando, compreendendo e colaborando na solução de problemas emergentes. Todavia, os alunos podem ser auxiliados nesse processo pelo pensamento de Duval, pois para que isso possa ocorrer deve-se utilizar diferentes representações semióticas no ensino da Matemática:

[...] o objetivo do ensino da matemática, em formação inicial, não é nem formar futuros matemáticos, nem dar aos alunos instrumentos que só lhes serão eventualmente úteis muito mais tarde, e sim contribuir para o desenvolvimento geral das suas capacidades de raciocínio, de análise e de visualização (DUVAL, 2003, p. 11)

Conto com o auxílio de Cifuentes (2006, p. 36) para esclarecer o seguinte:

[...] O que devemos entender por “ensino de matemática significativo”, do ponto de vista da transversalidade, depende de a matemática ser considerada como um meio, por exemplo, para atingir a cidadania através da escolaridade, no ensino básico.

A preparação para esse trabalho pedagógico ou educativo – em termos de competência para tal – diz respeito à formação do profissional de matemática e do profissional para o ensino de matemática. Isto quer dizer que essa preparação implica em formação específica que vise o trabalho em educação para o desenvolvimento da pessoa ou para comunicação e ação docente inspiradas nos princípios responsáveis pela construção da cidadania.

Parece, pois, sobremaneira relevante uma investigação – em âmbito escolar – que busque aprofundar a compreensão dos registros de representações semióticas presentes nas asserções e nas relações estabelecidas entre a *matemática e o meio ambiente* nos livros didáticos atuais. Nessa perspectiva, busco focar o seguinte:

- a) O bloco da informação,
- b) O desenvolvimento de conteúdos socialmente relevantes, e
- c) Suas contribuições para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Sendo assim, na presente investigação, intenciono – em termos de investigação pedagógica – encetar reflexões sobre **potencialidades** e **limites** dessa forma de organização e desenvolvimento curricular, no Ensino Fundamental.

Considerando as minhas vivências que tive como aluna, professora da rede pública municipal e estadual, atualmente professora substituta da Universidade Estadual do Pará e as considerações em destaque ao conhecimento cognitivo da produção do conhecimento matemático, conforme o exposto conduziu-me a buscar compreender como os conteúdos matemáticos no bloco da informação nos livros didáticos e quais são os registros de representações semióticas utilizados pelo autor selecionado.

As transformações da realidade passam, necessariamente, por uma mudança de perspectiva, de modo que ao se admitir que a realidade social possa ser transformada ressalta-se a importância da ação política da escola. A escola – **per se** – não muda a sociedade, mas pode contribuir significativamente para muitas mudanças, se vier a afirmar-se não apenas como espaço de reprodução, mas como *espaço de transformação*.

Ao que parece, ser professora de escola pública é acreditar que utilizando recursos didáticos disponíveis pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD), o sistema de ensino deixe de ser cristalizado, de cultivar o *status quo* das práticas ineficientes e a aprendizagem seletiva. Todavia, vale provocar rupturas para se considerar ambientes educativos funcionais e para que os educandos possam desenvolver uma visão holística e integral do mundo, de forma a assumirem posturas éticas, responsáveis pelo

binômio local-global.

Tradicionalmente, os conteúdos trabalhados nas salas de aulas têm sido motivo de questionamento ao longo do tempo, daí a pertinência de indagarmos *por que estudamos Matemática, Física, Filosofia...* As respostas nos remetem à cultura grega⁸. Isto porque, tendo transcorrido mais ou menos 2.500 anos, essa mesma cultura foi a que impregnou os conteúdos que deveriam ser trabalhados de maneira articulada e integrados na educação.

Na concepção de ensino tradicionalista em que os conteúdos são apresentados de forma pronta e acabada, em que o aluno assume a função de receptor, e o professor como detentor do conhecimento, ou seja, nesse processo de ensino e aprendizagem não viabiliza a discussão na construção do conhecimento. Muito embora sabe-se que esta metodologia tem sido (e ainda é) dominante durante muitos anos em sala de aula. Nessa direção, os conteúdos são desenvolvidos cuja finalidade é a memorização e um grande armazenamento de informações, ainda assim, também, objetivam um alto e eficiente desenvolvimento cognitivo do aluno, ou seja, a ciência matemática é tratada como um conhecimento racional e demonstrativo, de maneira que o seu ensino não deixava dúvidas, baseado nas definições, nos postulados e nos axiomas.

Essa concepção de ensino da matemática de forma abstrata desconectada do cotidiano, fundamentada numa ciência de especulação intelectual, muita vezes de maneira idealista. Uma grande e louvável prova disso é o avanço tecnológico acelerado que, por diversas vezes, leva a entender que aprender Matemática significa “contribuir com a indústria bélica”. Isso se torna evidente no desenvolvimento das práticas de muitos professores tanto pelo resultado do fracasso escolar quanto pelo autoritarismo e dogmatismo pela imposição de suas concepções.

⁸ Os pensadores da Grécia Antiga constituíam uma elite dominante e de uma hierarquia em que a democracia era privilégio de poucos de forma que os escravos e as mulheres eram tratados como sub-raça (MACHADO, 1987).

Evidentemente, aprender e usar os conhecimentos matemáticos ou outros, em termos científicos, não tem somente um lado cruel, porque a própria evolução histórica do homem mostra a grande contribuição da matemática e da ciência para a história da humanidade.

Outro aspecto a ser considerado é o que seria mais importante para os educandos de uma determinada escola saber o nome de um rio da África **ou** saber que o córrego que passa perto, de sua comunidade, está poluído e que ele próprio poderá ser um transformador dessa realidade? Será que é possível trabalhar somente os conteúdos das áreas clássicas, entendendo o que é respeito, ética, amor aos seus semelhantes e respeito à natureza?

Neste trabalho pretendo focar os obstáculos que se apresentam nos processos de ensino e aprendizagem daqueles que transitam pela matemática, bem como as inter-relações passíveis de serem estabelecidas com outras áreas de conhecimento, partindo a investigação de problemas decorrentes delineados pelas interrogações e reflexões sobre a construção do conhecimento matemático e possíveis modos de ensinar e de aprender matemática.

2 A IMPORTÂNCIA DO LIVRO DIDÁTICO NO CONTEXTO ESCOLAR

2.1 O CONTEÚDO E O USO DO LIVRO DIDÁTICO

Dois caminhos são privilegiados para se transmitir o saber matemático: pela oralidade e por textos escritos. Embora a Matemática exista há mais de cinco mil anos, a forma que conhecemos do texto escrito – o livro impresso – data de pouco mais de quinhentos anos.

Mas, afinal o que é o livro? Para fins estatísticos, na década de 60, a UNESCO definiu o livro como sendo uma publicação impressa, não periódica, que consta de no mínimo 49 páginas, sem contar as capas (CLARET, 2003).

2.1.1 As razões de destaque do livro didático

No processo de ensino e de aprendizagem, o livro didático deve ser visto como um suporte pedagógico auxiliar desses processos e não como instrumental único que encerra o que deve ser aprendido e se torna seu *fim*.

No contexto dos conteúdos de ensino transmitidos pelo livro didático há que se atentar para o material utilizado tendo em vista o estabelecimento de relações cognitivas de matemática, por exemplo. Por isso, se faz necessário considerar o tipo ou a natureza das representações gráficas no *bloco Tratamento da Informação*⁹. Além disso, a consideração pedagógica das representações contidas nas lições e nas relações apresentadas determina a sua influência sobre a atuação do professor em sala de aula.

⁹ Embora já definido no capítulo I, nesse estudo as análises das asserções contendo gráficos e tabelas voltam-se aos registros de representações semiótica que possam fazer a relação matemática e meio ambiente.

Neste trabalho não se define a princípio a análise das etapas do processo de ensino das representações gráficas – tabelas e gráficos – enfocando exemplos para esclarecimento da atuação do professor em sua prática com o uso do livro didático. Mas, certamente, se torna importante reconhecer a forma de uso do livro didático expressa as concepções de ensino do professor. Contudo, muitas vezes apresenta um texto rico e passível de enfoques significativos de ensino na sala de aula. Wu (1999, p. 3), ao lidar com o sentido e os significados do livro didático, chama atenção para o seguinte:

[...] Mesmo não sendo o livro o elemento único a garantir que o que ali se apresente corresponda ao saber apreendido pelos estudantes, há o destaque de ser o grande curricularista, dada a sua importância como instrumento pedagógico para o professor, quando lhe sugere conteúdo, metodologia e atividades.

O livro didático, na atualidade, por constituir-se como uma forma de publicação socialmente reconhecida, vem tendo a sua função modificada, a ponto de tornar-se um produto especial, com técnica, intenção e utilização específica. Isto lhe dá caráter de *mercadoria cultural*, com maior ou menor significado no contexto sócio-econômico em que é publicado.

Como mercadoria pode ser comprada, trocada ou vendida, mas na sua função intrínseca, insubstituível é um instrumento de difusão de idéias culturais, transmissão de conceitos, valores, documentos fotográficos ou iconográficos, prazer, entretenimento, ou, como se pode dizer, “o melhor condutor e acumulador de conhecimento” (FREITAG, 1993, p. 69).

A partir do século XIX, o livro assumiu um papel relevante como *meio de divulgação das modificações sócio-culturais e econômicas*, e o conhecimento passou a significar conquista para quem o lesse, posto que evoluiria socialmente. Nessa época, havia uma crença oriunda de Portugal que o Brasil não precisava de imprensa. Em função disso, é notória a precariedade nas primeiras produções de textos didáticos, perdurando a importação de livros escolares.

Conforme afirmou McLuhan (apud CLARET, 2003) a televisão transformaria o mundo em uma grande “aldeia” no momento que as sociedades se rendessem aos seus encantos, mesmo assim, a palavra escrita jamais deixou de ser uma das mais importantes heranças culturais de um povo. As formas de apresentação da escrita puderam ser modificadas ou passaram a estar subordinadas à legislação em vigor, mas sempre de acordo com as concepções educacionais vigentes. Tais referências estendem-se, sem dúvida, ao livro didático.

Inúmeras foram às tentativas do governo tendo em vista levar o livro didático à escola. Essa luta perdurou por mais de seis décadas. Somente com a extinção da Fundação de Assistência ao Estudante (FAE) em 1997, e com a transferência da Política de execução do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) para o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) é que realmente começou a distribuição do livro didático em termos oficiais e de forma contínua.

Em 1997, pela primeira vez, foi editado o *Guia dos Livros Didáticos do MEC*, com o propósito de dar o suporte necessário à escolha. Dessa forma, transferiram maiores responsabilidades àqueles que participam da escolha dos livros didáticos a serem utilizados pelos estudantes nas escolas da rede pública por um determinado período de tempo.

Justamente para prover as escolas públicas com livros didáticos, estes passam por um crivo ou por *critérios de avaliação*. Assim, o professor pode dispor de um bom manual, ajustado e adequado à realidade e ao contexto da escola, de forma a poder assumir efetivamente a sua função no processo de ensino e de aprendizagem, produzindo resultados cada vez mais qualitativos nos alunos.

Com muita propriedade, Caraça (2000) contribui para fomentar discussões a respeito do que há entre o conhecimento em construção e o já transposto para o livro didático, abordando de forma interessante o que comumente acontece quando se trabalha o conteúdo conforme está no livro, sem qualquer relação com a forma ou os problemas e etapas envolvidas na construção do conhecimento. Este autor se refere ao fato de o conhecimento livresco, no seio da escola, encontrar-se ‘engessado’. São suas as seguintes palavras:

Os conhecimentos estão encadeados no livro de forma harmoniosa e quase sempre não são questionados. Deve-se estar atento, pois na construção da Ciência há toda uma influência da vida social, das condições de produção e isto é que faz dela um organismo vivo e interessante de ser estudado (CARAÇA, 2000, p. 13).

A partir de análises como esta, parece indiscutível a enorme responsabilidade da escolha de um material didático que contemple a qualidade da aprendizagem da Matemática no contexto escolar, no caso da investigação presente. Isto porque não se pode perder de vista uma ação pedagógica em sala de aula que enfatize o pensamento autônomo, a reflexão crítica e o raciocínio lógico. Busca-se, pois, uma prática descentralizada de treinamentos, impondo passividade ao aluno, que incida sobre as relações cognitivas e significativas para o ensino e a aprendizagem e, para tanto, as *representações gráficas* são imprescindíveis.

Vale confrontar, ainda, em termos de reiteração, algumas considerações oriundas do PNLD (2005) sobre a evolução dos livros didáticos de Matemática com o passar do tempo, quais sejam:

Ao comparar a primeira avaliação, feita para o PNLD 1997, com a do PNLD 2004, nota-se um aumento significativo de obras selecionadas e uma elevação nítida de suas qualidades. Examinando as coleções selecionadas – 24 específicas de Matemática – percebe-se o quanto foi rápida a evolução do livro didático de Matemática no Brasil. A antiga uniformidade das obras foi substituída por uma grande riqueza de apresentações e de propostas pedagógicas.

Diante, do que já foi posto em relação à posição do livro didático na cultura escolar brasileira, além de explicitar suas funções, ressalto ser um dos seus pressupostos *a preparação dos alunos para atuarem em uma sociedade complexa e permeada de tecnologias*.

Sendo assim, passa a ser importante verificar como os livros didáticos de Matemática estão abordando os conteúdos específicos desta área de estudo - pelo enfoque das representações gráficas – tendo como viés, como é meu propósito, o *meio ambiente*.

Designo, portanto, por '*livro didático*' uma obra escrita e organizada com a finalidade específica de ser utilizada em situações didáticas. Isto quer dizer que, para ser didático, o livro precisa ter sido "elaborado intencionalmente para fins didáticos" (MOLINA, 1987, p. 20), quer dizer para fins de ensino e de aprendizagem.

Nessa perspectiva, ainda Molina (1987) alerta para certo tipo de conduta e de encaminhamento de quem produz livros didáticos, assinalando um determinado autor que, ao conceder uma entrevista para uma revista de grande circulação fez o seguinte pronunciamento sobre livros didáticos de Matemática: *No conteúdo, os livros são praticamente iguais, porque a Matemática é uma só. O que diferencia cada autor é a metodologia.*

Contudo, perceber e distinguir uma obra, no sentido amplo e contextualizado, inserida no processo pedagógico em termos sociais e políticos, é ir além da mera seleção do tipo de apresentação dos conteúdos. Dessa forma, ressalta-se a importância do uso dos livros didáticos em espaços produtivos de conhecimento pelo valor que pode ou não encerrar como objeto de estudo e pesquisa.

Batista (1999, p. 531) corrobora essas idéias quanto a fontes de pesquisa sobre o livro didático, quando diz:

Considerando que os livros didáticos são a principal fonte de informação impressa utilizada por parte dos alunos e professores brasileiros e que essa utilização intensiva ocorre quanto mais as populações escolares (discentes e docentes) têm menor acesso a bens econômicos e culturais.

Em estudos realizados nas décadas de 50 e 60, as análises feitas referiram-se ao método de ensino, ao exame dos livros-texto, à crítica e à ideologia neles contidos. É o que ressalta Freitag (1993, p. 66) quando diz que "se esses estudos na época tivessem servido como eixo norteador para as próximas produções, posteriormente os estudos realizados talvez tivessem outro nível de qualidade ou não seriam feitos."

A configuração das questões sociais recebe destaque em relação aos interesses presentes nos conteúdos e na organização de livros didáticos usuais. Alguns trabalhos

têm sido realizados com bolsistas iniciantes na academia¹⁰, os quais produziram 14 itens para esquemas de análise de textos didáticos sobre *educação ambiental*.

Estes itens poderiam ser 'ajustados' para análise de textos didáticos, seja qual fosse a sua especificidade, cuidando para que a abordagem evitasse distorções e cuidassem de assumir orientações desejáveis, tais como as seguintes:

- evitasse o *caráter reducionista*,
- evitasse cultivar as *formas fragmentadas*,
- buscasse relacionar o *local* com o *histórico-global* do tema focalizado,
- buscasse uma real ou efetiva preocupação com a *formação de valores, atitudes e comportamentos*, bem como,
- mantivesse como finalidade – no ensino e na aprendizagem - *ações concretas e transformadoras em âmbito interdisciplinar*.

Desde que vários estudos enveredaram por direções diversificadas nas abordagens do livro didático, corroboro a necessidade de enfatizar a análise de conteúdos sociais emergenciais veiculados especialmente nos livros de matemática para o ensino fundamental. Para tanto, levo em consideração a diferença de contexto em que os PCN tratam da questão ambiental, partindo do princípio de que nenhuma forma de conhecimento é exaustiva *per se*.

Questões desse tipo desembocam na importância de evidenciar a complexidade das questões e das análises acerca de *como as relações cognitivas entre o ensino do conteúdo matemático e as questões do meio ambiente estão sendo apresentadas e pedagogicamente tratadas nos livros didáticos atuais*.

Faz-se necessário que os estudantes se envolvam com outra dimensão nessas abordagens, ou seja, que os professores aprendam a lidar com recursos pedagógicos de qualidade. Isto porque, as leituras e as observações devem se tornar instrumentos

¹⁰ Na Universidade Federal do Espírito Santo/UFES (95/96) alguns desses trabalhos foram realizados com bolsistas.

válidos para tornar os alunos capazes de iniciar a prática de elaboração de novos saberes advindos da compreensão do meio ambiente pelo uso de raciocínios matemáticos.

A apresentação de problemas matemáticos com a inclusão de questões contextuais como, por exemplo, aquelas relacionadas às queimadas, ao desmatamento, ao desperdício dos recursos naturais, aos tipos de energia, à escassez de recursos hídricos, devem, certamente, ser inseridos nos conteúdos dos livros didáticos. E isto deveria ser feito não com o objetivo de “avolumar as informações”, mas de suscitar interesse por esses problemas e pela busca de alternativas de soluções para os problemas procedentes ou não da realidade educativa.

Dentre os vários tipos de impressos – mesmo com o advento da textualidade eletrônica – o livro configura-se como um dos principais recursos que os professores dispõem para desenvolver suas prática de ensino. Visto como um suporte de conhecimentos ou como uma ferramenta pedagógica, não seria exagero afirmar que o livro didático tem sido/é fundamental para a realização da tarefa escolar, de ensinar determinados saberes para todos aqueles que conseguem a ele ter acesso.

3 A CONSTRUÇÃO DE UM QUADRO TEÓRICO DE REFERÊNCIA PARA A PESQUISA

3.1 A RELEVÂNCIA DE UM REFERENCIAL CURRICULAR

No âmbito da Educação Matemática, o estudo sobre as representações gráficas tem se mostrado um campo fecundo de variadas formas de investigação. As pesquisas de Bonneto (1999), Buehring (2006), Catto (2000); Godoy (2004) e Silva (2004) envolvem a aquisição e as dificuldades no processo de ensino e de aprendizagem da matemática, bem como os estudos dos *Registros de Representações Gráficas* assumem um papel importante tanto no campo pedagógico quanto epistemológico.

Sendo assim, para alcançar os objetivos do ensino fundamental, o professor é desafiado a criar condições de aprendizagem em que os alunos sejam capazes de perceber-se integrante, dependente e agente transformador do ambiente, identificando e interagindo com seus elementos. Torna-se imprescindível compreender tal necessidade de pensar ou repensar atividades significativas para que os estudantes compreendam os valores da Matemática.

Dessa forma, as asserções não devem se restringir à natureza prática e utilitária da matemática, como contar e medir, mas, sobretudo, ressaltar o propósito de abertura de reflexões quanto ao papel da escola, provocando especulações, observações e debates quanto a (1) **o que**, (2) **quando**, (3) **para quem ensinar** e (4) **quem precisa aprender**, abrangendo o contexto de inserção da escola.

Os PCN (BRASIL, 1998a, p. 9), em termos mais amplos, oferecem a seguinte direção:

[...] Apontam [...] para a importância de discutir, na escola e na sala de aula, questões da sociedade brasileira, como as ligadas à Ética, **Meio**

Ambiente, Orientação Sexual, Pluralidade Cultural, Saúde, Trabalho e Consumo. [O grifo é nosso]

Coloca-se, pois, um desafio para o desenvolvimento de práticas docentes que têm em vista a busca de novas alternativas que possam viabilizar, sobretudo, a efetivação e o repensar a educação para uma sociedade em crise, padecendo de empobrecimento social e da ausência de políticas públicas consistentes.

Nesse sentido, vale invocar Bittar (2005, p. 33) em nova argumentação, assim: “[...] O estudo de questões ligadas ao meio ambiente deve fazer parte do conteúdo a ser trabalhado em todos os níveis da escolaridade. Esse tema é rico em situações a serem exploradas nas aulas de Matemática.”

