

CENTRO UNIVERSITÁRIO PLÍNIO LEITE

ALEXANDRE SILVA DA CUNHA

**ÁGUA COMO TEMA GERADOR:
UMA CONTRIBUIÇÃO AO ENSINO DE MATEMÁTICA E À EDUCAÇÃO AMBIENTAL.**

**Niterói
2009**

CENTRO UNIVERSITÁRIO PLÍNIO LEITE

ALEXANDRE SILVA DA CUNHA

**ÁGUA COMO TEMA GERADOR:
UMA CONTRIBUIÇÃO AO ENSINO DE MATEMÁTICA E À EDUCAÇÃO AMBIENTAL.**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Centro
Universitário Plínio Leite como requisito parcial para a
obtenção do título de Mestre.

ORIENTADORA: Prof. Dra. Rose Mary Latini.

Niterói
2009

ALEXANDRE SILVA DA CUNHA

**ÁGUA COMO TEMA GERADOR:
UMA CONTRIBUIÇÃO AO ENSINO DE MATEMÁTICA E À EDUCAÇÃO AMBIENTAL.**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Centro
Universitário Plínio Leite como requisito parcial para a
obtenção do título de Mestre.

Aprovado em ____ de _____ de 2009.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Rose Mary Latini (orientadora)
Centro Universitário Plínio Leite

Prof. Dra. Luiza Rodrigues de Oliveira
Centro Universitário Plínio Leite

Prof. Dr. Augusto César de Castro Barbosa
Instituto de Matemática e Estatística (UERJ)

Dedico este trabalho aos meus familiares,
principalmente a minha esposa e meu filho,
pelo apoio recebido.

Agradecimentos

A Deus – que me deu forças a prosseguir;

À minha orientadora – por sua sublime
dedicação e paciência;

À amiga Geizi Fernandes de Souza – que
me incentivou a fazer este estudo;

Aos meus professores e colegas pela
caminhada solidária.

RESUMO

O presente trabalho de pesquisa teve como objetivo discutir o tema ambiental Água, ligado ao cotidiano do aluno e transversalizado ao ensino de matemática. A partir de então, busca-se compreender possíveis contribuições à aquisição de conhecimento matemático e do caráter crítico-transformador perante a realidade socioambiental, o que possibilitaria ao aluno promover seu senso de tomada de decisão em seu (re)pensar o relacionamento com a natureza. Dessa forma, os conteúdos de matemática foram definidos com a participação dos alunos e a partir de um contexto que tem a Água como tema gerador e a realidade concreta dos mesmos, como germinadora de situações-problema, promovendo-os, assim, a sujeitos e pesquisadores do processo ensino-aprendizagem junto ao professor. Isto configura uma prática diferenciada da 'bancária' e caracteriza a pesquisa como Participante, sendo os dados aqui fatos e falas que foram surgindo durante a prática, analisados de forma qualitativa. A pesquisa teve como cenário uma escola da rede pública de ensino da cidade do Rio de Janeiro, localizada na periferia do Complexo da Maré e foi trabalhada junto a alunos de uma turma de 9º ano, com média de idade 14 anos, onde 88% dos mesmos não pagam pela água que consomem. Para melhor compreensão e análise dos dados obtidos, fizemos uma breve trajetória através da história da matemática, conhecendo o percurso que a fez constituir-se como ciência, sua caracterização como disciplina escolar no Brasil e os principais movimentos de modernização envolvendo seu ensino; além da discussão em torno da concepção crítica da educação ambiental. Os resultados apontam a prática adotada como facilitadora do aprendizado significativo dos conteúdos de matemática trabalhados, além de uma ampliação acerca do conceito de Água, promovida pela superação da consciência ingênua sobre o tema, em direção a um processo de conscientização, alicerçado por bases que integram aspectos sociais, políticos, econômicos e culturais.

Palavras-chave: Água; Educação Ambiental Crítica; Ensino de Matemática; Tema Gerador.

ABSTRACT

The present research aimed to discuss the environmental issue Water connected to students' everyday and transversalized to mathematical education. Thereafter, we attempted to understand the possible contributions to the acquisition of mathematical knowledge and the critical character about the socio-environmental reality, which would allow the student to promote the sense of decision-making in their (re) think the relationship with nature. Thus, the contents of mathematics were defined with the participation of students and from a context that has Water as a generating issue and their concrete reality, as generating of problem situations, promoting them as the subjects and the researchers of the teaching and learning process with the teacher. This sets a different pedagogical practice of 'banking' education practice and characterized the research as participant. The data, here, are the facts and statements that have emerged during practice and they were analyzed qualitatively. This study was made in a public school in Rio de Janeiro. It is located on the periphery of Complexo da Maré and the students are in 9th year of scholarship, mean age 14 years, of which 88 % of them do not pay for water they consume. To better understand and analyze the data obtained, we made a short trajectory through the history of mathematics, knowing the route that made up as science, its characterization as a subject in Brazil and the major movements of modernization involving its teaching. We also made a discussion around the critical conception about the environmental education. The results show the practice adopted as a facilitator of the significant apprenticeship about the mathematics content worked, and an extension of the concept of water, promoted by overcoming the naive consciousness on the subject, toward a process of awareness, supported by bases that make up social, political, economic and cultural aspects.

Keywords: Water; Critical Environmental Education, Mathematical Education; Generating Issue.

LISTA DE TABELAS

1- Tabela 1: Distribuição de carga horária semanal e de conteúdo, de acordo com as séries, no Colégio Pedro II em 1838	20
2- Tabela 2: Simulação de rotinas domésticas com registro de água aberto	69

SUMÁRIO

	Página
Introdução	1
CAPÍTULO 1	
A história da matemática e seu ensino	7
1. Das matemáticas à Matemática: um breve panorama histórico.....	8
1.1. O berço da matemática contemporânea.....	8
1.2. A Matemática no Brasil Colônia - Império.....	12
2. Os principais movimentos de modernização do ensino da matemática.....	24
3. O ensino da Matemática frente aos desafios do século XXI.....	36
CAPÍTULO 2	
O ensino da matemática e o compromisso com a problemática ambiental.....	41
2.1. A problemática ambiental sob a perspectiva da EA crítica.....	42
2.2. Ensino de matemática e a temática ambiental em documentos oficiais.....	45
2.3. O ensino de matemática e a temática Água.....	51
CAPÍTULO 3	
Metodologia.....	55
CAPÍTULO 4	
Relato da experiência.....	63
4.1. A sensibilização.....	64
4.2. A contextualização.....	67
4.3. A conscientização.....	91

4.4. O produto final.....	100
Considerações finais.....	105
Referências.....	108

INTRODUÇÃO

Não é de hoje que se fala da importância de se contextualizar o ensino de matemática à realidade do aluno, promovendo relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, visando uma educação para cidadania. Os Parâmetros Curriculares Nacionais trazem inúmeras sugestões acerca de procedimentos que visam viabilizar tais propostas.

Porém, o ensino da matemática no cotidiano escolar mostra que as raízes do cartesianismo ainda se fazem muito presente, apresentando-se como um obstáculo às sugestões difundidas pelos PCN e de pesquisadores e educadores que defendem um ensino de matemática voltado para a contextualização, rejeição à diversidade e na crença de uma verdade não-absoluta, dando ênfase a uma postura menos simplista no tratamento de questões sociais, políticas e histórico-culturais por parte da matemática.

A matemática como sinônimo da verdade absoluta e capaz de responder e solucionar todos os males da humanidade faz-se presente a partir da Revolução Científica (século XVII), através de Galileu e Descartes. Assumindo o *status quo* de conhecimento completo e universal, a matemática, sob o atributo da racionalidade, começa a explicar o mundo, decompondo o conhecimento em partes e fazendo ver o complexo, partindo do simples.