Corroboram-se as propostas dos PCN (1997) quando estes defendem a importância da introdução do estudo da Estatística – *tratamento da informação* – desde as primeiras séries do ensino fundamental. Isto porque tanto a coleta de dados quanto a sua representação são fontes de situações cotidianas tais que envolvem diversos conteúdos matemáticos e, certamente, contribuem para o desenvolvimento da oralidade e da escrita.

Essas diretrizes expressas nos PCN (1997, p. 53) visam possibilitar o trabalho com importantes conteúdos matemáticos do ensino básico, considerado sobremaneira significativo para os alunos, assim:

Um olhar para nossa sociedade mostra a necessidade de acrescentar a esses conteúdos aqueles que permitem ao cidadão “tratar” as informações que recebe cotidianamente, aprendendo a lidar com dados estatísticos, tabelas e gráficos.

Na perspectiva de novo tratamento do conteúdo escolar da matemática, algumas orientações são postas por Bittar (2005, p. 32), para ênfase docente, nos termos seguintes:

[...] O uso do conteúdo como meio de desenvolver idéias matemáticas fundamentais: a organização e o tratamento dos conteúdos em espiral; a valorização do trabalho em pequenos grupos em sala de aula; a articulação *intramatemática* (aritmética, álgebra, geometria, tratamento de dados);

intermatemática (com outras áreas do conhecimento) e transmatemática (abordagem com temas transversais).

Nesses termos, o ensino da Estatística vêm recebendo gradualmente atenção nas últimas décadas, como é possível observar na diversidade de trabalhos geralmente apresentados em conferências, congressos, e mesmo em periódicos específicos da Educação e da Educação Matemática.

Como decorrência da nova visão de ensino ora exposta, deve-se explicitar que, se por um lado ressalta-se a importância e a necessidade de inclusão deste campo da matemática no ensino utilizando o *meio ambiente*, por outro lado sabe-se que tais relações ainda se apresentam em estado embrionário no âmbito dos estudos escolares.

Em função disso, pode-se entender por que busco justamente investigar para analisar e compreender como esse campo de *tratamento da informação*, em termos matemáticos, está sendo abordado pelos livros didáticos, está chegando às salas de aula. Nessa perspectiva, incluem-se objetivos que perpassam a comunidade escolar, pelas considerações seguintes, feitas pela UNESCO (1999, p. 53-54):

Considerando que é a comunidade que julga quais serão as necessidades do *saber* e do *poder fazer* dos alunos do futuro, as disciplinas tradicionais foram objeto de uma revisão em grande escala. Matemática, por exemplo, inclui agora a capacidade de compreender cifras extremamente grandes e extremamente pequenas (de milionésimos e de bilhões de unidades) que são essenciais para ser alfabetizado do ponto de vista ambiental e estar em condições de compreender os fatores relativos ao risco de vida pessoal e profissional. Os temas da área de saúde compreendem agora questões ambientais como o câncer, as alergias e os aditivos dos alimentos, assim como o "consumismo".

Em decorrência dessas e das demais proposições já mencionadas, considero que a relação professor-aluno-saber matemático – tal como se põe ou advém do livro didático – constitui um importante recurso nas abordagens de ensino para formação da cidadania. Essa visão de educação abre um amplo espectro de competências e de habilidades a serem desenvolvidas com questões que destacam justamente a compreensão do *meio ambiente*.

O processo de transformação nas últimas décadas do século passado fomentou fervorosas discussões que geraram manifestos em relação à educação em diversos países. Nesse âmbito, a preocupação pedagógica voltou-se continuamente para o

ensino de matemática – que ao longo do tempo vem apresentando um caráter seletivo que lhe foi impresso desde os primórdios – se disseminou nas formas de organização curricular e metodológica desta disciplina e manteve-se implantado oficialmente por mais de um século nas escolas de todo o mundo.

Para melhorar a qualidade de ensino no Brasil, a partir da década de 70, sob a influência do que ocorria em outros países, dentre eles os Estados Unidos, um movimento tendo em vista uma renovação de impacto no ensino de matemática. Conhecido pela denominação de “*Matemática Moderna*”, este movimento aparece no cenário educacional com o propósito de substituir o enfadado estilo tradicionalista de ensino.

Contudo, essa tentativa de transformação radical do ensino de matemática foi amenizada pela introdução de novas teorias de aprendizagem, entre as quais a que se denominou de ‘*construtivismo*’, suportado pela teoria piagetiana.

Atualmente, configuram-se propósitos de priorização do contexto social, político e cultural na Educação Matemática, de forma tal que podem possibilitar e manter a consciência da prática docente desenvolvida. Sendo assim, cada vez mais se ressalta a importância da utilização de instrumentos didáticos no contexto escolar, que possam ser relevantes para tratar de questões que afetam e consideram a sociedade contemporânea.

Nos Estados Unidos, no ano de 1980, o *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) recomendou como um dos possíveis caminhos para mudanças no ensino da Matemática a utilização de abordagens escolares implicando a *resolução de problemas* a partir de dados e informações da realidade.

No entanto, para a efetivação desse acordo houve necessidade de documentá-lo e assim designaram-no como uma ‘*Agenda para Ação*’. Além disso, a compreensão da relevância dos aspectos sociais, antropológicos, linguísticos e cognitivos em âmbito matemático suscitou novas discussões relativas às propostas didático-pedagógicas e às mudanças curriculares.

Alguns dos princípios que permearam as reformas ocorridas entre 1980 a 1995 chegaram ao Brasil e merecem consideração, dentre eles os seguintes (BRASIL, 1998b, p. 56):

- I - Direcionamento do ensino fundamental para a aquisição de competências básicas necessárias ao cidadão e não apenas voltadas para a preparação de estudos posteriores;
- II - Importância do desempenho ou de um papel ativo do aluno na construção do seu conhecimento;
- III - Ênfase na resolução de problemas, na exploração da Matemática a partir dos problemas vividos no cotidiano e encontrados nas várias disciplinas;
- IV - Importância de trabalhar com amplo espectro de conteúdos, incluindo já no ensino fundamental, por exemplo, elementos de estatística, probabilidade e combinatória para atender à demanda social que indica a necessidade de abordar esses assuntos;
- V - Necessidade de levar os alunos a compreender a importância do uso da tecnologia e acompanhar sua permanente renovação.

As proposições de “reversão” do ensino da Matemática em função de “filtros sociais” foram configuradas pelo governo federal na elaboração de parâmetros, de recomendações e de sugestões para a ação escolar e docente em documentos específicos tais como os PCN citados e enfocados.

Neste momento, como ponto de partida, propõe-se um ensino diferenciado em termos de qualidade e claramente colaborativo na formação do cidadão, que abre espaço para o questionamento da função social da matemática na construção da cidadania.

Para tanto, entende-se que a aprendizagem do aluno é enfatizada na possibilidade de aprender matemática para desenvolver um tipo de participação crítica, autônoma, que possibilite a *articulação entre os conteúdos matemáticos e os temas transversais definidos*. Busca-se consolidar, nestes termos, os fundamentos matemáticos que são visados por esses parâmetros que deflagram importantes relações cognitivas.

Diante de obstáculos que emergem para dificultar a consolidação desses princípios, as abordagens diferenciadas da Educação Matemática e suas tendências apresentam-se como caminhos possíveis para as mudanças. Dentre esses, se encontra justamente a abordagem para consideração e compreensão de *representações semióticas*. Essas representações se acham presentes e transitam, por exemplo, na Modelagem Matemática, a partir da *representação de atividades*

matemática, através de modelos construídos em função da Etnomatemática. Isto significa que se passa a tirar partido das representações matemáticas em diferentes culturas, pelo uso da História, dentre outras relações contextuais possíveis.

Como forma de redimensionar o papel da matemática no ensino fundamental, faz-se necessário pôr em relevo a discussão da natureza desse conhecimento, pois um dos fatores que incidem sobre a própria matemática em termos pedagógicos é de possibilitar compreensão do mundo e nele atuar.

Nessa perspectiva, a matemática é vista por nós educadores como uma “ciência viva” passível de aplicações simples na vida cotidiana, mas também, por extensão, as complexas aplicações em outras ciências. Em contrapartida, como já assinalei, aconselha-se a não perder de vista a essência, o rigor, o caráter especulativo, estético, sem os quais se perde parte da natureza lógica das relações matemáticas no ensino e na aprendizagem.

Machado (1987, p. 16) aponta que, para repensar o ensino da Matemática em um “sentido globalizante” que ultrapasse o tecnicismo de todas as ordens, inscrevendo o ensino em uma perspectiva transformadora, esse componente curricular precisa ser compreendido pelos professores, como *objeto de cultura*.

De maneira análoga, os PCN expressam que é preciso *compreender a cidadania como participação social e política*, justamente tendo em vista o *pleno exercício de direitos e deveres políticos, civis e sociais*. Sendo assim, também nas relações de ensino se torna imprescindível adotar, no cotidiano, *atitudes de solidariedade, cooperação e repúdio às injustiças, respeitando o outro e exigindo para si o mesmo respeito*.

Nessa direção, o aspecto de suporte pedagógico é intrínseco ao processo histórico-social pelo qual construímos ou possibilitamos a construção de conhecimentos e saberes matemáticos no cotidiano. No momento presente, as análises em torno dessas possibilidades têm sido pautadas em discussões calorosas sobre a qualidade dessas transformações em pesquisas na área de educação matemática expostos em artigos, congressos entre outros.

Em função disso, a questão ambiental referente àquilo que é atinente ao conjunto de temáticas ou eixos relativos não só à proteção da vida no planeta, mas também ao que diz respeito à melhoria do meio ambiente e da qualidade de vida humana, implica a inclusão de assuntos e idéias que, geralmente, compõem as listas dos temas considerados internacionalmente relevantes.

Parece, pois, apropriado ressaltar a seguir as relações matemáticas que podem ser estabelecidas com sucesso de aprendizagem.

3.1.1 Contextos do ensino da Matemática

Alguns contextos da Matemática são indicados como possíveis de serem trabalhados de forma a contribuir para mudança de postura, geração de atitudes e clarificação de valores referentes a questões ambientais.

Vale ressaltar que a matemática ensinada na escola é diferente da matemática da vida real. Essa dicotomia também é refletida nos livros didáticos, que deixam de fomentar discussões que possam relacionar compreensivamente o que se estuda com a realidade do meio de inserção de quem aprende. Além disso, não se estimula – no ensino e na aprendizagem – nem a *pesquisa* nem a *análise crítica*.

Apresento a seguir uma pequena amostra da dicotomia **escola-vida** em asserções contundentes:

- Estuda-se *porcentagem* nas escolas, mas existem obstáculos quanto à compreensão do percentual da água potável disponível no planeta;
- Estuda-se *matemática financeira* nas escolas sem nenhuma referência ao percentual de reflorestamento obrigatório estipulado pelo Ibama;
- Deixa-se de calcular, nas *oportunidades de tratamento do conteúdo matemático*, quanto o Estado ou Município disponibiliza de recursos aos pequenos produtores e os reais juros que lhes são acarretados;

- Dificilmente se discute *o que realmente representa em valores* a retirada em metros cúbicos de madeira de lei numa área devoluta;
- A *previsão do tempo* de existência quanto ao uso desenfreado dos recursos hídricos;
- O *equilíbrio (ou desequilíbrio) – equações (inequações)* – quando uma área é inundada para posterior construção de usina hidrelétrica;
- Deixa-se de *quantificar compreensivamente* o quanto as companhias mineradoras retiram de recursos naturais e como será/é feita a renovação da terra;
- Estuda-se *proporcionalidade* sem que sejam estabelecidas relações com o uso desenfreado de agrotóxicos e seus efeitos;
- Calculam-se *médias* sem fazer referência às taxas de aquecimento global.

A concretização dessas propostas para mudança desse quadro é entender que a relação **Matemática-Vida** deve ser intrínseca, aliando conteúdos clássicos à construção da cidadania, à compreensão do meio ambiente e à prática da democracia.

Por sua vez, vale trabalhar matematicamente essas situações do cotidiano e, a partir daí, discutir a cidadania com base em *cálculos, em representações, em causas e consequências* de tais aspectos e sua interferência em suas vidas.

Nesse nível, parece haver consenso que essas possibilidades podem ser veiculadas por recursos pedagógicos, presentes diariamente nas salas de aulas, dentre eles por livros didáticos, especialmente em temas matemáticos relativos à Estatística¹¹ que, certamente, desempenha um papel essencial na construção da cidadania.

Nessa direção alguns estudos foram desenvolvidos por Lima (apud GUIMARÃES, 1995, p. 22-23) que deixa claro que “o conteúdo que respalda a relação **educação versus meio ambiente** deve nascer da reflexão sobre a realidade que dirige a percepção e gera a prática.”

¹¹ Existem autores que se utilizam de algumas terminologias para definir ‘Tratamento da Informação’ sendo este adotado pelos PCN, englobando estatística, probabilidade e combinatória (Cf. BRASIL, 1997).ESTATÍSTICA – ramo da Matemática Aplicada, uma metodologia, uma técnica científica adotada para trabalhar com dados, coleta, organização e apresentação, análise e tomadas de decisão (CARVALHO FILHO, 2005), relativos a uma população ou a um conjunto de seres ou fatos quaisquer.

Em suas análises, a autora referida ressalta alguns termos que devem ser registrados como recomendação, a saber:

A educação esta sendo chamada a desempenhar papéis paradoxais. No momento em que ela procura ajustar o indivíduo à sociedade, deve também instrumentá-lo para criticar essa mesma sociedade. Daí, vê-se claramente que a ação educativa tende a operar concomitantemente em dois níveis: em **nível individual**, orientando o uso ideal do meio e, em **nível societário**, criando uma consciência crítica, capaz de lutar pela racionalização na utilização dos recursos naturais, do meio como um todo e sobretudo, de apontar as distorções dos sistemas em relação ao ambiente. Essa tarefa apresenta-se bastante complexa. Exige uma consciência social profunda, aguçada por uma postura crítica permanente. Uma **educação voltada para o meio ambiente** deve salientar, sobretudo, a internacionalização de valores que fazem crescer o sentimento de solidariedade e de responsabilidade social (GUIMARÃES, 1995, p. 23-24).[Grifo nosso].

Coloco em expoente o paradoxo advindo da abordagem da educação ambiental no ensino de matemática, cujos propósitos são de ordem econômica. Mas, a partir do momento que tal relação venha a se constituir como processo educativo, o objetivo do ensino torna-se o desenvolvimento de práticas pedagógicas em extensão ao meio ambiente, buscando suporte nas representações gráficas por uma metodologia de ação. Isto pode, de certa forma, vir a “quebrar o paradigma de recepção do aluno” que deixa de se portar como um mero espectador da realidade em que se insere e o define como um ser atuante, um *agente*.

Estudos recentes indicam a necessidade de difusão de informações por meios formais e informais de educação para que as ações políticas e as providências necessárias possam contribuir consistentemente para as decisões que as afetem diretamente e, ao mesmo tempo, desempenhem um papel imperativo na sustentação de uma sociedade segura (SOUZA, 1994). Sendo assim, é possível entender que – quando postas em prática as relações estabelecidas no ensino de matemática com questões do meio ambiente, certamente estarão se desenvolvendo práticas pedagógicas de formação da cidadania com mais propriedade e adequação.

Nessa perspectiva ressaltam-se os PCN de Matemática para o Ensino Fundamental – de 5ª a 8ª séries do Terceiro e Quarto Ciclo¹² –, os quais sugerem conteúdos para a organização pedagógica destas séries. Os conteúdos propostos para os ciclos do nível fundamental de ensino da matemática são os seguintes:

- I) Números e operações;
- II) Espaço e forma;
- III) Grandezas e medidas;
- IV) **Tratamento da informação.**

No último bloco de conteúdos referido e destacado é que empreendo este estudo. Isto porque, a meu ver, além de diversas habilidades envolvidas, o trabalho com representações gráficas que vier a ser desenvolvido, pode ajudar a apreciar a matemática como um possível caminho de compreensão de mundo, e da própria Matemática, por meio desses instrumentos de organização de dados e informações.

Entretanto, nesse contexto, passa-se a introduzir uma nova visão quanto à inclusão do ‘tratamento de informação’ no ensino fundamental, na perspectiva de propiciar aos alunos o desenvolvimento do espírito de investigação e da capacidade de organização de informações, além da possibilidade de interpretá-las.

Nesse sentido – como conteúdos **‘conceituais e procedimentais’**¹³ para o terceiro e quarto ciclos – os PCN sugerem o seguinte:

- Coleta, organização de dados e utilização de recursos visuais adequados (fluxogramas, tabelas, gráficos de colunas, de setores, histogramas e polígonos de frequência), para apresentar globalmente os dados, destacar aspectos relevantes, sintetizar informações e permitir a elaboração de inferências.

¹² Usarei a terminologia de **ciclos**.

¹³ Ver PCN 1998, p. 71 e 90.

- Compreensão de termos tais como frequência, frequência relativa, amostra de uma população para interpretar informações de uma pesquisa.
- Leitura e interpretação de dados expressos em tabelas e gráficos.
- Compreensão do significado de media aritmética como um indicador da tendência de uma pesquisa.
- Distribuição das freqüências de uma variável de uma pesquisa em classes de modo que resuma os dados com grau de precisão razoável.
- Obtenção das medidas de tendência central de uma pesquisa (média, moda e mediana), compreendendo seus significados para fazer inferências.
- Construção de espaço amostral utilizando o principio multiplicativo e a indicação da probabilidade de um evento por meio de uma razão.

Elaboração de experimentos e simulações para estimar probabilidades e verificar probabilidades previstas.

Conforme o exposto, essas habilidades poderão ser desenvolvidas em atividades didáticas.

Sendo assim, é perceptível que há necessidade de utilizar neste estudo algumas atividades propostas dentro do *tratamento da informação com a temática meio ambiente utilizando os registros de representação semiótica*.

3.2 UMA TEORIA DE “REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO”

Em um breve retrospecto histórico, vale informar que esta “jovem ciência” denominada **Semiótica** nasceu em lugares culturais diferentes.

Nos Estados Unidos da América, em pleno século XIX, o filósofo, físico e matemático C. S. Peirce começou essa “doutrina” com grande interesse pela Lógica, a qual considerava um “ramo da Semiótica”. Conforme Santaella (1999), foi através da teoria *peirceana* que houve avanços na utilização da análise semiótica em diversos processos e produtos de linguagem, quais sejam, em poemas, nas artes, na música, no teatro, em notas musicais, em teoremas, dentre outros.

Na União Soviética, deve-se aos filósofos A. N. Viesselovski e A. A. Potiebniá as descobertas do estruturalismo lingüístico no século XX –, juntamente com o lingüista N. I. Mar – que não havia prosseguido seus estudos em razão de certo desentendimento com Stalin. Posteriormente, os estudos dessa tríade de pensadores foram resgatados por L. S. Vygotsky, psicólogo, e S. M. Essentein, cineasta, os quais, de acordo com Santaella (1999), já referida, mostram em seus estudos o *inter-relacionamento da linguagem*, dos ritos antigos, da linguagem dos gestos e da língua articulada.

Na Europa Ocidental, F. de Saussure, no início do século XX, ministra um curso sobre Lingüística Geral, que teve repercussão mundial. Para ele, a língua e a fala, inseparáveis, deveriam ser sustentadas por uma grande ciência, a qual denominou *Semiologia*, para tratar do estudo geral dos sistemas de signos sociais. Segundo Santaella (1999, p. 7), Saussure constituiu “a lingüística como um subdomínio da Semiologia.”

A referida autora, como pesquisadora de teorias e aplicações no domínio da semiótica, em diferentes vieses das áreas do conhecimento, sustenta que o estado embrionário dessa nova ciência – ora em pleno vigor de desenvolvimento – possibilitou aflorar muitos questionamentos e investigações. Dentre esses, incluo o questionamento que gerou a presente investigação, pois as representações gráficas no bloco de ‘tratamento da Informação’ se apresentam como um espaço fértil para o desenvolvimento de pesquisas.

Para compreender as relações estabelecidas pela linguagem usada em uma ciência, levo em conta pressupostos teóricos da teoria de Raymond Duval (1995) sobre os *registros de representação semiótica*. Ressalto, pois a importância de tais relações no desenvolvimento da aprendizagem matemática, considerando a abordagem do ensino e da aprendizagem da matemática proposta para as séries enfocadas nesta investigação.

Essa abordagem envolve os aspectos relacionados à análise implicada na organização semiótica de gráficos e tabelas, que permitem considerar a matemática-estatística como um terreno fértil para o estudo da relevância dos diferentes registros semióticos encontrados nessas representações.

Duval (1993, p. 39) define '*representações semióticas*' da seguinte maneira: "São produções constituídas pelo emprego de signos pertencentes a um sistema de representação os quais têm suas dificuldades próprias de significado e funcionamento."

As representações semióticas são geralmente consideradas como simples formas de exteriorização das representações mentais para fins de comunicação, ou seja, para torná-las acessíveis aos indivíduos, sendo essenciais às atividades cognitivas e de pensamento.

Em seus estudos, o autor referido invoca Piaget, uma vez que este teórico já associava a emergência da representação ao desenvolvimento da função semiótica, considerando-a como "a capacidade que o sujeito tem de gerar imagens mentais de objetos ou ações, e através delas chegar à representação (da ação ou do objeto)" (DUVAL, 1995, p. 198). Dessa forma, Piaget ressaltou que a língua natural não era o único sistema semiótico correspondente a essa função.

Em outros termos, Duval (1994, apud BONETTO, 1999, p. 23) designa as representações gráficas como '*representações semióticas*', ressaltando o sentido que essas possuem em seus aspectos primordiais, a *forma* e o *conteúdo*.

Além disso, trata de identificar os registros de representações semióticas como *multifuncionais*: à *língua natural*, relacionando associações verbais e formas de raciocinar, por um lado, a uma forma de *representação discursiva*. Por outro lado, as figuras geométricas são relacionadas com formas de *representação não-discursiva*. Além disso, os registros monofuncionais: as escritas numéricas, algébricas e simbólicas como também os cálculos relacionam-se às representações discursivas e, finalmente, as representações gráficas com representações não-discursivas.

Conforme Duval (2003), portanto, a noção de *registro* se refere ao domínio dos sinais que servem para designar um objeto. Em estudos anteriores, este autor declara a relevância dos conteúdos passíveis de representação, porém destaca que a forma das representações é que norteia o tratamento merecido quando se tem o caráter e a análise da compreensão, bem como da aprendizagem matemática.

Em relação ao binômio *forma-conteúdo*, posto em destaque, o autor referido busca esclarecer aspectos significativos sobre a 'organização semiótica das representações'. Sendo assim, Duval (1994, apud BONNETO, 1999, p. 23) ressalta o seguinte:

O problema das representações gráficas não concerne à diferenciação da forma e conteúdo representado, mas a discriminação das unidades significantes constituindo a forma, isto é a discriminação dos valores visuais pertinentes e dos valores visuais não pertinentes à figura-forma.

No decorrer da aprendizagem matemática, o uso das representações no âmbito das relações com a temática de *meio ambiente*, certamente, fomenta a reflexão quanto ao potencial das representações gráficas no processo de ensino.

Ao que parece, nada mais natural que ensinar matemática sob a ótica de Duval (2003, p. 11) posto que 'ensinar' é, para ele, "possibilitar condições de desenvolvimento geral de capacidades de raciocínio, de análise e de visualização de idéias e de relações matemáticas."

Pela importância do contexto do ensino fundamental ou básico, ora sob estudo, os pesquisadores fazem referências quanto à complexidade da visualização em matemática, o que poderá implicar em obstáculos na “construção das habilidades para interpretar as informações figurais e habilidades para o processamento visual”, tal como o faz Bishop (1983, apud BONETTO, 1999, p. 9) que orienta nos seguintes termos:

A primeira destas habilidades diz respeito quanto a ‘*forma*’ dos estímulos materiais tais como os gráficos, diagramas, a representação gráfica de funções; enquanto a outra, diz respeito aos ‘*processos*’ de estímulo, tradução, transformação e manipulação das informações visuais.

O referido autor ressalta que as pesquisas voltadas para o processo de ensino e aprendizagem, que utilizam as representações *algébricas/simbólicas/analíticas*, *verbais/literais* e *gráficas/figurais/visuais*, pela riqueza de cada uma dessas representações – e especialmente das representações gráficas – equivalem a uma força motriz de investigações e reflexões.

Nesses termos, a aprendizagem matemática é diretamente ligada à *representação semiótica*, bem como às formas de representação que, nesse campo, assumem um papel relevante, qual seja o de tratar de *objetos não-físicos*. Sendo assim, são imperceptíveis e precisam de representantes para a apreensão do que se quer representar, de forma tal que, de fato, possa ocorrer aprendizagem. A esse respeito, Duval (2003, p. 11) assinala o seguinte:

É necessária uma abordagem cognitiva, pois o objetivo do ensino da matemática, em formação inicial, não é nem formar futuros matemáticos, nem dar aos alunos instrumentos que só lhes serão eventualmente úteis mais tarde, e sim contribuir para o desenvolvimento geral de suas capacidades de raciocínio, de análise e de visualização.

Todavia, o interesse desenvolvido pelo conhecimento das representações semióticas assume não só o privilégio do entendimento cognitivo da aprendizagem de matemática, mas também a originalidade que a abordagem cognitiva possibilita ao aluno para compreender, efetuar e controlar ele mesmo a diversidade dos processos matemáticos, nos quais a aprendizagem relacionada ao meio ambiente se articula com as representações que são postas.

Existem diferenças-chave na análise de uma atividade de matemática em uma perspectiva de aprendizagem que implicam duas formas de transformações semióticas ou de coordenação entre os registros que são radicalmente distintos – no dizer de Duval (2003, p. 15-16) - pelas razões seguintes:

- *Os tratamentos* são as transformações de representações dentro de um mesmo registro, por exemplo, quando trabalhamos com os números naturais no registro algorítimo, o tratamento exige a compreensão de regras do sistema posicional e da base dez.
- *As conversões* são transformações de representações que consistem em mudar de registro conservando os mesmos objetos denotados, por exemplo, passar da escrita algébrica de uma equação à sua representação gráfica.
- A exemplo dessas conversões vale citar:
 - I) as **ilustrações** - como conversão lingüística para a figural,
 - II) as **traduções** - como conversão de uma representação lingüística de uma língua dada em uma representação lingüística de uma outra língua ou de um tipo de linguagem, e
 - III) as **descrições** – como conversões de representações não verbais para representações lingüísticas sem regras nessas conversões.

Vejamos alguns exemplos baseados na teoria de Duval sobre a coordenação dos registros, a saber:

Exemplo 1: Transformação (acontece dentro de um mesmo registro).

Número naturais: 124, 142.

Exemplo 2: Conversão (linguagem natural para linguagem algébrica).

O dobro de um certo número é = 12. Qual é esse número?

$2x = 12$.

Mesmo levando em consideração na educação matemática o desenvolvimento de capacidades pela comunicação e representação – **introdução de conceitos e métodos estatísticos** – no auxílio à coleta de dados, à organização, à interpretação e à análise final dos dados, *é preciso, antes de tudo, que os alunos leiam semioticamente as informações veiculadas nas representações gráficas*, pois a própria estrutura representacional levanta e expressa a complexidade que muitas vezes exigem certa desenvoltura visual e empenho cognitivo (FLORES; MORETTI, 2005, p. 27).

Por isso, neste estudo, busco ver como essas formas de representação gráfica servem de suporte na relação entre o **ensino da Matemática** e o **meio ambiente** nos livros didáticos mais solicitados no Estado do Pará e, além disso, ver como estas formas de representações expressam linguagem própria e tratamento específico.

Como a matemática trata de objetos não físicos, ou seja, imperceptíveis, como já ditos, se fazem necessários representantes para a apreensão do que se quer representar – o objeto matemático. Com esse propósito, a teoria dos *Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval*, trata de explicitar que o *funcionamento cognitivo é inseparável da existência da diversidade de registros*.

A relevância de utilizar nesta investigação alguns dos termos teóricos e metodológicos da teoria de Duval é expressa nos termos mesmos deste autor (DUVAL, 2003, p. 13-14), assim:

A importância das representações semióticas não está limitada somente à comunicação, mas ao fato de estar ancorada em dois fatores primordiais: i) primeiramente, as possibilidades de tratamento matemático dependem do sistema de representação utilizado; a seguir, (ii) os objetos matemáticos não são perceptíveis ou observáveis com a ajuda de instrumentos. O acesso aos objetos matemáticos está ligado à utilização de um sistema de representação que os permite designar.

Meu confronto teórico com a noção da semiótica e a percepção de sua importância no ensino e na aprendizagem da Matemática, trouxeram-me a necessária compreensão da influência desse funcionamento sobre os saberes das quatro funções cognitivas do pensamento que, segundo Duval (1998, p. 15), podem ser objetivadas e preenchidas, a saber:

- I) **a função de comunicação** – que é relativa à função de transmissão de uma mensagem ou de uma informação entre indivíduos, a qual requer uma linguagem comum entre os indivíduos;
- II) **a função de tratamento** – é a que transforma uma representação em outra representação semiótica permanecendo no mesmo registro; a esse respeito pode-se dizer que são transformações que correspondem a procedimentos de justificação;
- III) **a função de objetivação** – que permite a um sujeito tomar consciência daquilo que até então ainda não havia feito, requerendo o uso restrito de um tipo de representação;
- IV) **a função de identificação** – que permite o encontro de uma informação ou de um dado dentre muitos outros; são, portanto, os trabalhos cognitivos que possibilitam a recuperação da memória humana ou mesmo de um sistema informático, isto é, que seja relativo à organização na memória das informações.

As três primeiras funções são indispensáveis para o funcionamento cognitivo, e a última para o tratamento da informação. Ressalta-se, no entanto, que todas são instrumentos indispensáveis que auxiliam no processo de educação matemática.

Justamente numa perspectiva de atualidade, tomo como referência parte nos trabalhos de Duval, em que **o objetivo primordial da matemática não é de formar futuros matemáticos, mas de contribuir para o desenvolvimento geral das capacidades de raciocínio, de análise e de visualização dos estudantes.**

Dentro dessa correlação a pretensão deste estudo é principalmente oportunizar uma relação harmônica entre a aprendizagem da matemática, o meio ambiente e os aspectos relacionados na organização semiótica e cognitiva das tabelas e gráficos. Para compreensão e uso das suas proposições teóricas, Duval (2003, p. 13) explicita a importância primordial das representações semióticas, assim:

É suficiente observar a história do desenvolvimento da matemática para ver que o desenvolvimento das representações semióticas foi uma condição essencial para a evolução do pensamento matemático. Ora, a importância das representações semióticas se deve a duas razões fundamentais. Primeiramente, há o fato de que as possibilidades de tratamento matemático e depois o sistema de representação utilizado.

Parafraseando Flores & Moretti (2005), posso dizer que verificar as diversas formas de representação gráfica que constituem o suporte representacional para dadas noções matemáticas significa dizer que é preciso analisar as características visuais, representacionais e cognitivas concernentes a cada uma das representações utilizadas, ressaltando sempre as funções cognitivas do pensamento que estas preenchem.

4 OS CAMINHOS DA PESQUISA: critérios e procedimentos metodológicos

Neste capítulo, visa explicitar os procedimentos metodológicos utilizados para desenvolver a presente pesquisa, isto é, os caminhos e modos de conduzir que elejo para tratar de responder à questão relativa às formas pelas quais os livros didáticos de matemática apresentam e estabelecem relações – por meio de representações gráficas – com a questão ambiental, com o meio ambiente. Vale reiterar, os termos mais específicos do objeto de investigação, a saber:

- **Os termos pelos quais os livros didáticos do ensino fundamental consideram e tratam as representações gráficas e os aspectos relacionados ao meio ambiente de forma a favorecer a aprendizagem dos estudantes do terceiro e quarto ciclo do ensino fundamental.**

Nessa perspectiva, pretendo investigar os termos pelos quais o autor de uma coleção didática selecionada por critérios definidos articula o ensino de conteúdos de matemática com o meio ambiente, utilizando ***registros de representação***

Antes da escolha dos livros, que serão submetidos às análises, procurei aprimorar idéias sobre o que significa *‘meio ambiente’* na perspectiva de aprendizagem em um processo de educação sistematizado. Busquei, pois, fundamentar minha concepção no que diz respeito aos temas geradores e às relações que podem ser estabelecidas ao fazerem parte das análises projetadas os temas seguintes: *água, energia, lixo, reciclagem e reaproveitamento*, bem como, *crescimento populacional e desmatamento*.

Numa investigação conceitual, percebi que o conceito de *‘meio ambiente’* apresenta-se em termos sobremaneira diferenciados.

Por muito tempo, a expressão *‘meio ambiente’* designou aspectos relacionados aos níveis físicos, químicos e biológicos, em detrimento de aspectos intrínsecos às interações do ser humano com o *seu próprio meio ambiente*. Além disso, deixavam de ser consideradas as influências humanas sobre o *‘meio ambiente’*, uma vez que se pareciam

ignorar as reais implicações das relações existentes nas esferas econômicas, sociais e políticas com os fatos de ordem biológica.

Com o propósito de dar consistência à minha escolha temática neste estudo, busquei conhecer para sustentar várias concepções de *'meio ambiente'* concernentes à visão de diversos autores.

Assim, encontrei em Guimarães (1995, p. 11) a seguinte definição:

O que se chama de **natureza ou meio ambiente** é um conjunto de elementos vivos e não-vivos que constituem o planeta Terra. Todos esses elementos relacionam-se influenciando e sofrendo influência entre si, em um equilíbrio dinâmico.

Segundo Reigota (2004, p. 21), entende-se por *'meio ambiente'* o seguinte:

[...] É o lugar determinado ou percebido, onde os elementos naturais e sociais estão em relação dinâmica e em interação. Essas relações implicam processos de criação cultural e tecnológica, e processos sociais e históricos de transformação do meio ambiente natural e construído.

George (1998, p. 45) explicita sua visão assim:

O meio ambiente e o meio global com que se defrontam as coletividades humanas e em relação ao qual se encontram colocadas numa situação de relações dialéticas de ações e reações recíprocas, que põem em jogo todos os elementos do meio. Conforme o nível de civilização técnica dos grupos humanos, e conforme o domínio do meio natural, o **meio ambiente** é, respectivamente, mais obra do homem ou obra da natureza; é finalmente animado por processos físicos e fisiológicos que os homens desencadeiam, controlam ou sofrem na sua condição de existência ou na sua própria essência.

Em termos escolares, os alunos podem expressar sua concepção de *'meio ambiente'* em termos correspondentes, mas diferenciados pela simplicidade e expressividade das palavras usadas, em tom e forma poética, vejamos:¹⁴

Meio ambiente é o lugar onde...
A gente nasce,
A gente cresce,
A gente vive...
Faz as casas,

¹⁴ Definição de um jovem de 15 anos, aluno do primeiro módulo do Ensino Fundamental da EJA, de uma escola pública de uma cidade do interior do Estado de São Paulo – Registro da Profa. Rosália de Aragão, orientadora desta pesquisa, em 2001.

Planta as plantas,
Tira o que comer,
E não faz nada...

Assumo, pois, uma forma de expressão em que considero as comunalidades das definições por mim encontradas. Uma definição conceitual de '*meio ambiente*' deve contemplar relações com o meio social, cultural e político, e não somente com o que constitui o espaço físico, mas todas as suas possíveis relações com outros e os mais diversos componentes.

Nesse contexto ideacional, em termos operacionais, as **fases deste estudo** são assim configuradas:

- I) Explicitação dos critérios de seleção da coleção a ser submetida às análises;
- II) Escolha dos livros didáticos para as análises,
- III) Formulação de algumas questões norteadoras;
- IV) Definição do objeto de investigação, dos objetivos, dos materiais e métodos de análise das asserções de cada livro didático que integra a coleção selecionada;
- V) Descrição da coleção e dos livros didáticos que a constituem;

Além disso, as fases analíticas correspondem a:

- I) Realização das análises dos dados e das informações constantes dos livros didáticos selecionados, e
- II) Elaboração de conclusões, de algumas recomendações e de sugestões endereçadas aos professores de matemática.

Apresento, a seguir, detalhes de cada um dos procedimentos por mim adotados, relativos às fases apresentadas, buscando evidenciar compreensão do papel que as representações gráficas desempenham nas asserções tendo como pano de fundo o meio ambiente.

I) Explicitação dos critérios de seleção da coleção a ser submetida às análises

Para definir a coleção a ser analisada, examinei vinte e três coleções ofertadas às várias escolas públicas do Estado do Pará – constantes do *Guia dos Livros Didáticos – Ensino Fundamental* – para serem adotadas e utilizadas¹⁵ com estudantes das escolas públicas.

Defini como critério fundamental de escolha da seleção a ser analisada a *'frequência de utilização da coleção por escolas públicas do Estado do Pará'*, e, assim, detive-me em **uma** das coleções.

A coleção selecionada – intitulada **'Tudo é matemática'** de **Luís Roberto Dante** - foi a mais solicitada para aquisição escolar junto ao Plano Nacional do Livro Didático¹⁶ – PNLD (2004) – considerando a abrangência da 5ª a 8ª séries do ensino fundamental.

II) Escolha dos livros didáticos para as análises

Uma vez definida a coleção **'Tudo é matemática'**, passei à organização dos critérios de análises dos **quatro livros didáticos seriados** que constituem esta coleção. Vale ressaltar que, dentre as coleções ofertadas pelo Guia, esta explora decididamente o **tratamento da informação**, de interesse desta investigação.

Justamente em função disso, tratei de observar como o autor da coleção selecionada apresenta, usa e estabelece relações com os registros de representações gráficas na articulação *matemática-e-meio ambiente*.

III) Formulação de algumas questões norteadoras

Tomo como norteadoras da pesquisa as seguintes questões:

¹⁵ No triênio 2005 – 2006 -2007

¹⁶ Programa que tem por objetivo a aquisição e a distribuição, universal e gratuita, de livros didáticos para os alunos das escolas públicas do Ensino Fundamental brasileiro. É um trabalho que envolve técnicos do Ministério da Educação (MEC), com equipes da Secretaria de Educação Infantil e Fundamental (SEIF), do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE).

- Quais *termos de representação gráfica* foram utilizados pelo autor para tratamento do bloco de informação?
- Que *registros de representação semiótica* foram mobilizados e passíveis de reconhecimento nas asserções selecionadas e apresentadas neste livro didático?

IV) Definição dos objetivos, dos materiais e métodos de análise das asserções de cada livro didático que integra a coleção selecionada

Para explicitação das relações encontradas nas asserções dos livros didáticos sob análise, fui à procura de situações e indícios que apontam *necessidade*, *interesse* e *argumentos*, entre outros, de forma a encaminhar o uso das representações gráficas indispensáveis ao desenvolvimento de conteúdos matemáticos. Nesse percurso, emergem valiosos objetivos quanto às representações, dentre os quais os seguintes:

- Compreender se as representações gráficas são utilizadas pelo autor para introduzir um assunto, exemplificar o assunto ou são utilizadas com o propósito de simplesmente complementar o desenvolvimento do tópico estudado;
- Evidenciar se as formas de representação gráfica – especificamente *gráficos* e *tabelas* - desenvolvidas nos livros didáticos exploram construções cognitivas e as analisam após a construção ou apresentação;
- Evidenciar se as representações gráficas dentro do bloco da informação estão ou não vinculadas a situações reais ou modelos próximos de situações reais da Região Norte;
- Explicitar se o autor selecionado usa a representação gráfica como recurso de persuasão ou convencimento para propiciar aos alunos mudanças de comportamento e de atitude em relação a questões do meio ambiente;

V) Descrição da coleção e dos livros didáticos que a constituem

Iniciei a aproximação necessária pelo exame do Volume 1 – Apresentação - Guia de Livros Didáticos para as séries do Ensino Fundamental (2004), e examinei o teor da mensagem inicial aos professores, posto que, a partir desta, se articula uma série de discussões e propostas de mudança sobre os rumos da educação brasileira.

Nesse contexto, é ressaltado que a coleção selecionada destina-se ao ensino de matemática para um período de três anos consecutivos. Pareceram pertinentes certos aspectos considerados pelo autor que são por mim mencionados nos meus objetivos e, por isso, tidos como adequados às análises que são explicitados a seguir.

O autor **Luís Roberto Dante**, é livre-docente em Educação Matemática pela Unesp (Rio Claro, SP), Doutor em Psicologia da Educação, Mestre em Matemática, pesquisador no/do ensino e aprendizagem de Matemática (Unesp), e ex-professor da rede estadual de ensino fundamental e médio.