Segundo Claretto & Sá (2006, pp. 6; 8),

Esta Matemática é aquela hoje incorporada aos currículos escolares, tida como a verdadeira e a única a dar conta da realidade na qual vivemos. Mais do que isso, ela é vista como a representação da própria realidade, um seu correlato(...). Assim, teríamos perdido nossa capacidade criadora escondendo-nos da vida atrás da máscara da segurança.

As autoras reafirmam o caminho contrário percorrido pela escola, no que diz respeito a um ensino de matemática que promova a emancipação do sujeito, quando enfatizam a

racionalidade cartesiana também presentes nos currículos, que se apresentam de forma linear, na qual “ o aluno precisa saber isso senão não consegue aprender aquilo”. E completam afirmando que:

Os saberes postos nos currículos são compreendidos como verdades eternas, pré-existentes ao ser humano e, portanto, imutáveis. O aluno é visto como um ser pensante, um ser racional que apreende a racionalidade do mundo. O papel da escola é, pois, formar a mente, disciplinar o espírito. Todo e qualquer sentimento, sensação, emoção, intuição, que não seja intelectual, deve ser execrado. (...) a escola não se constitui em um espaço em que o aluno, sobretudo das classes populares, se reconheça. Constitui-se, ao contrário, como um espaço autoritário, não reconhecedor das diferenças. (op. cit., 2006, pp. 11; 12)

Temos assim, um ensino de matemática que, na maioria das vezes ao invés de promover a cidadania, promove a exclusão, a rejeição e as diferenças. Adotado sob a concepção “bancária” (FREIRE, 2005), alunos e professores tornam-se vítimas de forças opressoras, que se utilizam dos paradigmas formadores da atual sociedade para se manterem no poder.

Silva (2007, pp. 5-9), em pesquisa realizada com estudantes universitários do estado de Santa Catarina, mostra a representação dos estudantes sobre a Matemática. Dentre as concepções levantadas, percebeu-se grande resistência à Matemática e evidenciou-se sua relação com fatores de poder, condicionamento social e individualismo. Além disso, segundo a autora, “é presença constante nas respostas o caráter da Matemática enquanto conteúdo formal a ser transmitido, em detrimento de seu caráter de conhecimento socialmente elaborado”, o que é explicável visto a forma que se pratica a matemática no ensino básico.

A autora conclui a pesquisa dizendo que:

As respostas dos acadêmicos apresentam em sua maioria características tradicionais da Matemática e de seu ensino, com poucas manifestações acerca de concepções defendidas em tendências pedagógicas e educacionais mais recentes. (SILVA, op. cit., p.11)

Dentre os que defendem a Educação Matemática, não é difícil encontrarmos aqueles que apesar de proporem uma matemática para cidadania, não conseguem romper por completo com o *status* que a mesma lhe confere, praticando a diferença e o autoritarismo entre os saberes, ao vêem o ato de educar como sendo a intervenção de um sobre o outro; sendo o outro o aluno que, de forma passiva, deixa-se educar e aprender, como se o processo ensino-aprendizagem pudesse ser unilateral.

Por outro lado, o agravamento da crise ambiental pelo mundo faz surgir documentos que evidenciam a importância da Educação Ambiental e sua forma transversalizada ao ser tratada nas escolas. Tais documentos exigem dos educadores formar cidadãos capazes de tomar decisões frente às questões ambientais que levem a uma melhor qualidade de vida local e global.

No Brasil, a partir da década de 90, inúmeras foram as ações e reflexões em nome de uma educação ambiental. Esta por sua vez, apesar de ser discutida por campos de interesses distintos – político, econômico, social e cultural – apresenta-se muitas vezes alheios a esses, forjando ao olhar ‘leigo’ uma unicidade e uma simplicidade calcadas no reducionismo racional, que só interessa aos detentores do poder.