Além dessa obra, Dante – como é referido pela comunidade docente de matemática - também tem outros livros de sua autoria, entre os quais: *Didática da resolução de problemas de Matemática: Coleção Vivência e Construção – 1ª a 4ª séries – e Matemática Contextos & Aplicações - três volumes e Volume único destinado ao Ensino Médio.*

Dante (2002, p. 5-6) assim se expressa para apresentar sua coleção didática:

- I. Ressalta a incessante busca de qualidade para o ensino de matemática, de forma tal que este possa vir a atenuar a exclusão social, em favorecimento de uma prática docente de qualidade orientada. Nessa prática, não só o professor é o ator principal nas ações pedagógicas que se desenvolvem no interior da escola, mas também os recursos dos quais se utiliza - *bons livros didáticos* - têm papéis significativos para que ocorra um salto diferencial de qualidade na educação brasileira.
- II. Assinala que as propostas dos livros didáticos sob consideração são estabelecidas com o propósito de minimizar a situação de descaso e de ineficiência escolar por incentivo do próprio MEC. Além disso, têm como propósito a redução dos índices de baixo aproveitamento escolar dos estudantes em matemática.
- III. Enfatiza que é proposto, através desses ‘manuais didáticos’, ora acessíveis a todos, que se intensifique a participação direta ou indireta de professores e das equipes pedagógicas nas escolhas das coleções de livros didáticos.
- IV. Explicita que, ao final de cada período, cada aluno que manteve o livro didático sob a sua guarda e seu proveito por um ano letivo, deverá entregar à escola este material para que outro aluno possa ser também beneficiado.
- V. Ao final, o autor invoca os professores para que reflitam sobre a real função desse tipo de suporte pedagógico face à relevância que este pode ter para o processo de ensino e de aprendizagem de matemática de elevado nível de qualidade.

Para ilustrar o contexto da análise, apresento as características gerais da coleção **‘Tudo é Matemática’**.

- A sigla que utilizo CLD – 1 é para referir a obra **‘Tudo é Matemática’**, a qual é composta de quatro volumes – 5^a, 6^a, 7^a, 8^a - destinados ao Ensino Fundamental, da Editora Ática, São Paulo, ano de 2004.
- A obra é caracterizada em todas as séries pelos seguintes detalhes:
- A capa traz (a) um *adesivo* indicando que o livro foi aprovado pelos critérios classificatórios do MEC, (b) o código da coleção a ser utilizado pelas escolas, e (c) um indicativo de que há na coleção um manual pedagógico específico para o professor;
- Principia com uma breve apresentação;
- No sumário os capítulos são apresentados da seguinte forma:
 - 5^a série: 13 capítulos - 285 páginas;
 - 6^a série: 10 capítulos - 297 páginas;
 - 7^a série: 12 capítulos – 301 páginas;
 - 8^a série; 10 capítulos – 241 páginas.
- Toda obra é dividida em capítulos, e cada inicia-se com a seção Introdução que geralmente problematiza o tema focado;
- Conteúdos que se desenvolvem em *textos explanatórios, atividades e problemas*.

Os conteúdos são tratados priorizando a “abordagem de ensino em forma de espiral”, isto é, o mesmo conteúdo é retomado várias vezes em contextos distintos, sejam em um mesmo volume, ou em outro, com novas abordagens ou re-significando um assunto já estudado, mediante retomadas sucessivas de conceitos e procedimentos – principalmente nas seções *Revedo o que aprendemos* e *Revisão cumulativa*.

Há no decorrer do capítulo seções do tipo:

- *Revedo o que aprendemos*, com exercícios para revisão do que foi abordado;
- *Projeto em equipe*, sugerindo o trabalho em grupo;
- *Redação – escrevendo sobre o capítulo*, com o propósito de elaboração de texto livre sobre o capítulo sob estudo;

- *Revisão cumulativa*, que apresenta uma seqüência de exercícios de múltipla escolha;
- *Para ler, pensar e divertirem-se*, introduzindo leituras sobre a história da Matemática, desafios e atividades recreativas;
- *Oficina de Matemática*, geralmente fazendo sugestões de materiais concretos como suporte da aprendizagem;
- *Trocando idéias*, quando utiliza atividades planejadas para incentivos de observação, discussão e generalização;
- *Você sabia que...?*, apresentando geralmente uma informação ou curiosidade que posteriormente são utilizadas em atividades ou problemas;
- *Desafio*, nessa seção as atividades apresentam-se mais complexas.
- Glossário
- Seção específica para as respostas dos exercícios e sugestões de leituras complementares:
 - Bibliografia, com referências às obras utilizadas na elaboração da obra;
 - As abordagens dos temas geradores para as análises são feitas por meio de situações do cotidiano;
 - O *tratamento de informações* perpassa por quase todos os capítulos, além de receber atenção especial nos capítulos dedicado à Estatística. Vale ressaltar que nas atividades não há discussões quanto à construção e compreensão de alguns conceitos básicos, tais como '*escalas*'.
 - A maioria das atividades é contextualizada e advinda de situações significativas e ambientadas no meio urbano, e que por diversas vezes envolvem temas sociais, proporcionando discussão de suas contribuições para a construção da cidadania;
 - Há diversidade na linguagem utilizada na coleção como textos, gráficos, diagramas, tabelas, história em quadrinhos, dentre outros;
 - O Manual do Professor vem acompanhado de um suplemento denominado "manual pedagógico do professor", que tem como função explicitar os pressupostos teóricos que fundamentaram a obra, ofertar leituras com o propósito de contribuir na formação do professor, dar apoio à utilização do livro, além de reproduzir o livro do aluno acrescido de alguns comentários e sugestões. Este manual contém uma parte que é comum a toda a coleção e para cada série uma especificidade.

4.1 ANÁLISE DA OBRA SELECIONADA

A análise dos livros didáticos, conforme os critérios definidos acima, será parte subsequente deste estudo e de reflexões sobre as questões postas para a pesquisa.

Para tanto, adoto os seguintes procedimentos em nível específico de análise:

- Após a identificação de cada questão selecionada, tomo o cuidado de fazer uma descrição dos registros de representação utilizados. Nesse âmbito, acrescento comentários sobre os enunciados e as resoluções, especialmente considerando os registros de representação utilizados, assinalando sua importância e pertinência em relação ao seu uso pelo autor;
- Na apresentação de assuntos a preocupação é análoga, posto que não visou apenas focar os registros de representação, mas também expressar a relevância do tópico estudado.
- Em relação aos exemplos e exercícios, busco seguir o mesmo caminho, comentando, sugerindo, e até mesmo mencionando ou relacionando vários aspectos com formas diferenciadas de registros de representação como recurso de convencimento e compreensão da relação entre a matemática e o meio ambiente.

Partindo da premissa de que o referencial teórico no qual as análises se fundam seja consistente trato de verificar se as questões relacionadas com o meio ambiente – anteriormente apresentadas – podem ser operacionalizadas no âmbito do material utilizado na análise dos livros didáticos.

Iniciei os procedimentos metodológicos com uma pré-análise comparativa – no âmbito da própria coleção – para evidenciar como os temas geradores são apresentados na coleção, à guisa de organização de um tipo de *fase preparatória* para a sistematização da metodologia utilizada.

Para alcançar os objetivos deste estudo, fiz primeiramente várias leituras de cada um dos livros selecionados com a finalidade de adquirir a familiarização necessária para proceder às análises das questões com gráficos e tabelas que o autor

utilizou para estabelecer relações de aprendizagem entre *conteúdos de matemática e meio ambiente*.

À medida que avançava na investigação do corpus, as análises tornavam-se mais precisas e minuciosas de forma tal que eu pude me deter no funcionamento representacional dos diferentes registros utilizados. Essa fase consistiu em fazer um levantamento em relação às quantidades, utilizando o tema *meio ambiente* nas apresentações dos conteúdos, nos exemplos e exercícios, com o propósito de quantificar os sistemas semióticos utilizados.

Para dar clareza e transparência à pesquisa, fiz uma exploração quanto ao material, fazendo um levantamento da enumeração de páginas dos manuais didáticos submetidos à análise. Logo após, os resultados foram tabulados e organizados para que deixassem transparecer o levantamento feito.

De posse de todo o material estudado, a análise foi codificada quantitativamente para que, através desse processo, atingisse a representação do conteúdo susceptível para a clareza das características do texto e verificação de formas variadas que supostamente o autor utiliza em relações com o tema *meio ambiente*.

Neste estudo – por não ter como propósito a investigação das maneiras possíveis de consideração em análises dessa natureza – destaco decididamente **quinze questões** que foram distribuídas pelas várias séries na forma como se segue:

- três da quinta; quatro da sexta; quatro na sétima e quatro da oitava séries, tendo como propósito verificar se há relação direta com o estudo das representações – tabelas e gráficos. Essas questões condizem com os critérios expostos anteriormente relativos à escolha do tema *meio ambiente*.

A análise projetada e posteriormente realizada é de cunho qualitativo, pela qual busco compreender a problemática que trata da questão ambiental – *meio ambiente* – nos livros didáticos, através dos registros de representações gráficas, ressaltando que não se trata de uma questão particular e sim coletiva, inter-relacionada com o meio e os diversos fatores que o cercam.

Busco, com isso, oferecer possibilidades de estudar e esclarecer algumas questões relativas à educação ambiental em materiais de apoio pedagógico como são os livros didáticos, tanto na sala de aula como fora dela. Tais possibilidades permitem estudos de situações particulares, dentro de um contexto geral, a serem subsequentemente considerados.

5 PROCEDENDO A ANÁLISE DAS REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS DE LIVROS DIDÁTICOS DE MATEMÁTICA

Para proceder à análise quantitativa das atividades didáticas constantes dos livros selecionados, primeiramente, fiz um levantamento quantitativo das atividades propostas pelo autor, nos quatro volumes da coleção, buscando localizar questões nas quais o *meio ambiente* é usado e tem como função possibilitar a aprendizagem da Matemática. Esta análise serviu, inicialmente, para refinar e montar a categorização.

Para maiores detalhes dos resultados deste estudo, as páginas dos volumes da coleção foram analisadas buscando selecionar as atividades, propostas aos alunos, que exploram o tratamento da informação. Uma vez encontradas as questões, as atividades foram categorizadas, justamente as que se utilizam de tabelas, gráficos ou simultaneamente de tabelas e gráficos, muito embora neste estudo eu não tenha como propósito analisá-las em detalhes e minúcias.

5.1 EXPLICITANDO OS PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE QUANTITATIVA

O meu propósito foi o de selecionar *15 questões* que possam ser tomadas como ‘questões-tipo’ e que seguramente tratem da temática posta para o tratamento da informação matemática a ser trabalhada pelos alunos. Este constituiu o critério fundamental estabelecido para consideração dos dados e informações tomados para análise.

A partir das asserções selecionadas em cada um dos livros da coleção em análise, foram estabelecidas as categorias usadas na pesquisa. De forma que estas expressam pontos importantes no momento de serem desenvolvidas com os alunos em relação à representação em gráficos ou tabelas.

Buscando a explicitação e o entendimento dos objetivos estabelecidos, representei as atividades que foram analisadas em três quadros, assim:

Quadro 1 – Questões em cuja formulação foram utilizadas somente tabelas

SÉRIES	TABELA	PÁGINA
QUINTA	1	154
SEXTA	2	35 e 92
SÉTIMA	1	261
OITAVA	0	-
TOTAL	4	-

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 2 – Referente às atividades que se baseiam em ou envolvem gráficos

SÉRIES	GRÁFICOS	PÁGINA
QUINTA	1	275
SEXTA	1	107
SÉTIMA	3	261, 263, 282
OITAVA	3	149, 161
TOTAL	8	-

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 3 – Questões com uso simultaneamente de tabelas e gráfico

SÉRIES	TABELA/GRÁFICO	PÁGINA
QUINTA	1	278
SEXTA	1	257
SÉTIMA	0	-
OITAVA	1	168
TOTAL	3	-

Fonte: Elaborado pela autora.

São frequentes as atividades que envolvem gráficos e tabelas em cada um dos volumes da coleção. Observa-se também que - além do meio ambiente - são utilizadas outras temáticas no bloco do tratamento da informação. Entretanto, a quantidade de atividades por volume é bastante variável – tabela e gráficos – o que vem a demonstrar a falta de um consenso entre os volumes.

Chamo a atenção para a quantidade de atividades que envolvem o **Tratamento da Informação** em cada volume e sua distribuição por série (Quadro 1, 2 e 3), posto que há novamente uma distribuição desordenada entre os volumes em relação ao quantitativo ao longo das séries.

O Quadro 2 evidencia claramente que as atividades que envolvem gráficos é

superior à quantidade que envolve as tabelas ou gráficos e tabelas em todas as séries, entretanto, essas questões devem ser submetidas a análises de modo a tornar visíveis as abordagens adequadas e significativas no ensino da Matemática. Nestes termos, busco evidenciar a *relação entre o conhecimento matemático x representação gráfica dentro do tratamento da informação*, através dos registros de representações semióticas, em que o meio ambiente é o suporte nessa relação.

Para que isso ocorra, segundo Flores & Moretti (2005, p. 27): “é preciso que se reconheça que essa estrutura representacional levanta complexidades de leitura e de interpretação que exige certa desenvoltura visual e um empenho cognitivo de nossa parte.”

Vejo isso como uma condição importante para analisar criteriosamente quais registros de representação foram utilizados, quais habilidades solicitadas em cada atividade. Por exemplo, se as atividades que envolvem tabelas podem ser categorizadas com o uso para trazer informações ou mesmo para explorar conceitos matemáticos ou se as atividades envolvem somente análises pontuais e assim por diante.

Mais especificamente, conhecer quais são as regras próprias, bem como a linguagem intrínseca à sua composição, as quais, certamente, necessitam de um tratamento específico no sistema de representação semiótica.

5.2 EXPLICITANDO OS PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE QUALITATIVA

Para proceder à análise qualitativa das proposições e das relações cognitivas estabelecidas e constantes das atividades ou questões, levei em conta diversas informações que se revelaram úteis para dar consistência aos meus critérios.

Supostamente, a manipulação dos conteúdos matemáticos propostos para as

resoluções podem favorecer os alunos para que estes pensem nos elementos justificativos e interpretativos, a fim de poder estabelecer relações com o conhecimento matemático e a temática sob estudo.

Nessas condições, o mais provável é que o aluno perceba nas questões a pertinência de um conjunto de informações, dentre as quais se tem:

- a formulação,
- a produção de resumos,
- a elaboração ou validação de conjecturas e
- a comunicação das informações de modo conveniente,
- a interpretação,
- a própria construção de tabelas ou gráficos,
- a simulação de situações levantadas dentro do contexto para fazer previsões ou
- a elaboração de conclusões.

É importante assinalar que o aluno certamente percebe a importância dessas relações através dos registros de representação e pode entender que estas constituem uma base para a construção de uma atitude crítica diante de questões emergenciais, sejam elas sociais, políticas, culturais ou científicas da atualidade (CARZOLA, 2002).

Em consequência disso, é preciso criar condições para que o aluno participe. Do mesmo modo, a escola deve contribuir para o desenvolvimento de habilidades e competências, valores e atitudes na aprendizagem da matemática de forma investigativa. Além disso, certamente se pode perceber a veracidade das informações veiculadas nessas atividades, por serem estas correspondentes ao que propõe os PCN (1998b, p. 27) em um dos seus princípios pedagógicos para esses ciclos da escolaridade, a saber: “A atividade matemática escolar não implica ‘olhar para as coisas prontas e definitivas’, mas a construção e a apropriação do conhecimento pelo aluno, que se servirá dele para compreender e transformar sua realidade.”

Sem dúvida, esta proposta dos PCN possibilita um grande avanço para o ensino de estatística no Ensino Fundamental em extensão ao Ensino Médio. Como se

observa, tais diretrizes têm como intenção também o desenvolvimento do pensamento estatístico que, se implantado, provavelmente oportunizará às futuras gerações uma formação sólida, crítica e consciente.

A importância atribuída ao bloco de *tratamento da informação* – Estatística – nesse ciclo de ensino, advém da possibilidade deste vir a constituir-se em um bloco que pode ser trabalhado conectando a Matemática a outras áreas do conhecimento e aos Temas Transversais (CARZOLA, 2002, p. 20).

5.3 REALIZANDO ANÁLISES PRELIMINARES

As análises preliminares, por mim procedidas, foram realizadas em três etapas que são apresentadas a seguir:

Na primeira, de cunho organizacional, busco dar idéia de como as questões se apresentam em termos das suas formas de representação, levando em conta os critérios anteriormente estabelecidos. Estes são relativos à **incidência de tabelas**, ao **uso de gráficos** e à **utilização simultânea dessas duas formas de representação**, a fim de caracterizar as questões em estudo e suas contribuições na aprendizagem da matemática x meio ambiente.

Na segunda etapa tratei de corresponder aos termos dos objetivos estabelecidos e à comprovação das hipóteses de trabalho.

Essas análises, por sua vez, se desdobraram em duas partes a saber:

- Na primeira, analisei os registros de representação utilizados nas asserções propostas pelo autor, especialmente quanto ao suporte representacional.
- Na segunda parte, analisei a importância do uso dessas representações mobilizadas na aprendizagem da matemática x meio ambiente, bem como as contribuições das representações gráficas para subsidiar a prática do professor.

Isto se dá em razão de ser minha intenção favorecer os futuros professores e os professores de matemática já em exercício, para que busquem alternativas de ação para solucionar, atenuar ou minimizar os diversos problemas que dificultam a compreensão de conteúdos estatísticos.

Se, de um lado, reconheço a importância dos registros de representação que geralmente são utilizados para explicitar relações de conhecimento, de outro lado, reconheço a dificuldade que os alunos enfrentam quando têm contato com questões relativas a vários aspectos que vão desde a construção de gráficos e tabelas até a interpretação dos dados e das informações.

Com base nas considerações expostas, refiro-me especialmente – no âmbito do meu quadro teórico de referência - a teoria dos registros de representação semiótica para a aprendizagem da matemática de Raymond Duval – para fundar e favorecer a compreensão e a explicação, científica e metodológica, do que ocorre no ensino e na aprendizagem das relações – neste caso da **matemática X meio ambiente** – quando se tem por objetivo a aquisição de conhecimento, em extensão aos princípios da Educação Matemática.

Tendo presente, pois, os motivos e as situações que inspiraram este estudo, apresento as análises iniciais enfocando algumas das questões analisadas.

As primeiras quatro questões, por mim enfocadas, são relativas a atividades propostas para a 5ª, 6ª, e 7ª séries – a serem apresentadas subseqüentemente – e são concernentes à *organização representacional*, muito freqüente no ensino de matemática, dada à condição de simplicidade ao se dar a conhecer informações veiculadas em linhas e em colunas em tabelas do tipo finita. Todavia, segundo Flores & Moretti (2005, p. 30), “Essa não é uma característica exclusiva das tabelas, posto que dispor dessas formas quadriculadas também é característica das representações cartesianas, e dos histogramas-gráficos de barra.”

Sem dúvida, essas formas de representações demandam grande quantidade de informação em um pequeno espaço. Contudo, além disso, têm um papel maior do que simplesmente informar, em função dos aspectos ligados tanto à organização representacional quanto visual, dentre outros ligados aos processos cognitivos. Estes

podem vir a causar obstáculos na aprendizagem, desde a leitura até as análises, ou mesmo na organização dos dados como na própria construção.


Na representação do tipo *tabela*, reconheço que há vantagem para os alunos nesse tipo de representação para análise e comunicação da informação. Tal representação proporciona também a eles a busca rápida da informação devido à facilidade de encontrá-la, dada a forma disposta dos dados se apresentarem, qual seja, em forma linear – *linha com linha* – ou em correspondência cruzada - *linha com coluna* - de forma separada. Neste caso, pela facilidade de localização da informação requerida, imediatamente é preenchida uma das quatro funções cognitivas, neste caso, a de **identificação**.

Vale expor para análise a atividade seguinte:

84 De acordo com o censo realizado pelo IBGE no ano 2000, a população total da região Sudeste era de aproximadamente setenta e três milhões de habitantes. Escreva esse número usando símbolos. Depois copie e complete a tabela com as porcentagens em relação a esse valor e as populações aproximadas de cada estado da região Sudeste. Use calculadora.

População da região Sudeste: 73.000.000

Estado	Porcentagem	População
São Paulo	51%	37.230.000
Rio de Janeiro	20%	14.600.000
Minas Gerais	25%	18.250.000
Espírito Santo	4%	2.920.000



Vista de multidão na rua 25 de Março na cidade de São Paulo.

Figura 1 – Atividade de 5ª série.
Fonte: Dante (2004a, p. 154).

Nesta tabela, o comando apresenta-se em linguagem natural até a sua resolução na escrita numérica. O contexto trata da população aproximada da Região Sudeste que, em termos percentuais, equivalente a 100%. Neste caso, caberá ao professor ser o mediador para o devido esclarecimento, uma vez que, de imediato nota-se que vários passos são necessários à sua resolução, dentre eles a utilização das operações básicas; equação do 1º grau; razão e proporção; regra de três.

Nessa direção, o aluno – ao responder ao que é solicitado – poderá perceber, os

valores absolutos ou relativos aos percentuais apresentados da super população e suas possíveis causas no meio ambiente, articulados pelos aspectos cognitivos entre a leitura e a interpretação dos dados na questão em estudo. Além disso, pode favorecer o contato dos alunos com tipos diferentes de registros semióticos necessários à passagem do registro da língua natural para o registro simbólico. Assim, o aluno pode compreender a diferença entre o que está proposto e a importância desses valores na educação ambiental.

Embora, já tenha feito considerações quanto à sua resolução no último item a ser respondido, os alunos podem aceder vários conceitos matemáticos para responder. Este fato advém da necessidade de entendimento que o valor que corresponde ao percentual que está faltando, ou seja, a diferença entre os 100% e a somatória dos valores dados em % nos itens anteriores.

Esse tipo de atividade proporciona um custo cognitivo mais elevado – formas de resolução mais complexas que os procedimentos adotados –, mesmo com a ajuda da calculadora, cujo propósito é, neste caso, recorrer a um recurso de apoio à efetivação da aprendizagem matemática.

Baseada em Duval (2003), posso dizer que a originalidade desta atividade matemática está na possibilidade de mobilizar simultaneamente diferentes tratamentos entre os registros, ou de trocá-los na medida em que seja proposto outra resolução utilizando no mínimo dois registros de representação.

Embora não tenha sido solicitada a conversão, é relevante salientar que, sob o ponto de vista cognitivo, a atividade de transformação representacional é fundamental, posto que possibilita a condução aos mecanismos necessários à compreensão da passagem de um registro para outro. Ressalto que, comumente, em situações de ensino, o fato de mudar de um registro para outro é considerado um procedimento simples e local.

Segundo Duval (2004, p. 14), um mesmo objeto matemático pode ser representado através de registros de representações diferentes, sem que haja perda da referência, uma vez que “duas expressões tendo uma mesma referência podem ser trocadas uma pela outra, em uma frase ou mesmo uma fórmula, sem que o valor da

verdade muda.” Deve-se a isso a grande variedade de representações semióticas utilizadas em Matemática, a saber:

- sistemas de numeração,
- escritas algébricas e formais,
- figuras geométricas,
- representações gráficas, e
- a língua natural. (DUVAL, 2004, p. 118).

Embora já mencionadas, sob a ótica de Duval (2004), as representações podem preencher quatro funções cognitivas do pensamento que são as seguintes:

- *Função de comunicação (transmissão de mensagens ou informações entre indivíduos);*
- *Função de tratamento (transformação de uma representação em outra dentro de um mesmo sistema semiótico);*
- *Função de objetivação (conhecimento de algo ainda desconhecido); e*
- *Função de identificação (encontrar ou reencontrar um dado ou informação entre outras).*

Retornando à questão sob análise, a função cognitiva solicitada é a de **identificação**, justamente porque permite determinar a identidade, a qualidade de idêntico ou a igualdade dos dados de forma separada. Além disso, observa-se a presença usual da função de **comunicação** que tem como objetivo a transmissão da informação quanto à população da Região Sudeste.

Segundo Flores & Moretti (2005, p. 28), as três primeiras funções mencionadas são essenciais para o funcionamento cognitivo e a última para o tratamento da informação, pelo seguinte:

O interesse pelo conhecimento da existência deste mundo das representações semióticas não se dá, tão somente, pela possibilidade de entendimento cognitivo para a aprendizagem matemática, mas pelas funções cognitivas que certas representações preenchem e que, portanto, auxiliam no processo da educação matemática.

Apesar da facilidade de acesso à informação, pedida por esse tipo de

representação, deve-se reconhecer que esta é limitada quanto ao seu uso, pois podemos permutar os dados e fazer comparação de resultados. Contudo, esse tipo de representação não tem somente este objetivo, pois é uma forma de extrair de maneira eficiente informações nela contidas.

Portanto, a possibilidade de transitar entre os dados proporciona a produção de conhecimentos por meios dos tratamentos nos registros, os quais favorecem o pensamento por permitir, segundo Duval (1993, p. 49-52), o seguinte:

- *Economia de tratamento* – pela ocorrência da grande variedade de registros permite a realização de tratamentos de modo mais econômicos e poderosos: aumenta a possibilidade de trocá-los, escolhendo com isso o processo mais eficaz;
- *Complementaridade de registros* – devido os registros terem naturezas diversas e o contato com as diferentes possibilidades, nesse caso cada registro é considerado parcial, devido a cada representação evidenciar uma determinada informação, e
- *Conceitualização* - pela oferta diversificada de registros de representação utilizados no processo de ensino e aprendizagem, sem os quais não seria possível a aquisição do conhecimento.
- Em seus estudos, Duval (1998) evidencia a *diferença semântica*, ou seja, cada objeto pode ser lido de diferentes maneiras e com diferentes significados entre os registros de representação semióticas. Isto significa que os registros podem representar um mesmo objeto, mas que possibilitam mudar a sua forma de expressá-los, uma vez que vem a definir os diferentes fenômenos das conversões: os que exigem uma economia cognitiva e os que exigem um maior custo cognitivo.

102 O quadro mostra a população de cinco estados brasileiros de acordo com o Censo 2000. Copie-o em seu caderno e complete-o com os arredondamentos indicados. Depois, responda às questões propostas.

Estados	População (Censo 2000)	Arredondamento para unidade de milhar	Arredondamento para dezena de milhar	Arredondamento para centena de milhar
Amapá	475 843	476 000	480 000	500 000
Ceará	7 417 402	7 417 000	7 420 000	7 400 000
Espírito Santo	3 093 171	3 093 000	3 090 000	3 100 000
Mato Grosso do Sul	2 075 275	2 075 000	2 080 000	2 100 000
Santa Catarina	5 333 284	5 333 000	5 330 000	5 300 000

- a) Qual desses estados tem a maior população? E a menor? Ceará; Amapá.
- b) Escreva os cinco estados de acordo com a ordem crescente de suas populações. AP, MS, ES, SC, CE
- c) De que região (Norte, Sul, Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste) é cada um desses estados?
Amapá: região Norte, Ceará: região Nordeste, Espírito Santo: região Sudeste, Mato Grosso do Sul: região Centro-Oeste, Santa Catarina: região Sul.
- d) Qual desses estados não é banhado pelo oceano Atlântico? Mato Grosso do Sul.

Figura 2 – Atividade de 6ª série.
Fonte: Dante (2004, p. 35).

Nesta atividade, as considerações quanto às características visuais são semelhantes à questão anterior – tabela finita. O que a diferencia é que, para iniciar as resoluções das proposições ‘a’ e ‘b’, os dados estão prontos, dispostos em linhas e colunas, de forma que a função de **identificação** é explícita, bastando somente comparar os valores dispostos.

Em função disso, há economia cognitiva (atividade que possui congruência semântica), pois basta pontuar a intersecção da linha com a coluna que se encontrará a unidade representacional – Estado e a maior população. Para isso, pode-se usar a relação maior ou menor – ordem crescente ou decrescente – a qual permite este acesso quase imediatamente.

Nas proposições ‘c’ e ‘d’, as soluções se enquadram nos propósitos dos PCN para se trabalhar a matemática com outras áreas do conhecimento. Com isso, o funcionamento cognitivo está em sintonia transversal com essas áreas do saber, como se põe nas seguintes considerações:

Tendo em vista a articulação dos Temas Transversais com a Matemática algumas considerações devem ser ponderadas. Os conteúdos matemáticos estabelecidos no bloco Tratamento da Informação fornecem instrumentos necessários para obter e organizar as informações, interpretá-las, fazer cálculos e desse modo produzir argumentos para fundamentar conclusões sobre ela (BRASIL, 1998d, p. 29).

Embora, aparentemente, o preenchimento da tabela seja análogo à questão anterior, o custo cognitivo necessário é bastante considerável (atividades não-congruentes). Tais resoluções necessitam da emersão de determinados conceitos matemáticos necessários às soluções que exigem arredondamento, pois estes possuem regras e critérios próprios à sua transformação. Neste caso, a função cognitiva de **tratamento** tem como finalidade complementar a tabela, ficando estritamente dentro de um mesmo sistema.

É perceptível, neste contexto, que este tipo de representação, além de apresentar uma característica de leitura rápida e pontual, proporciona uma leitura global, na qual oportuniza aprendizagens de leituras e apreensão de outros conteúdos matemáticos. Dentre eles, tem-se o ensino de funções; combinação; figuras planas; relações de conjunto; operações básicas; valor posicional; números absolutos; classes. Justamente no momento que se transita pelos dados, pode-se evidenciar essas formas de registros.

Admitindo que o professor nesta questão solicitasse a diferença da população entre dois Estados quaisquer, isso significaria que, além da identificação dos dados necessários, seria preciso adentrar em novos conceitos operatórios da subtração que, para Duval, trata-se de um passo de **apreensão global**. “A passagem de um passo pontual a um passo de interpretação global na ‘leitura’ representa um salto do ponto de vista cognitivo” (DUVAL, 2002, apud FLORES; MORETTI, 2005, p. 34).

51 Agora, pesquise qual é a cotação do dólar hoje.



a) Responda em seu caderno.

Qual é o preço, em reais, de um carro que custa 8 550,50 dólares?

Os valores dependem da cotação do dólar no dia.

b) É preciso economizar água!

Leia esta notícia publicada pela revista *Veja* em 28/6/2000.



Qual é o preço, em reais, de 1 000 litros de água tratada no Brasil? E na Alemanha? E no Peru?

Os valores dependem da cotação do dólar no dia.

Figura 3 – Atividade de 6ª série.

Fonte: Dante (2004, p. 92).

Nesta proposição, embora as tabelas possuam características semelhantes de consulta rápida, elas estão longe de serem iguais:

Mesmo, que todas as tabelas se pareçam iguais elas não funcionam todas da mesma maneira, quer dizer, elas não implicam nos mesmos empreendimentos cognitivos, tampouco, nas mesmas possibilidades de tratamento (FLORES; MORETTI, 2005, p. 34).

Na tabela mostrada na Figura 3, as formas de representação são conhecidas como *pictogramas* ou *gráficos pictóricos*. Os dados e as informações foram veiculados em uma revista de grande circulação¹⁷. Para iniciar os cálculos, primeiramente, deve-se ter em mãos a ‘cotação do dólar do dia’, pois a própria questão para introduzir o ‘preço da água’ relaciona com o ‘valor do preço de um carro em dólares’. Mas, este preço deve ser convertido em reais.

Há que se considerar, ainda, que a função cognitiva requerida nessa situação a de **identificação** não é suficiente, pois a modificação acarreta a realização de procedimentos diversos de forma que somente com a função de **tratamento** possibilitará essa articulação.

¹⁷ Revista *Veja* de 28/6/2000.

O interessante nesta questão é a quantidade de representações e os tratamentos utilizados para a veiculação do valor da água, pois, segundo Duval (2003, p. 14): “Existe uma variedade de representações semióticas utilizadas em matemática, além dos sistemas de numeração.” Assim, mesmo que elas possam ser parecidas, como já disse anteriormente, elas não implicam em empreendimentos cognitivos iguais e nesta, o custo cognitivo é alto.

Imaginamos que o dólar hoje esteja a R\$2,30, para resolver a proposição ‘a’; o simples fato de operacionalizar provoca mudanças de apreensão, e, portanto, possibilita a associação entre o pensamento e o registro de representação.

Nas resoluções, podem-se efetuar os cálculos através de uma regra de três simples ou por uma função (variância de valores), em que a moeda ‘real’ estaria condicionada à moeda ‘dólar’. Mas, vale salientar que o lado econômico desperta a observação para os critérios de consumo.

Geometricamente, além dos formatos das bandeiras presentes na questão, analisam-se os países quanto ao espaço situado no globo terrestre, em relação aos quais recorrem-se aos conteúdos envolvendo noções de ‘perpendicularismo’ e ‘paralelismo’ – demarcação dos Trópicos – ‘graus’ e ‘ângulos’, a matemática financeira notada ao desenvolver questões monetárias, a trigonometria a partir de suas noções, permite a dedução de pontos como a ‘latitude’ e a ‘longitude’ na superfície do globo, mesmo que se apresentem de uma forma discreta, assim como os números decimais.

A função da **comunicação** é o fio condutor para transmitir a importância da água para o planeta terra e o seu valor, incluindo a sua falta e a cultura de todos os países dispostos na tabela em relação à água e suas diferenças de valores. Em relação ao contexto matemático, faz-se necessário recorrer à teoria de Duval (2002, apud FLORES; MORETTI, 2005, p. 34), a qual fornece dois grandes grupos de classificação para análise semiótica e cognitiva das tabelas, a saber:

- Tabelas que se constituem apenas como uma função sinóptica, ou seja, que servem apenas como um banco de dados, cuja finalidade é a busca rápida de informações, o que implica em um custo cognitivo bastante baixo. A leitura nessa forma de representação é dada a partir de uma exploração vertical ou horizontal, de baixo para cima ou vice-versa, parando sobre a informação solicitada correspondente ao dado indicado na questão que motiva a exploração.
- Tabelas que permitem o aparecimento de novos dados, para inferir a existência de relações ou de elementos desconhecidos, ou ainda para revelar a necessidade de distinções que até então não haviam sido levadas em consideração. A leitura deste tipo de tabela implica em uma dupla exploração simultânea, tanto na vertical como na horizontal.

Na aprendizagem da matemática usa-se uma grande diversidade de registros que representam ações. Estas possuem um papel fundamental na compreensão requerendo o domínio na coordenação de diferentes registros. Uma coordenação qualquer não é operada espontaneamente e não é consequência de nenhuma ‘conceituação’ a-semiótica, mas, segundo Duval (2003, p. 13): “os alunos em suas trajetórias escolares permanecem aquém dessa compreensão. Isso pode contribuir na formação de obstáculos ou ‘estreitamento’ em suas capacidades de apreensão e compreensão da matemática.”

6 Examine esta tabela e responda em seu caderno:



Crianças recolhem restos de alimentos no Ceasa, em São Paulo.

A vida de boa parte dos aposentados brasileiros é muito difícil. Mas um estudo da Fundação Getúlio Vargas, com dados do IBGE, revela que a das crianças é ainda pior. O quadro mostra qual parcela de crianças e idosos na população brasileira não tem acesso a serviços básicos.

IDADE	SEM ESGOTO	SEM ÁGUA ENCANADA	SEM COLETA DE LIXO
0 a 15 anos	45%	23%	34%
Mais de 60	37%	18%	30%

Fonte: IBGE.

- De que assunto trata a pesquisa? *Da parcela de crianças e idosos da população brasileira sem serviços básicos.*
- Quem fez o levantamento dos dados estatísticos? *IBGE*
- Quais são os serviços básicos a que se refere o texto? *Esgoto, água encanada, coleta de lixo.*
- Você dispõe desses serviços básicos em sua casa? *Resposta pessoal.*
- Por que você acha que esses serviços são básicos ao cidadão? *Resposta pessoal.*

Figura 4 - Atividade de 7ª série.
Fonte: Dante (2004, p. 261).

Nessa atividade todos os dados e informações estão imediatamente disponíveis, tanto na sua localização quanto na resolução das proposições pedidas. As proposições

'a', 'b', 'c' e 'd' desta atividade, apesar de serem respondidas utilizando a linguagem natural e não as linguagens simbólicas, freqüentemente utilizada nas atividades matemáticas, envolvem a complexidade da organização representacional para compreensão matemática que é muito importante, sendo que nessa atividade há relação com a qualidade de vida das crianças e dos idosos.

Entretanto, se fosse preciso que se analisasse, por exemplo, a variação entre os dados, exigiria nesse caso mais que uma leitura exclusivamente pontual (de forma separada), mas a leitura global (finita), de forma que isso significaria que, além de analisar os dados em seu conjunto, deveria compará-los, para encontrar a solução. Isto quer dizer que seria necessário adentrar em novos conceitos para a realização.

Usar tabelas na educação matemática significa tão somente usá-las no seu modo mais freqüente, ou seja, para situações de comunicação, que preenchem apenas a função cognitiva de identificação (FLORES; MORETTI, 2005).

Como se observa, os dados necessários às respostas estão dispostos na tabela, de forma ordenada e pronta. Pode-se utilizar, pois, a função cognitiva da **identificação** para responder pontualmente às proposições 'a', 'b' e 'c', pois estas permitem a visualização dos dados de forma separada e isto não necessita de muito esforço cognitivo, bastando nesse caso que se tenha o domínio da leitura textual.

As proposições 'd' e 'e' são respostas pessoais. Mesmo assim, apesar da imagem mostrar a situação da cidade de São Paulo, esta realidade é muito próxima daquela mostrada na representação figural, pois esses tipos de serviços que são necessários ao bem-estar social da população, no interior do nosso Estado também são precários. A distribuição bi-dimensional de informações permite separar visivelmente as informações e localizá-las imediatamente.

Relacionando essa questão com a nossa realidade da Região Nordeste do Estado do Pará, na Região Norte, onde iniciei minha docência e direciono a preocupação do meio ambiente, a maioria da população não dispõe de água tratada retirando-a geralmente de poço a céu aberto. Os serviços públicos, tal como a coleta de lixo, são as prefeituras que fazem, embora muitas vezes esta dependa da localização

geográfica do bairro, ficando as pessoas a esmo, sem alternativa. A questão de esgoto também é complicada na região referida.

Este tipo de questão, além de ser primordial para a introdução de conceitos básicos de conteúdos estatísticos, para apresentar um resultado de uma pesquisa no Brasil, ou estudos sobre a desigualdade social, é freqüentemente veiculada em seus dados pela mídia. Este tipo se torna relevante na aprendizagem matemática pela riqueza de conteúdos que podem ser explorados, a saber: razão; proporção, regra de três, equação do 1º grau. A discussão do contexto sobre o crescimento geométrico das condições – negativas ou positivas – de vida das crianças no Brasil possibilitará alternativas para superação de algumas outras condições, por um lado, e, de outro, a discussão que implique preocupação com os serviços oferecidos.

É importante ressaltar a esse respeito que não é suficiente uma leitura pontual e rápida, uma vez que os gráficos têm um papel muito maior do que dispor dados organizados linearmente, possibilitando trânsito vertical ou horizontal entre eles. Refiro-me a esses tipos de representação apresentados, mas reitero que os gráficos são instrumentos que ajudam a raciocinar sobre a informação quantitativa, e que fornecem de uma forma concisa uma visão da informação (DUVAL, 1993).

A partir dessas explanações, pode-se compreender que, nas tabelas, a organização semiótica não se reduz às características de linhas e colunas. Tomo como referência o que é posto na Figura 3 cujas resoluções exigem um custo cognitivo elevadíssimo, pois nessa atividade a leitura não acontece de forma pontual. De forma que os alunos, ao resolverem o que se propõe, deverão imediatamente descobrir ou criar um valor do dólar – que para alguns foge da sua realidade –, e em seguida iniciar os tratamentos necessários. Nota-se que não é somente o valor do dólar que está servindo de suporte para o empreendimento cognitivo, mas a escrita simbólica de valores que definem o custo do preço da água tratada nos países dispostos nessa tabela, bem como a articulação constante do seu pensamento, proporcionada quando há tratamentos entre os registros de representação.

Considero nesta atividade Figura 4 que o autor estabelece relações cognitivas entre o conhecimento/conteúdo matemático através da função de identificação, que

possibilita a visualização dos dados de forma separada, e da função de tratamento, a qual permite as operações, além da função de comunicação sempre presente, como já citei anteriormente nas primeiras análises feitas.

5.3.1 Algumas considerações referentes ao uso de tabelas

A análise semiótica desse tipo de representação possibilita deduzir que a função cognitiva mais utilizada e requerida para ler as tabelas é a **função de identificação**.

No entanto, não se pode considerar que todas as tabelas possuam os mesmos empreendimentos cognitivos, mas há uma diversidade de funções que elas poderão preencher e atender para efetivação da construção do objeto matemático, como também o registro que irá contribuir de forma mais significativa quanto a questão do meio ambiente. Porém, no momento do desenvolvimento das práticas desejáveis e propostas, devemos utilizar dos registros oferecidos nas asserções para que estes sejam instrumentos da construção do conhecimento matemático, bem como pontos de reflexão sobre a temática.

Todavia, há relevância quanto à economia de tratamentos utilizados nos registros, pois, para Duval (1993, p. 52) “a diversidade de registros tem por objetivo permitir a realização de tratamentos de uma maneira mais econômica e poderosa”. À medida que acontecem, as mudanças dos registros proporcionam implicações no processo de ensino e aprendizagem dos gráficos, de maneira que a escolha pode ser eficaz ou não em relação à compreensão semiótica das representações gráficas. Conforme o autor, isto acontece porque, estas, ao permanecerem em uma forma de representação somente, poderão vir a contribuir para o “enclausuramento” do conhecimento.