Segundo Leff (2007, pp.11-13), “a crise ambiental é uma crise do conhecimento”. Conhecimento que emerge de uma civilização, também em crise, que baseia-se em uma racionalidade teórica e instrumental, que tem a Ciência como seu centro de gravidade.

Completa dizendo que,

Apreender a complexidade ambiental implica um processo de desconstrução e construção do pensamento; remete-nos às suas origens, à compreensão de suas causas; implica considerar os ‘erros’ da história que se enraizaram em certezas sobre o mundo com falsos fundamentos; descobrir e reavivar o ser da complexidade que foi ‘esquecido’ com o surgimento da cisão entre o ser e o ente (Platão), do sujeito e do objeto (Descartes), para apreender o mundo coisificando-o, objetivando-o, homogeneizando-o. (LEFF, op. cit., pp. 191;192)

Logo, não nos adiantaria transversalizar a educação ambiental pautada em bases conservadoras.

Portanto, acreditamos que tanto o Ensino de Matemática, quanto a Educação Ambiental, para que possam contribuir para a formação do sujeito crítico e emancipado em suas relações sociais e conseqüentemente em harmonia com o ambiente em que vive, necessitam estar subsidiados por uma prática pedagógica que leve esse sujeito a compreender a complexidade existente em suas relações.

Este estudo tem como proposta discutir uma temática ambiental ligada ao cotidiano do aluno, neste caso a Água, transversalizada ao ensino de matemática, utilizando-se de uma abordagem contextualizada e participativa no tratamento dos conteúdos de matemática, analisando de que forma a experiência aqui relatada a partir de um tema gerador, seria capaz de contribuir não só para a aquisição de conhecimentos matemáticos, como vice-versa, permitindo ao educando uma aprendizagem significativa e um caráter crítico-transformador perante a realidade socioambiental. Além disso, visa promover o senso de tomada de decisão na formação dos alunos em seu (re)pensar o relacionamento com a natureza.

Concluimos que o método Tema Gerador, de Paulo Freire, seria o mais apropriado para nossa prática pedagógica, por estar subsidiado pela Teoria Crítica e assim, atenderia aos anseios de nossa pesquisa.

Nossa decisão teve como suporte teórico D'Ambrósio e os PCN, quando defendem um ensino de matemática associado à realidade concreta do aluno, de forma que seu aprendizado seja significativo. Em autores como, Guimarães, Loureiro e outros, ao defenderem uma educação ambiental não-conservadora, capaz de promover a transformação da realidade socioambiental, a partir das ações individuais e coletivas do sujeito. E no trabalho de Tozoni-Reis, ao defender que temas ambientais sejam trabalhados como temas geradores.

A pesquisa foi realizada junto a alunos do 9º ano de uma escola municipal da cidade do Rio de Janeiro, onde o autor atua ministrando a disciplina de matemática. A escola está situada na periferia do Complexo da Maré, este formado por um conjunto de 16 favelas, onde aproximadamente 88% dos alunos são moradores de alguma favela que pertence ao Complexo ou que se encontra nas proximidades da escola.

No primeiro capítulo, procuramos entender um pouco do processo de constituição da matemática enquanto disciplina escolar no Brasil, e a partir daí, compreendermos seus métodos de ensino. Para isto, fizemos um breve panorama histórico, retornando ao berço da matemática contemporânea, passando pelo Brasil Colônia e Império e pelos principais movimentos que o ensino da matemática atravessou. Por fim, discutimos propostas para um ensino de matemática frente aos desafios do século XXI.

No segundo capítulo, abordamos que perspectiva da Educação Ambiental transversalizaríamos em nosso trabalho de sala de aula e a relação de compromisso

existente entre o ensino de matemática e os problemas ambientais em que a sociedade vivencia.