Sendo assim, não é aconselhável na aprendizagem matemática utilizar somente as tabelas com distribuição bi-dimensional de informações em linhas e em colunas, justamente levando em consideração que as representações gráficas, pelas riquezas

de tarefas que podem oferecer, também são importantes na construção do conhecimento. Duval (1993, p. 53), ressalta que “o simples fato de mudar de tarefa no mesmo tipo de tabela pode acarretar uma mudança no nível de apreensão e, portanto, nos passos da leitura”.

Finalizando, com o estabelecimento das relações de aprendizagem entre a matemática e o meio ambiente, a meu ver, seria interessante aproveitar as mesmas questões propostas para oferecer um tratamento especial quanto às relações de potencial, de uso e de desperdício dos nossos recursos. Assim, gráficos eloqüentes e significativos induziriam os leitores a pensar sobre a essência da mensagem veiculada.

15 O gráfico ao lado mostra a população brasileira de 1940 a 2000, variando com o tempo (em anos).

Analizando o gráfico, notamos o aumento da população brasileira em função do tempo (dado em anos). Com relação a esses dados, responda:

- Qual era a população aproximada no Brasil em 1970? 90 milhões de habitantes
- Em quanto aumentou a população brasileira de 1970 a 2000? 75 milhões de habitantes (165 – 90)

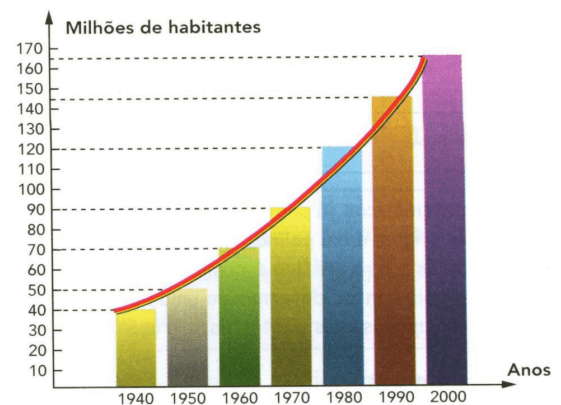


Figura 5 - Atividade de 8ª série.
Fonte: Dante (2004, p. 161).

O suporte representacional desse tipo de representação apresenta inúmeras vantagens aos alunos, uma delas é proporcionada pela visualização do gráfico. Por exemplo, na proposição ‘a’, para encontrar as respostas basta usar a função cognitiva de identificação e recorrer ao gráfico localizando a informação no eixo das abscissas e a sua correspondência no eixo das ordenadas em um custo cognitivo baixo.

A qualidade da atividade neste gráfico é relevante dada a oportunidade de se fazer inferências, relacionar as informações, fazer projeções, por exemplo, na proposição 'b', a qual, para ser respondida, se deve recorrer a novos conceitos matemáticos, dado que o aumento, neste caso, significa a *variação em um determinado período*, evidenciando a forma crescente do número de habitantes em função do tempo que seria a diferença das quantidades dos anos de 2000 e 1970.

Quanto ao crescimento, ainda é possível verificar que o gráfico se desenvolve com uma uniformidade seqüencial, obtendo-se assim um coeficiente de acréscimo decorrente do que se pode descrever de razão em extensão às Progressões Geométricas, assim como se desenvolve no eixo das ordenadas e no eixo das abscissas a Progressão Aritmética, todos esses conteúdos podem ser utilizados com o auxílio da matemática discreta.

A importância desse suporte representacional em tratar questões do meio ambiente nota-se visivelmente pela possibilidade de desenvolver com este modelo de gráfico a matemática financeira estudando simultaneamente os juros compostos os quais se apresentam através de gráficos exponenciais.

O ensino de função constata-se nos pares ordenados que para cada ponto no eixo de anos (abscissas) tem-se um correspondente no eixo dos habitantes (ordenadas), fazendo com que os alunos supostamente relacionem o crescimento populacional com a necessidade da educação ambiental.

Nota-se que nesse tipo de representação aparecem novas formas visuais, com as quais pode-se trabalhar esses conteúdos também relacionando a questão do meio, a exemplo disso: a geometria plana através das barras, as quais pode-se relacionar a um retângulo que pode ter área e altura em dados reais oferecidos pelo gráfico.

Percebe-se assim que entre as proposições 'a' e 'b' há custo diferentes no que se refere a economia, enquanto que na proposição 'a' o custo cognitivo para a resolução é baixo, na 'b' o custo é alto, exigindo dos alunos um funcionamento cognitivo mais dinâmico aos tratamentos dados para se chegar a resoluções.

Para Duval, referido, isso só acontece se houver uma 'leitura global' para o entendimento do sistema semiótico, em função da nova representação. Essas vantagens são oportunizadas pelos gráficos cartesianos, pois permitem o trânsito interpolando ou extrapolando os dados registrados. Nesta questão, o gráfico não tem somente a vantagem de fazer com que a mensagem seja rapidamente apreendida, mas, segundo Flores & Moretti (2005, p. 6), "possibilita o aparecimento de formas visuais tais como retas, curvas, contornos de superfícies". Assim, também se tornam possíveis as operações de interpolação e extrapolação. Esse tipo de gráfico é muito utilizado no ensino de funções.

Todavia, as tabelas se prestam somente a uma operação de permutação entre as linhas e colunas (DUVAL, 2003). O que nos leva a conclusão que as escalas de unidades em um determinado gráfico podem ser mudadas, porém a posição dos eixos não, em via da destruição da representação:

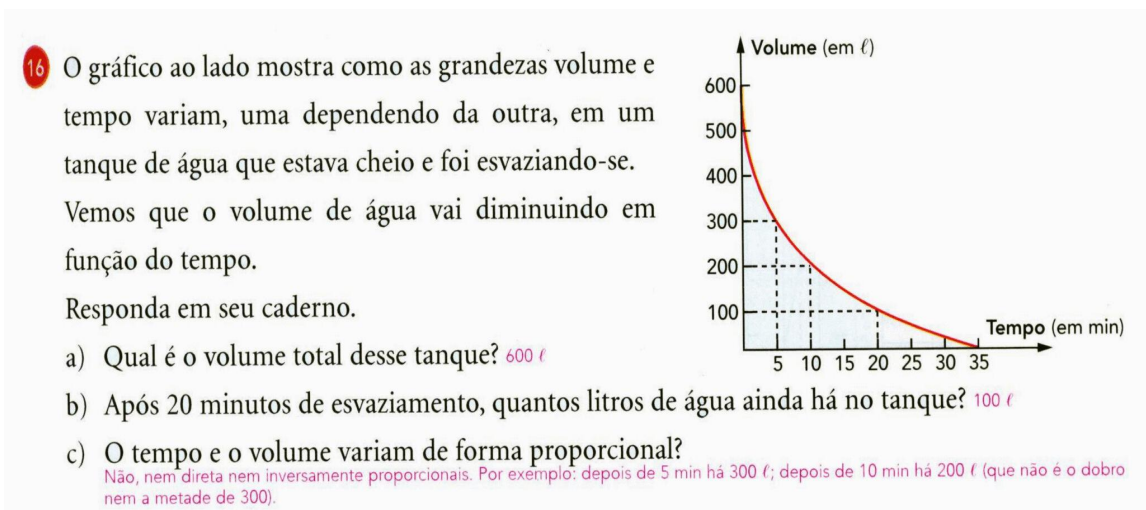


Figura 6 - Atividade de 8ª série.
 Fonte: Dante (2004, p. 161)

Nesta atividade, o suporte representacional é análogo ao anterior. Contudo, há uma nova forma configurada pelo fato de poder também fusionar os dados de modo a surgir o aparecimento de formas geométricas. Essa vantagem nesse tipo de representação proporciona aos alunos facilidades na aprendizagem e é explicada por Duval (2002, apud FLORES; MORETTI, 2005, p. 32), quando diz que "Dispor os dados em linhas e colunas não faz aparecer nenhuma forma visual interpretável como num diagrama ou numa imagem."

Quanto à resolução da proposição 'a', o custo cognitivo é baixo, pois a função de *identificação* contribui para localizar a informação pedida bastando identificar o maior valor no eixo das ordenadas. Para se encontrar respostas atinentes à letra 'b', aparentemente seriam necessários 'cálculos', mas a identificação para a resolução também é pontual e rápida, bastando localizar no eixo das abscissas os vinte minutos e a sua correspondência no eixo das ordenadas.

Entretanto, quanto à proposição 'c', esta exige um pouco mais de uso das relações cognitivas ou de funcionamento cognitivo, porque requer novos conceitos, especialmente o de *proporcionalidade*. Com base no gráfico, pode-se utilizar de alguns dados para verificar se há possibilidade dessas grandezas – volume e tempo – serem pelo menos inversamente proporcional, tendo em vista que, enquanto uma aumenta – tempo, a outra diminui – volume, sendo, portanto, grandezas inversas. Contudo, as informações que são fornecidas dão conta de que em *cinco minutos* se esvaziam trezentos litros e, em seguida, que em *dez minutos* o correspondente a duzentos litros; ora, o tempo dobrou, mas o mesmo não acontece com o volume que não foi reduzido à metade. Sendo assim as grandezas não variam de forma proporcional.

Em relação ao desenvolvimento de relações cognitivas atinentes ao meio ambiente, esta questão poderia merecer consideração no que diz respeito ao desperdício e não somente ao fato de informar o esvaziamento, pois as quantidades em litros em função do tempo são bastante altas. Todavia, a ação do professor nesse contexto poderia ser o facilitador e orientador para ceder questionamentos possibilitando a discussão das informações veiculadas nessa representação com a perspectiva de conscientização ambiental.

Nota-se que os conteúdos matemáticos oferecidos nesta atividade, pela riqueza do suporte representacional, já mencionado anteriormente em questões similares, conduz ao desenvolvimento dos números naturais utilizando os valores localizados nos eixos; o estudo da reta numérica; do gráfico da função exponencial quanto ao uso da água, sem nenhuma referência ao desperdício; dos ângulos pela intersecção das retas; das coordenadas cartesianas; da geometria plana; da progressão aritmética,

possibilitando a apresentação de conteúdos trabalhados em ciclos posteriores.

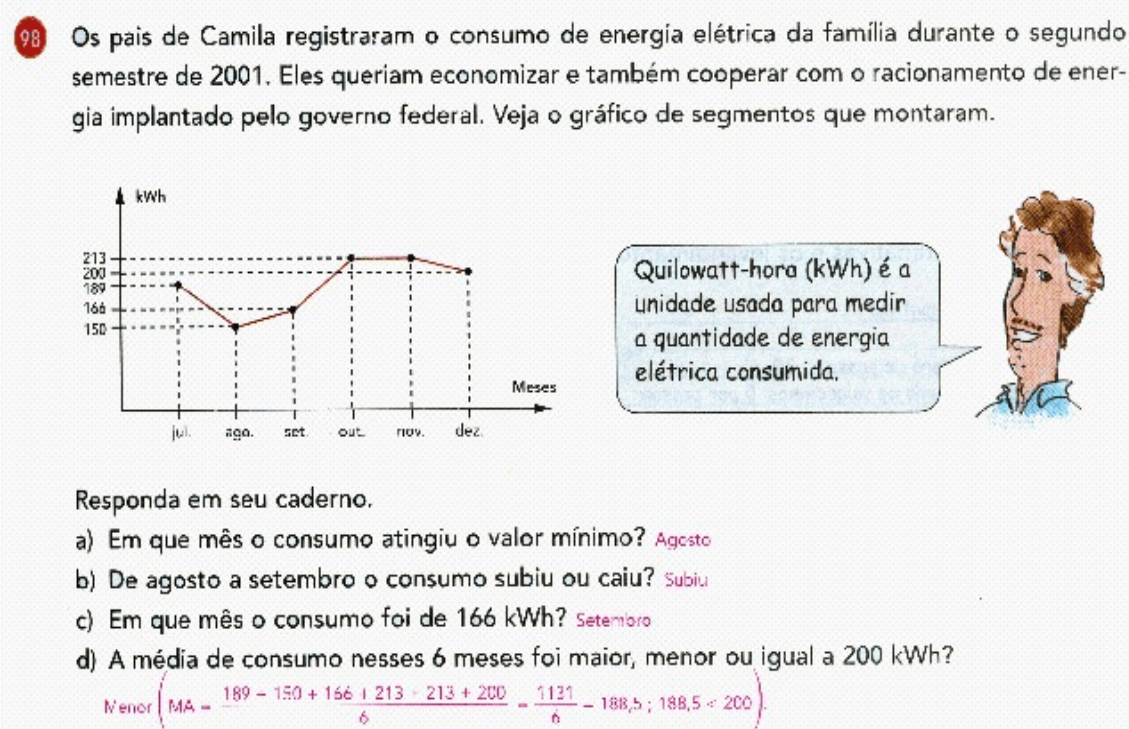


Figura 7 - Atividade de 6ª série.
Fonte: Dante (2004, p. 107).

Neste gráfico, as disposições dos dados também foram organizadas de forma cartesiana. Se cada mês equivale a um consumo em kWh, para responder a proposição 'a' a função cognitiva requerida é a de **identificação** para localizar o ponto de intersecção que corresponde ao menor consumo e o mês de referência.

Para responder a 'b' existem dois caminhos: um seria pela ordem crescente de consumo e a outra pelo sentido da reta – crescente. Neste caso há um custo cognitivo mais elevado, pois é necessária a emersão de novos conceitos matemáticos como, por exemplo, o conceito de *ordem maior ou menor* e o conceito de *grandeza*.

Na proposição 'c', o custo cognitivo é baixo, pois imediatamente é identificada no gráfico o que serve como resposta, pois a visualização ajuda muito.

Na proposição 'd' o custo cognitivo é considerável, por fazer emergir determinados conteúdos de apoio à resolução, quais sejam, o conhecimento prévio de média aritmética, por exemplo, pois se deve fazer a somatória dos seis meses e após dividir pelo número de meses.

Uma vez que se exige a função cognitiva de **tratamento** para permitir a realização dessas operações, nesta questão não há 'economia de tratamento', ou seja, a presença da não congruência da significação traz conseqüências significativas para a aprendizagem, em vista de não ser óbvio para o aluno, conduzindo-o a pensar e aprender realmente.

A organização representacional desta questão foi proposta de maneira a conduzir os alunos à reflexão quanto ao uso de energia e nessa forma de representação também há possibilidades de se transitar pelos dados quantificando, comparando, variando, conceituando. Nesse âmbito, leva-se a crer que, embora já citado que nos gráficos cartesianos se pode mudar as escalas de unidades, situações como esta leva Duval (apud FLORES; MORETTI, 2005, p. 33) a concluir o seguinte:

[...] A diferença entre a característica finita e a característica potencialmente infinita dos gráficos cartesianos diz respeito aos objetos representados e não ao princípio sobre o qual o sistema de representação se funda. Este princípio repousa sobre uma disposição espacial bi-dimensional em vista de separar e de localizar os dados.

Novamente, pela riqueza representacional que esse tipo de representação oferece para o aluno de 8ª série, são vários os conteúdos matemáticos que se pode trabalhar, dentre eles as relações trigonométricas; o teorema de Pitágoras; as geometrias plana, analítica e a espacial; os conteúdos de estatística – moda, média aritmética, variância; a matemática financeira (porcentagem, desconto, acréscimo); os conjuntos (intervalos); funções; as unidades de medidas; interdisciplinando a matemática com a física. É importante ressaltar que os conteúdos que essa atividade proporciona para a aprendizagem matemática precisam ser desenvolvidos em situações didáticas relativas ao ciclo em estudo.

Observe o gráfico abaixo e responda em seu caderno.



- Que tipo de gráfico é esse?
Gráfico de segmentos.
- Os números estão em percentuais ou em valores absolutos?
Estão em valores absolutos.
- Qual a fonte de pesquisa? Inpe
- Qual a área da floresta Amazônica desmatada em 2000? 19 800 km²
- Quantos quilômetros quadrados a mais foram desmatados em 1995 em relação a 2000? 9 300 km² a mais.
(29,1 - 19,8 = 9,3; 9,3 · 1 000 = 9 300)

Figura 8 - Atividade de 7ª série.
Fonte: Dante (2004, p. 263).

Nesta atividade, os dados estão dispostos em um gráfico de segmentos e têm o propósito de veicular a informação sobre o desmatamento na Amazônia. Mas, como já citei anteriormente, os gráficos não possuem somente este objetivo, uma vez que a própria estrutura representacional levanta complexidade de leitura e de interpretação, de maneira que precisa da articulação entre a visualização e a cognição.

A função cognitiva solicitada para responder a proposição 'd' imediatamente é a *identificação*, justamente para localizar os anos correspondentes a solução que representa na área desmatada o valor correspondente.

O funcionamento cognitivo nesta atividade possui um custo baixo, porém precisa atentar para transformação em quilômetros quadrados, pois, neste caso, deverão emergir novos conteúdos como suporte. Sendo assim, a função de *tratamento* permite essas operações, uma vez que a função cognitiva de comunicação tem o propósito de transmitir um quadro evolutivo assustador, em dados absolutos do desmatamento.

Nota-se que o autor novamente aproveitou a informação veiculada numa revista¹⁸ transferindo-a para o livro didático, supostamente objetivando ensinar a tomada de consciência através das aulas de matemática. Além da importância do bloco

¹⁸ Revista Veja de 23/maio/2001.

de informação, essas representações são recursos que impregnam a mídia seja ela escrita ou falada. Esse tipo de representação possibilita o ensino da matemática com questões ambientais de maneira dinâmica, preenchendo assim, segundo Duval (1999), as três funções fundamentais para o funcionamento cognitivo: *a função de comunicação, função de tratamento e a função de objetivação*. Isto porque se pode definir pelas funções cognitivas que as representações gráficas aqui dispostas desempenham um papel relevante ao assunto em pauta.

Pressupõe-se que, na utilização dessas formas de representação juntamente com as análises do sistema semiótico, e em virtude da relevância da informação, supõe-se que os alunos fazendo a leitura gráfica, interpretando dados, executando os tratamentos, possam fazer afirmações plausíveis de que esse tipo de linguagem semiotizada constitui e fomenta implicações cognitivas, umas com custo cognitivo mais baixo e outras com custos mais elevados, bem como apresentam novas formas visuais. Isto porque, nas tabelas, os dados e as informações não possibilitam o aparecimento dessas formas devido não ser possível fusioná-las, ou mesmo reagrupar os dados de maneira que possibilite traçar uma reta ou uma curva.

É pela função cognitiva da **identificação** que imediatamente se inicia a resolução da proposição “e”. Como as tabelas são essencialmente finitas e os gráficos não o são, tomo como referência esta atividade por ser esta plausível em muitas inferências, de forma tal que possa vir a ser necessária a emergência de novos conceitos para execução dos procedimentos oportunizados pela função de **tratamento**.

Além de todas essas importantes informações veiculadas nesta representação gráfica, foi possível observar que diversos assuntos matemáticos podem ser trabalhados utilizando a temática do meio ambiente nesse tipo de registro, a saber: noções de coordenadas; valor absoluto; moda; desvio padrão; segmento de reta; área das figuras planas; números decimais; operações fundamentais, entre outros.

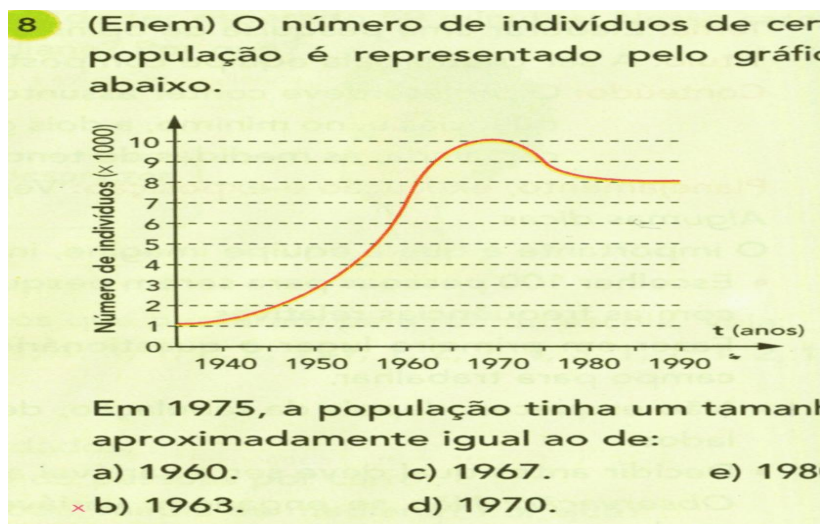


Figura 9 - Atividade de 7ª série.
 Fonte: Dante (2004, p. 282).

A forma de representação nesta atividade é análoga à atividade anterior, inclusive com a presença de uma forma configurada. Fazendo uma análise desse registro, a leitura cartesiana pode possibilitar a identificação do dado procurado que, neste caso não será imediata, exigindo primeiramente a localização do ano no eixo das abscissas, uma vez que sua representação não se apresenta de forma numérica, mas simbólica – por traçinhos.

O custo cognitivo nesta busca é relativamente baixo, mas a localização do tamanho aproximado por ano é necessária à familiarização e à percepção desse tipo de representação, de maneira que possibilite o trânsito entre os dados.

Em relação às possibilidades de abordagens de conteúdos matemáticos, pode-se constatar que a princípio nota-se a união de várias funções como por exemplo: função exponencial, quadrática, constante além das operações básicas, a potenciação, proporção e seqüências numéricas, mesmo que a apresentação seja feita a título de conhecimento.

À primeira vista, seria uma questão simples com baixo custo cognitivo. Todavia, considerando a temática em questão pode-se evidenciar na resolução que, a partir do ano de 1935 e aproximadamente até 1955, caracteriza-se o crescimento populacional por meio de uma função exponencial crescente, passando pela coordenada (0,1).

Destaca-se também por ser um crescimento em progressão geométrica e o quanto isso significaria em termos populacionais em extensão ao meio ambiente.

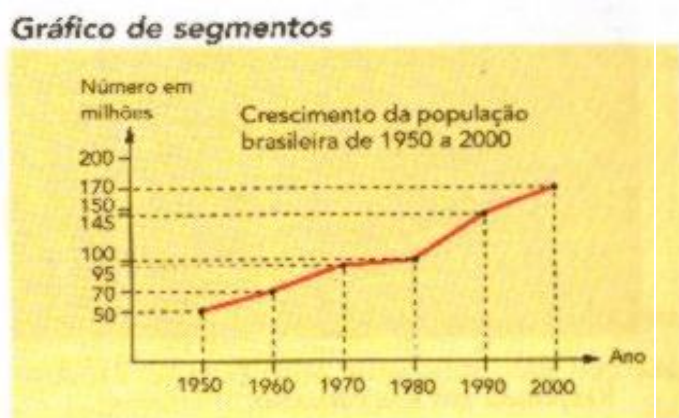


Figura 10 – Atividade de 5ª Série.

Fonte: Dante (2004, p. 275).

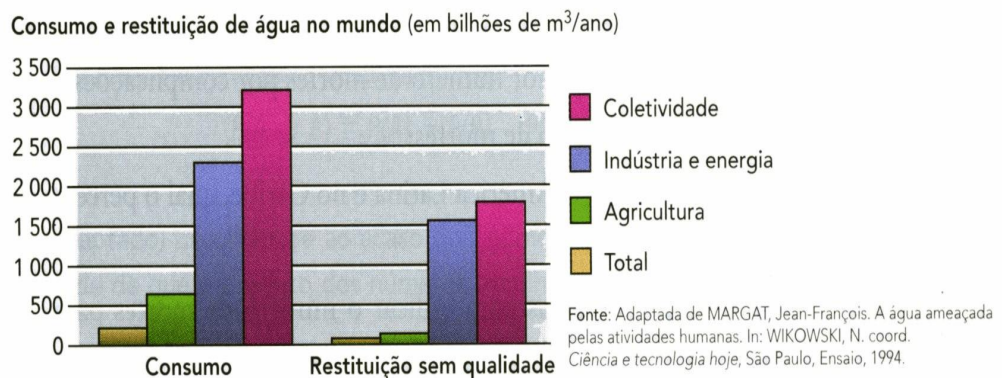
Essa representação gráfica utilizada por Dante tem como perspectiva os tipos de gráficos utilizados no conteúdo matemático – Estatística – no volume I referente a quinta série. Embora tenha recorrido a outros, o objetivo é mostrar a predominância gráfica nesse conteúdo, de maneira que evidencia a variedade de representações utilizadas no ensino e aprendizagem da matemática, possibilitando o desenvolvimento de conteúdos matemáticos necessários a construção e apreensão dos conhecimentos.

Dentre as funções cognitivas que as representações gráficas possuem uma delas é comum a todas. Neste contexto, esta representação se faz claramente presente: é a de **comunicação** para informar aos leitores que são utilizadas diversas representações gráficas no tratamento da informação, das mensagens. Estas, geralmente, apresentam resultados de pesquisas, sintetizam resultados de empresas comerciais, enfim, facilitam o entendimento pela visualização representacional de determinados assuntos. Neste caso, a representação traduz o crescimento de uma população em função do tempo.

Esses registros de representação, portanto, podem ser explorados com o propósito de integrar o cidadão pela representação, através da mensagem e em termos de resultados em nível de apreensão de conhecimento. Pela sua forma, tornam-se mais significativos, atrativos e estimuladores, sobretudo, na aprendizagem matemática.

Como proposta para trabalhar esse conteúdo, o autor sob análise propõe trabalhos em grupos, diálogos entre os alunos, de forma que, a partir das discussões, seja dada a real importância a essas representações.

- 43 (Enem) Boa parte da água utilizada nas mais diversas atividades humanas não retorna ao ambiente com qualidade para ser novamente consumida. O gráfico mostra alguns dados sobre esse fato, em termos dos setores de consumo.



Com base nesses dados, escreva em seu caderno apenas a afirmação correta:

- mais da metade da água usada não é devolvida ao ciclo hidrológico.
- as atividades industriais são as maiores poluidoras de água.
- × mais da metade da água restituída sem qualidade para o consumo contém algum teor de agrotóxico ou adubo. (A análise do gráfico mostra que a maior quantidade da água consumida e devolvida, sem qualidade ao ambiente provém da agricultura. Essa água carrega agrotóxicos ou adubos utilizados na atividade agrícola.)
- d) cerca de um terço do total da água restituída sem qualidade é proveniente das atividades energéticas.
- e) o consumo doméstico, dentre as atividades humanas, é o que mais consome e repõe água com qualidade.

Figura 11 – Atividade de 8^a série.
Fonte: Dante (2004, p. 149).

A forma de representação utilizada para relacionar o ensino da matemática com o meio ambiente é um *gráfico de barras*. Uma das funções deste gráfico é informar o consumo e a restituição da água ao ambiente em condições novamente de uso.

Neste tipo de representação, além do aparecimento de formas geométricas, as cores são muito freqüentes, tanto no gráfico quanto nas legendas. Nesta representação gráfica, a forma representacional tem a intenção de conduzir o leitor a pensar e a relacionar as cores com as atividades e, nas alturas representadas no gráfico, as cores têm a função de melhorar a percepção por parte dos alunos, relacionando as atividades que mais contribuem para que a água não seja devolvida com qualidade.

Na atividade proposta pode-se identificar diversos conteúdos matemáticos com por exemplo: função que, neste caso, relaciona m^3/ano , de maneira que o gráfico serve como a ponte entre o meio ambiente e a matemática. Assim, supostamente, os alunos podem questionar o porquê de cada setor da coletividade, indústria, energia e o valor equivalente ao total devolvem a água sem condições próprias para o consumo. A proporção de cada setor interligado ao seu consumo e o quanto restitui sem qualidade também é objeto de questionamento e análise, pois neste caso os alunos precisam de habilidades para comparar dados e, principalmente, para se posicionar sobre eles.

As funções cognitivas são visíveis, como por exemplo, (i) a de **identificação** que permite a visualização dos dados de forma separada, (ii) a **função de tratamento** que oportuniza a realização dos cálculos, além de (iii) a função de **comunicação** presente em todos os modos de representação.

Nessa atividade, o custo cognitivo é um pouco mais alto, pela necessidade da emergência de alguns novos conceitos matemáticos para o suporte nas respostas. Neste caso, as características visuais proporcionam facilidade na aprendizagem, gerando conflitos cognitivos imprescindíveis à compreensão.

- 7 Observe o gráfico e responda em seu caderno.
- Que tipo de gráfico é esse?
Gráfico de setores.
 - A que assunto se refere?
A fatores que levam uma pessoa a ultrapassar os 65 anos.
 - Qual foi a fonte de pesquisa?
Universidade Stanford (EUA)
 - Que título você sugere para o gráfico?
Resposta pessoal.
 - Segundo os dados da pesquisa realizada, qual é o fator que mais interfere na longevidade? *Estilo de vida.*



Fonte: Universidade Stanford, Estados Unidos.

Figura 12 - Atividade de 7ª série.
Fonte: Dante (2004, p. 261).

Analisando esta representação gráfica do tipo 'setor' proposto na questão, geralmente usada em resultados de pesquisas, como suporte representacional, pode-se ver que são usadas também cores para representar as informações veiculadas nessa atividade. Os dados estão dispostos separadamente, por parte, melhorando a visualização da respectiva porcentagem equivalente aos fatores que contribuem para as pessoas ultrapassarem os sessenta e cinco anos.

Ao se depararem com esse tipo de representação, os alunos têm uma idéia de 'bolo' devido à setores circulares, e isso facilita a percepção que a sua metade é equivalente a 50%. Porém, a partir do momento que começam a distribuir 'pedaços' ou 'fatias', necessitam aceder a novos conteúdos, dentre os quais o estudo dos ângulos. Nesse âmbito, o funcionamento cognitivo torna-se conflituoso e necessário à apreensão de conhecimentos.

Se houver condições imaginárias de uma visão tridimensional pode-se estudar geometria espacial, dada a sua forma cilíndrica, possibilitando o estudo de áreas, alturas e de volumes.

Por outro lado, se imaginarmos que os dados da questão implica uma *condição* ou expressa *condicional*, logo encontra-se a lógica matemática, de maneira que essa representação mostra que somente com um bom estilo de vida, um bom meio

ambiente, uma herança genética e assistência médica, pode-se ultrapassar sessenta e cinco anos.

Nas atividades seguintes, relativas às figuras 13, 14 e 15, o autor utilizou simultaneamente as duas formas de representações gráficas, o que pode vir a caracterizar que os livros didáticos apresentam os conteúdos de maneira que os tratamentos são mais valorizados que as conversões. Tomo como exemplo dessa situação as atividades já analisadas em que na maioria delas os tratamentos são os mais utilizados. Isto poderá gerar um condicionamento generalizado nas resoluções de forma mecânica e ao mesmo tempo alienante, eliminando a possibilidade dos gráficos ter outras finalidades além da transmissão da informação veiculada.

- 73 Para orientar a população na economia de energia elétrica foram divulgadas algumas informações: Além das questões propostas, estes dados permitem explorar inúmeras outras. Explore-as com os alunos.

Economia de energia		
Equipamento	Tempo de uso diário	Consumo/mês (kWh)
Televisor	6 horas	18
Ferro elétrico	30 minutos	15
Aparelho de som	1 hora	1
Lâmpada	1 hora	3
Geladeira - 1 porta	24 horas	45
Computador	2 horas	9
Ar-condicionado (7.500 btu)	4 horas	84
Secador de cabelo	15 minutos	8

Consumo médio dos aparelhos



Consumo de um chuveiro

A razão do tempo diário de uso (em minutos) para o consumo mensal (em kWh) é de 2 : 3.



Converse com os colegas e procurem:

- entender o significado dos valores de uma coluna em relação aos correspondentes da outra na tabela da atividade 73;
- interpretar o gráfico da máquina de lavar e a informação sobre o consumo de um chuveiro.

Agora, analise os dados dos quadros, o gráfico e responda em seu caderno:

- Qual é o consumo/mês (em kWh) de um televisor que fica ligado, em média, 3 h por dia?
 $9 \text{ kWh} \left(\frac{6}{3} = \frac{18}{x} \rightarrow x = 9 \right)$
- Um computador consome 36 kWh ao mês se ficar ligado quantas horas por dia em média?
 $8 \text{ h} \left(\frac{12}{x} = \frac{36}{9} \rightarrow x = 8 \right)$
- Uma máquina de lavar roupa que é usada em média uma hora e meia por dia consome quantos kWh ao mês? 24 kWh
- Um chuveiro consome 45 kWh ao mês quando é usado, em média, quantos minutos por dia?
 $30 \text{ minutos} \left(\times 15 \left(\frac{2 \text{ min/dia}}{30} \cdot \frac{3 \text{ kWh/mês}}{45} \right) \times 15 \right)$

Figura 13 – Atividade de 6ª série.
 Fonte: Dante (2004, p. 257)

Nesta atividade foram utilizadas simultaneamente duas formas de

representação: (a) uma do tipo tabela finita com seus dados dispostos linearmente – que significa que a qualquer momento se for preciso solicitar um dado, basta localizar a linha com a coluna e encontrará a unidade representacional precisa, e (b) outra representação do tipo gráfico cartesiano na qual os dados estão prontos, porém sua forma de apresentação mudou. A função da tabela é informar o consumo médio de alguns equipamentos em um determinado tempo e quanto isso equivale no consumo/mês da quantidade de kWh. O gráfico mostra uma projeção do tempo do uso em correspondência a quantidade equivalente à kWh/mês.

Para responder as proposições ‘a’ e ‘b’ pode-se utilizar regra de três simples, sendo que a diferença é que na opção ‘a’ a solução é pedida em termos do consumo/mês, e na opção ‘b’ se pede o tempo. Neste caso a função cognitiva de tratamento permite que se encontre a solução. Pela disponibilidade de acesso imediato aos dados necessários, a solução é facilmente encontrada. Para responder à proposição ‘c’, a função de identificação permite a localização no gráfico para identificar pontualmente no eixo das abscissas o termo equivalente a uma hora e meia e a sua correspondente no eixo das ordenadas. Nesta atividade o custo cognitivo é baixo, de forma que o aluno precisa somente ter o domínio da leitura gráfica.

Todavia na proposição ‘d’ o custo cognitivo se situa em um nível mais elevado, pois para iniciar a resolução a própria leitura do comando conduz o aluno a pensar. Para melhor apresentar a questão, o autor utilizou um registro figural cujo objetivo é apoiar a resolução, mesmo assim, não há facilidade em encontrar os dados necessários porque os dados não estão inseridos nem na tabela como no gráfico, o que se faz necessário à presença de novos conceitos que possibilitem a efetivação nos cálculos.

A não-congruência da significação resultaria em resultados positivos no ensino, pois em algumas atividades, determinados contextos matemáticos deixam de ser imediatamente reconhecidos, por não serem óbvios, fazendo com que haja conflito cognitivo que conduz o aluno a pensar. Como, por exemplo, na figura 13 na qual seria preciso que recorressem aos seus conhecimentos prévios para garantir a apreensão. Essa situação conflituosa é necessária na aprendizagem matemática, a qual é oportunizada pela passagem das conversões, fazendo com que os alunos se vejam em

situações de desconforto, necessários para a coordenação de seus pensamentos. Mas é preciso que essa situação conflituosa não venha a ser uma banalidade que pode causar bloqueios na aprendizagem.

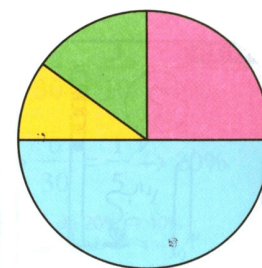
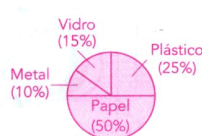
Um outro fenômeno considerado é a importância do sentido da conversão. No ensino, o sentido da conversão emerge de forma privilegiada, pois quanto mais se exercita, mas se está exercitando a conversão no outro sentido. Neste caso, é importante que o professor conheça a realidade da sua classe, e no momento que está fazendo a mudança, ou seja, a variação semântica, é preciso que tenha consciência do nível dos seus alunos, para que não venha causar um efeito negativo na aprendizagem (DUVAL, 2003).

Dentre os conteúdos matemáticos que contribuem para a relação meio ambiente x aprendizagem matemática é relevante destacar a média aritmética; a função linear crescente; o plano cartesiano; a razão e proporção, as expressões algébricas, porcentagem, regra de três e, de forma especial a interdisciplinaridade com a física, em situações contextualizadas ligadas à realidade do aluno, de maneira que, matematicamente, se possa fazer um trabalho social envolvendo questões com o meio ambiente.

Alunos, professores e funcionários da escola onde Antônio estuda organizaram uma campanha conseguiram coletar 800 kg de lixo reciclável. Vamos descobrir quanto coletaram de cada material. Analise as legendas da tabela e o gráfico de setores. Com base nos dados obtidos, copie e complete a tabela dada em seu caderno. Em seguida, decalque o gráfico de setores, pinte-o e coloque dados de cada setor.

Total coletado: 800 kg

Material	Papel	Plástico	Vidro	Metal
Porcentagem	50%	25%	15%	10%
Quilogramas	400	200	120	80



Comente com os alunos a importância dessas campanhas e das coletas seletivas do lixo.

Figura 14 - Atividade de 5ª série.
Fonte: Dante (2004, p. 278)

Esta atividade mostra o resultado de um trabalho coletivo feito pelo corpo pedagógico de uma escola na coleta seletiva de lixo reciclável, em que se verifica a necessidade de aplicação da matemática. Os alunos dispõem de duas formas de representações, uma do

tipo *tabela* e a outra do tipo *setor*, porém, a tabela deve ser preenchida mediante a leitura pelo gráfico de setores, que tem a função de auxiliar os cálculos.

Objetivando uma melhor percepção o referido autor utilizou cores para fazer a relação das quantidades pedidas em porcentagens ou quilogramas. No que diz respeito ao funcionamento cognitivo nesta atividade de 5ª série, este está em discrepância com os conhecimentos dos alunos, pois tomo como referência os resultados já mencionados anteriormente pelo PISA e SAEB. Isto porque, mesmo surgindo novos conteúdos, ainda assim, os alunos ficarão ‘desarmados’ nas resoluções devido à relação que devem fazer, por exemplo, para responder a coluna da quantidade recolhida do vidro e do metal.

Baseada na teoria de Duval, o custo cognitivo necessário ao preenchimento da coluna do papel é relativamente baixo, pela possibilidade de fazer a comparação com a metade do “bolo” e a metade da quantidade recolhida em dados exatos. Nessa direção, a coluna do plástico será a metade da metade do ‘bolo’, também de fácil entendimento, porém quando for para completar a coluna que corresponde ao vidro e ao metal. Estes de imediato poderão causar inúmeros transtornos ao processo de aprendizagem, pois os mesmo devem recorrer a outros conteúdos matemáticos (do tipo ângulos) para que supostamente venham a “enxergar” essa proporção, causando talvez com isso um questionamento generalizado do “porquê” desses resultados. Isto mostra que a falta de instrumentos na resolução vem reforçar o que foi citado no parágrafo anterior em relação ao que Duval considera *fenômenos observáveis nas conversões*.

É notório que nesta atividade os tratamentos necessários não se apresentam espontaneamente, mas em uma acessibilidade demorada. Com isso a figura do professor será imprescindível, pois cada sistema de representação possui suas especificidades com maior ou menor grau de complexidade e diferentes possibilidades de percepção, dependendo das funções cognitivas que poderão assumir, quais sejam, comunicação, tratamento, identificação e objetivação.

Nesse contexto, é importante ressaltar que nesse tipo de questão os alunos têm a oportunidade de visualizar dois tipos de representações de um mesmo objeto matemático.

No que diz respeito ao custo ou economia cognitiva, há necessidade de se levar em consideração a teoria que ora fundamenta as análises, devido às conversões oferecidas nessas atividades.

Duval (2003) considera dois fenômenos observáveis para qualquer tipo de conversão, sendo eles as *variações de congruência (economia cognitiva)* e *não-congruência (aquelas que exigem maior custo cognitivo)*, nos quais apresentam uma diferença semântica entre os registros de representações semióticas. Isto quer dizer que os registros podem representar um mesmo objeto, mas podem mudar a forma de expressão.

33 Faça os cálculos e responda em seu caderno.

(Enem) No quadro a seguir estão as contas de luz e de água de uma mesma residência. Além do valor a pagar, cada conta mostra como calculá-lo em função do consumo de água (em m³) e do de eletricidade (em kWh). Observe que, na conta de luz, o valor a pagar é igual ao consumo multiplicado por um certo fator. Já, na conta de água, há uma tarifa mínima e diferentes faixas de tarifação.

Companhia de Eletricidade		Companhia de Saneamento			
TARIFAS DE ÁGUA/m ³					
Faixas de consumo	Tarifa	Consumo	Valor - R\$		
até 10	5,50	tarifa mínima	5,50		
11 a 20	0,85	7	5,95		
21 a 30	2,13				
31 a 50	2,13				
acima de 50	2,36				
Total			11,45		

Companhia de Eletricidade	
Fornecimento	Valor - R\$
401 kWh x 0,13276000	53,23

- A) Suponha que, no próximo mês, dobre o consumo de energia elétrica dessa residência. O novo valor da conta será de:
 a) R\$ 55,23. b) R\$ 106,46. c) R\$ 802,00. d) R\$ 100,00. e) R\$ 22,90.
- B) Suponha agora que dobre o consumo de água. O novo valor da conta será de:
 a) R\$ 22,90. b) R\$ 106,46. c) R\$ 43,82. d) R\$ 17,40. e) R\$ 22,52.
- C) Dos gráficos a seguir, o que melhor representa o valor da conta de água, de acordo com o consumo, é:



Figura 15 – Atividade de 8ª série.
 Fonte: Dante (2004, p. 168).

Esta questão é contextualizada e próxima da realidade dos alunos, sendo que o autor utilizou uma conta de energia consumida em um mês e a outra a conta de água consumida na mesma residência, para que o aluno perceba que o pagamento por

esses serviços estão em função do consumo.

Nota-se que esta questão fez parte dos exames do ENEM, sem referência ao ano de aplicação, e no que se refere ao funcionamento cognitivo, na proposição 'a' o custo cognitivo é baixo, uma razão de os dados estarem dispostos com muita clareza, pois o consumo está representado pela função da quantidade consumida e o fator fixo de cada kWh. O que é pedido é o valor caso o consumo fosse dobrado. Para isto bastaria deduzir que o consumo aumenta na mesma proporção do preço e para isso os dados necessários à resolução são identificados muito rapidamente.

A proposição 'b' é mais complexa, posto que o custo cognitivo será elevado e há necessidade dos tratamentos para os alunos conseguirem a resposta. Até por que o entendimento necessário à conta de água não se apresenta com muita facilidade. Neste caso, outros conteúdos matemáticos devem surgir, enriquecendo os tratamentos.

Na proposição 'c', encontra-se a resposta por dedução, pois o valor da conta começa de um *valor mínimo*¹⁹ diferente de zero e apresenta intervalo de crescimento (valor a ser pago) diferente conforme o consumo. Pelas opções de resposta e pelo processo de eliminação, as letras 'b', 'c' e 'e' são imediatamente descartadas, restando somente duas. Mas como o consumo sempre varia, a resposta correta seria a 'a', pois no gráfico representado na 'd' a conta de água inicia de um valor mínimo, porém o consumo se mantém constante. Esta atividade é proposta para os alunos da 8ª série, o que torna possível usarmos de tratamentos mais eficazes nas resoluções e na dedução lógica.

¹⁹ Taxa cobrada pela companhia responsável pela distribuição de água independente se houve consumo ou não.

5.3.2 Considerações relevantes sobre a utilização de tabelas e gráficos

Nessas atividades, o funcionamento cognitivo aciona as funções cognitivas que preenchem as representações gráficas, sendo que o custo cognitivo apresenta-se ora baixo, com muita simplicidade, ora mais elevado porque complexo, mobilizados através dos tratamentos utilizados, os quais são propostos pelo autor referido, que os define como **registros monofuncionais**. Nestes termos, os tratamentos são algoritmizáveis, advindos da natureza *discursiva*, como no caso dos sistemas de escrita - numéricas, algébricas ou simbólicas – ou da natureza não *discursiva*, como no caso dos gráficos cartesianos. Isto garante o sucesso na aprendizagem e os **registros multifuncionais** são os que consistem em registros que têm caráter não-algoritmizável.

Nessas asserções o autor utilizou, com frequência, a linguagem natural utilizando associações verbais às figuras geométricas. Estas expressam a forma de raciocinar baseada na argumentação e na visualização, a partir de observações (DUVAL, 2003).

As dificuldades apresentadas pelos alunos da passagem de uma representação para outra tem sido objeto de investigação em várias pesquisas de Educação Matemática, pois os alunos conseguem, mesmo com dificuldades, fazer os tratamentos em diferentes registros de representação de um mesmo objeto matemático, mas sentem-se incapazes de fazer as conversões necessárias para a apreensão desse objeto.

Embora este trabalho não tenha como síntese a aprendizagem em matemática, ele pode muito bem estabelecer uma relação harmoniosa com o tema meio ambiente e as contribuições cognitivas.

Nos livros analisados, verifiquei que é possível compreender as diversas formas de representação, tais como funções cognitivas do pensamento ou os raciocínios matemáticos. Contudo, vale ressaltar que estas poderiam ter sido mais exploradas, pois a diversidade de registros de representações semióticas na aprendizagem da matemática tem caráter complementar, podendo oportunizar diferentes representações para desenvolvimento de vários conteúdos.

6 DISCUSSÃO DAS ANÁLISES

As grandes mudanças vivenciadas pela humanidade no final do século XX, em função do avanço tecnológico, têm colocado a Matemática em destaque, especialmente a Estatística, pois na maioria das vezes o estudante para ter condições de leitura e interpretação das informações veiculadas deve adquirir capacidade para calcular, pensar em termos de média, percentuais, assim como ler e escrever. Nesse âmbito, a cidadania é tão necessária quanto as informações estatísticas expostas pela mídia seja ela escrita ou falada.

Pelo resultado obtido através das análises feitas faço em seguida inferências sobre o uso de tabelas, gráficos e das duas formas simultaneamente pela obra selecionada.

6.1 QUANTO AO USO DE TABELAS NAS QUESTÕES SELECIONADAS

Tomando como parâmetro a quantidade de tabelas utilizadas pelo referido autor, as quais estão em estudo com a temática meio ambiente, apesar de reconhecer que há vantagem para os alunos nesse ciclo trabalhar com tabelas, também considero um nível fraco de representações semióticas, pois nas quatro questões os dados oferecidos estão basicamente prontos, ou seja, visíveis quanto a suas resoluções.

Essas informações não estão sendo utilizadas para escolher, opinar, decidir em para expandir conhecimento. E isso porque os números, isto é, atribuem um senso de racionalidade para as decisões complexas, exacerbado pela “Crescente sensação de nada pode ser definido como verdade a não ser que seja sustentado por uma pesquisa estatística” (CROSSEN, 1996, p. 11).

Nesse caso, no final da cadeia de informações se encontram os alunos no Ensino Fundamental e a maioria deles supostamente não possuem sequer noções básicas de estatísticas. Como resultado, essas informações veiculadas nessas representações não

poderão desenvolver confiança, nem ferramentas necessárias para analisar o que é proposto. Acredito que, mesmo admitindo que saibam o suficiente para desconfiar de alguns resultados após as resoluções, em geral, se encontram sem defesas.

6.2 QUANTO AO USO DE GRÁFICOS NAS QUESTÕES SELECIONADAS

No que se refere à utilização de gráficos nas oito questões em estudo o referido autor utiliza uma grande variedade, pois se sabe que atualmente os gráficos estão cada vez mais sendo utilizados e seu sucesso é tão grande, que basta abrir um jornal, ou mesmo assistir televisão e observar a diversidade de formas que as informações são descritas de forma pictórica (gráficos de barra, linhas, circulares, diagramas de Venn, diagrama de fluxo, diagrama de árvores, pictogramas).

Essas representações semiotizadas constituem um método efetivo de comunicação, uma vez que são delas que se tira partido efetivo dos mecanismos cognitivos, especialmente da percepção. O referido autor utilizou os gráficos com a temática meio ambiente em detrimento às outras formas de representação não pictóricas, isso poderia ser explicado pelo fato deste tipo de representação ser visivelmente mais prazerosa, ou mesmo sugerindo para que os professores sob o meu ponto de vista que as utilizem cada vez mais em suas aulas os formatos gráficos pelo fato de apresentarem a informação de maneira amena para que os alunos percebam e raciocinem mais facilmente sobre a informação veiculada.

Normalmente, a representação gráfica é utilizada extensivamente para transmitir informação quantitativa e o referido autor faz de forma eficiente. As relações entre os dados são rapidamente perceptíveis devido ao enorme poder visual-cognitivo para perceber não exclusivamente padrões geométricos, mas também detalhes específicos.

Portanto, na sociedade altamente tecnológica essas representações semiotizadas possibilitam nos alunos nesse ciclo habilidades para, dentre outras coisas compreender, interpretar e generalizar a forma com que os dados são apresentados. Embora, se sabe que em algumas situações as representações gráficas são utilizadas

de maneira tendenciosas, e vulneráveis a manipulação para formar opiniões imprecisas da realidade.

Apesar do sucesso dessas representações semiotizadas nesse ciclo, nem todos os alunos conseguem extrair informações e captar as mensagens nelas contidas, pois para alguns o entendimento é bastante limitado. Baseado na teoria de Duval que os alunos quanto mais transitarem entre os dados acontecerá a aprendizagem, porém muitos apresentam dificuldades quando são solicitados para alternarem diferentes tipos de representações, outros não conseguem utilizar essas representações para comunicar ou para extrair informações; outros não conseguem transpor o que aprenderam sobre gráficos, nas aulas de matemáticas, para outras disciplinas.

Se, de um lado reconheço a importância das representações gráficas, de outro, também reconheço a dificuldade enfrentada pelos alunos nas leituras. Sobremaneira, mostra a necessidade de desenvolver estudos visando além da aprendizagem matemática, a compreensão dos diversos aspectos que envolvem a construção e a interpretação de gráficos, bem como os processos cognitivos envolvidos no momento que são extraídas as informações.

6.3 QUANTO AO USO SIMULTÂNEO DE TABELAS E GRÁFICOS NAS QUESTÕES SELECIONADAS

O referido autor de forma mais restrita, visto pela quantidade de questões utilizadas simultaneamente com tabelas e gráficos, limita-se com a temática meio ambiente ampliando o que é proposto pela teoria de Duval, ou seja, o trânsito entre as formas de representações semiotizadas.

Dentre outros fatores já mencionados anteriormente que interferem no ensino e a aprendizagem de matemática, baseados em Duval a relevância dessas representações e a abrangência do tema, quanto ao uso de tabelas e gráficos, estas questões possibilitaram o trânsito entre as representações, de maneira que pode contribuir para a discussão e inferências do professor sobre a temática.

A tabela coloca em pauta a informação limitada pela forma de representação e a sua vulnerabilidade enquanto aluno, a segunda é a partir das habilidades desenvolvidas leitura de gráfico é possível conscientizar da necessidade desse contexto emergencial no planeta, de forma a adotar posturas ou medidas capazes de conduzir os alunos a reflexão e a adotar posicionamentos críticos capaz de verificar a veracidade das informações antes de tomar decisões e, conseqüentemente um melhor cidadão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da necessidade de possibilitar aos estudantes a leitura e interpretação gráfica, face à crescente importância da informação veiculada quantitativamente nas representações semiotizadas graficamente no cotidiano das pessoas, os livros didáticos avaliados pelo MEC e colocados a disposição dos professores pelo Guia do PNLD/2005 vem redobrando esforços tanto na quantidade de questões, tanto na busca de fatores intervientes no processo de ensino e de aprendizagem de conteúdos matemáticos contemplados no bloco da informação – estatística – quanto na implementação de diretrizes norteadoras na aprendizagem matemática.

Segundo os PCN de Matemática, a finalidade – bloco da informação – do destaque é evidenciar sua importância, em função de seu uso atualmente na sociedade, além de desenvolver habilidades de solucionar problemas, interpretando e criticando resultados acerca do contexto na situação, até mesmo porque nesse conteúdo aflora o raciocínio quanto a possíveis conclusões a partir das representações gráficas, e sustentado na teoria de Duval quanto a aprendizagem de conceitos matemáticos, utilizando tanto tratamento quanto as conversões, nessa perspectiva validando conjecturas.

Assim, o papel do bloco da informação vem ao encontro dessas finalidades e o presente estudo teve como objetivo contribuir nessa discussão, discutindo as resoluções, diferentes formas de representações utilizados pelo autor, conteúdos matemáticos que interferem na leitura e interpretação das tabelas e gráficos veiculados nos livros didáticos e, as possíveis inferências que possam favorecer a compreensão dos alunos quando do estabelecimento das relações cognitivas entre o conhecimento matemático e o meio ambiente.

O número de questões utilizando a temática meio ambiente na coleção em destaque para o Ensino Fundamental, está muito longe do desejável para essa região. A utilização em grande escala dessas representações semiotizadas possivelmente atingiria um nível razoável de estudantes e acredito que o papel além de social da matemática poderia elevar a patamares maiores sustentados pela teoria

de Duval, devido a importância dessas representações, indo ao encontro das cobranças de um mundo permeado pela informação. Assumo que, há muito trabalho a ser feito na busca do desenvolvimento tanto estaticamente quanto a mudanças atitudinais em relação ao meio ambiente tendo como suporte o livro didático.

É notório que o autor selecionado poderia ter utilizado mais questões com contextos amazônicos, embora já referido como critério de escolha entre as obras ofertadas pelo PNLD e pelas riquezas das representações gráficas, utilizou pouca quantidade para discussão especialmente no ênfase do desmatamento, tendo em vista seu potencial quanto estimulador a conscientização em relação ao meio ambiente, principalmente na nossa região.

Faz-se necessário, também utilizar mais questões com o uso simultâneo de tabelas e gráficos para que os estudantes possam fazer as conversões, ou seja, sair de uma forma de representação e passar para outra enquanto instrumento de aprendizagem e sua linguagem própria, possibilitando escolher qual seria o melhor caminho para sua efetivação e, também para que venham a perceber os padrões não explícitos nessas formas de representações, entender a mensagem, a fim que os tornem capacitados para a leitura adequada da informação veiculada, evitando assim uma leitura indisciplinada e acrítica nessas formas de representação.

É necessário a implementação de estratégias nas questões que visem o desenvolvimento positivo quanto ao contexto, da importância dessas representações, do conteúdo estatístico enquanto instrumento auxiliar e interdisciplinar as áreas do conhecimento, seja na educação sistematizada, cientificamente ou mesmo para servir de base profissional, bem como fruto da realidade estudantil nesse ciclo de ensino.

Finalmente, deve-se reconhecer que nas análises feitas os resultados encontrados no presente estudo podem ser promissores a estimular a trabalhos similares voltados para nossa região. Devo reconhecer, também que este trabalho tem como objetivo colocar em expoente o meio ambiente e sua relação com o ensino da matemática, tendo mais um caráter exploratório, portanto, faz-se necessário de estudos mais aprofundados objetivando apurar especificidades encontradas nas relações cognitivas, na perspectiva de desenvolver instrumentos que melhorem o processo de

ensino e aprendizagem da matemática.

REFERÊNCIAS

BATISTA, A.A.G. Um objeto variavel e instavel: textos, impressos e livros didáticos. In: ABREU, M. (org.). **Leitura, história e história e leitura**. São Paulo: Papesp, 1999.

BITTAR, Marilena. **Fundamentos e metodologia de matemática para os ciclos iniciais do ensino fundamental**. 2 ed. Campo Grande, MS: UFMS, 2005.

BONETTO, Giácomo Augusto. **A construção da representação gráfica e o seu papel no ensino das funções**: uma visão histórica. Dissertação (Mestrado em Educação) Campinas, SP: 1999.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988.

_____. Lei nº 9.394. Lei de diretrizes e bases da educação nacional. Brasília: MEC, 1996.

_____. Secretaria de Ensino Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Matemática (5ª a 8ª séries)**. Brasília: MEC/SEF, 1996.

_____. **Parâmetros curriculares nacionais**: introdução aos parâmetros curriculares nacionais. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC, 1998a.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC, 1998b.

_____. **Parâmetros curriculares nacionais**: Temas Transversais. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC, 1998c.

_____. **Parâmetros curriculares nacionais**: apresentação dos temas transversais, ética. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC, 1998d.

_____. **Princípios e critérios para a avaliação de livros didáticos de 5ª a 8ª séries do ensino fundamental** – PNLD/2000. Brasília: MEC/SEF, 2000.

BRASIL. **Guia dos livros didáticos 2004**: v. 1: caderno de apresentação. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Infantil e Fundamental, 2004a.

_____. **Guia dos livros didáticos 2005**: v. 3: Matemática. – Brasília. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Infantil e Fundamental, 2004b.

BUEHRING, Roberta Schnorr. **Análise de dados no início da escolaridade**: uma realização de ensino por meio dos registros de representação semiótica. Dissertação. Mestrado em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

CALDEIRA, Ademir Donizetti. **Educação matemática e ambiental**: um contexto de mudança. Tese. Doutorado em Educação Matemática da UNICAMP, São Paulo, 1998.

CARVALHO FILHO, Sérgio de. **Estatística básica**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CARAÇA, B.J. **Conceitos fundamentais de matemática**. Lisboa: Gradiva, 2000.

CARZOLA, Irene Maurício. **A relação entre a habilidade viso-pictórico e o domínio de conceitos estatísticos na leitura de gráficos**. Tese (Doutorado). Campinas, SP: 2002.

CATTO, Glória Garrido. **Registros de representação e o número racional**: uma abordagem nos livros didáticos. Dissertação. Mestrado em Educação Matemática da PUC/SP, 2000.

CIFUENTES, José Carlos. A transversalidade e a educação matemática. In: MENEGUITTI, Renata Cristina Geromel (org.). **Educação matemática**: vivências refletidas. São Paulo: Centauro, 2006.

CROSSEN, C. **O fundo falso das pesquisas**: a ciência das verdades torcidas. Rio de Janeiro: Revan, 1996.

DANTE, Luiz Roberto. **Tudo é matemática**: livro do professor. São Paulo: Ática, 2004.

(Obra em 4 volumes para alunos de 5ª a 8ª séries).

DUVAL, Raymond. **Registre de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée**. Annales de Didactique et de Sciences Cognitives. Strasbourg: IREM – ULP, 1993.

DUVAL, Raymond. **Semiosis y pensamiento humano: registros semióticos aprendizajes intelectuales**. 2 ed. Santiago de Cali: Universidade del Valle, 1995.

_____. Conversion et articulation des représentations analogiques. In: **Anais... Séminaires De Recherché “Conversion et articulation des représentations”**. V. I. Éditeur Raymond Duval, IUFM Nord-Pas de Calais, 1998.

_____. Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. In: MACHADO, Silvia Dias Alcântara (org.). **Aprendizagem em matemática: registros de representação semiótica** Campinas, SP: Papyrus, 2003.

CLARET, Martin. **A obra-prima de cada autor**. São Paulo: Martin Claret, 2003.

FLORES, Cláudia R, MORETTI, Mérciles T. O funcionamento cognitivo e semiótico das representações gráficas: ponto de análise para a aprendizagem matemática. **Anais... 28ª Reunião da ANPED: Caxambu, MG, 2005**.

FREITAG, Bárbara. **O livro didático em questão**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 1993.

GEORGE, Pierre. **O meio ambiente**. Lisboa: Edições 70, 1998.

GODOY, Luiz Felipe Simões de. **Registro de representação da noção de derivada e o processo de aprendizagem**. Dissertação. Mestrado em Educação Matemática da PUC/SP, 2004.

GUIMARÃES, Mauro. **A dimensão ambiental na educação**. Campinas, SP: Papyrus, 1995.

MACHADO, Nilson José. **Matemática e realidade**. São Paulo: Cortez, 1987.

MENEGHETTI, Renata Cristina Geromel (org.). **Educação matemática: vivências**

refletidas. In: _____. **Pensando uma filosofia da educação matemática à luz da história e da filosofia da matemática**. São Paulo: Centauro, 2006.

MOLINA, Olga. **Quem engana quem: professor x livro didático**. Campinas, SP: Papyrus, 1987.

REIGOTA, Marcos. **O que é educação ambiental**. São Paulo: Brasiliense, 2004.

SANTAELLA, L. **O que é semiótica**. São Paulo: Brasiliense, 1999.

SILVA, Carlos Antonio da. **A noção de integral em livros didáticos e os registros de representação semiótica**. Dissertação. Mestrado em Educação Matemática da PUC/SP, 2004.

SOUZA, Antonio Carlos Carrera de. Educação matemática e a questão ambiental. **Temas & Debates**, n. 5, ano VII, 1994.

UNESCO. **Educação para um futuro sustentável: uma visão transdisciplinar para uma ação compartilhada**. Brasília: IBAMA, 1999

WUO, W. **A física e os livros: uma análise do saber físico nos livros didáticos adotados para o ensino médio**. Dissertação. Mestrado em Educação Matemática da PUC/SP, 1999.

YUS, Rafael. **Temas transversais: em busca de uma nova escola**. Porto Alegre: Artmed, 1998.