Nesse sentido, discutimos a problemática ambiental sob o viés da Educação Ambiental crítica, analisamos propostas de transversalização do tema ambiental ao ensino de matemática em documentos oficiais e concluímos o capítulo, discutindo o tema Água junto ao ensino de matemática.

No terceiro capítulo, apresentamos a metodologia empregada em nossa pesquisa, em que explicitamos nosso referencial teórico, além de deixar claro que tipo de abordagem a pesquisa se propôs e sua forma de coleta e análise de dados.

No quarto capítulo, transcrevemos o relato de nossa experiência em sala de aula, quando tratamos o tema Água como tema gerador do conhecimento matemático, onde discutimos os processos pelos quais cada conteúdo proposto para o período da pesquisa foi definido e analisamos falas dos alunos junto ao referencial teórico. O capítulo traz ainda o produto final desta dissertação, que tem por objetivo oferecer ao professor de matemática um material que o auxilie na transversalização de um tema ambiental junto aos conteúdos de sua disciplina, atendendo assim, as sugestões oferecidas pelos PCN e as determinações da lei que dispõe sobre a Educação Ambiental no Brasil.

Finalizamos nosso trabalho de pesquisa com as considerações acerca das contribuições que esta prática proporcionou ao ensino de matemática e à educação ambiental.

CAPÍTULO I

A HISTÓRIA DA MATEMÁTICA E SEU ENSINO

Ao elaborarmos este capítulo, fomos movidos pela concepção de D'Ambrósio sobre a importante relação existente entre a história da matemática e o seu ensino.

Uma percepção da história da matemática é essencial em qualquer discussão sobre a matemática e o seu ensino. Ter uma idéia, embora imprecisa e incompleta, sobre por que e quando se resolveu levar o ensino da matemática à importância que tem hoje são elementos fundamentais para se fazer qualquer proposta de inovação em educação matemática e educação em geral. (D'AMBRÓSIO, 2007, p.29)

Assim, iniciaremos o capítulo fazendo um retrospecto sobre as origens dos primeiros indícios de conhecimento matemático que inspirou a matemática contemporânea. Para isto, retornaremos ao Egito Antigo e ao Vale Mesopotâmico, seguindo uma cronologia historicamente aceita; logo após, iremos até o Brasil Colônia procurando entender um pouco da dinâmica de transferência do conhecimento matemático oriundo da metrópole (D'AMBRÓSIO, 1999, p.7).

Em seguida, passaremos por movimentos que acreditamos terem sido importantes para as discussões em torno do ensino da matemática. Finalizamos discutindo propostas para o ensino de matemática que acreditamos terem um caráter crítico e emancipatório, logo transformador, possibilitando assim a formação de cidadãos capazes de enfrentar os desafios do novo século.

1. Das matemáticas à Matemática: um breve panorama histórico.

Apesar da matemática ser caracterizada por sua exatidão, quando falamos de suas origens, seja da aritmética, seja da geometria, qualquer afirmação que beire uma exatidão estaria fadada a controvérsias. Sendo assim, incorreríamos em erros quer precisarmos se as primeiras formas de pensar matematicamente originaram-se da contagem (aritmética), ou da observação dos formatos (geometria) ou se a própria motivação pelo conhecimento matemático teria surgido da necessidade prática ou de rituais religiosos. Enfim, não podemos usar de conjecturas para precisarmos o que levou os nossos ancestrais a contar, medir e desenhar. O que sabemos é que o ‘pensar matemático’ já existia.

1.1. O berço da matemática contemporânea.

Para melhor compreendermos as evidências desse ‘pensar matemático’, faremos uso dos trabalhos de Boyer (1996) e D’Ambrósio (2007).

As primeiras evidências históricas do conhecimento sobre a matemática advêm das civilizações que ocuparam as margens do rio Nilo (Egito antigo), e o Vale Mesopotâmico, entre os rios Tigre e Eufrates. Os egípcios formavam um Estado organizado, com uma população pacífica, que apesar de ocuparem uma região hostil e árida, tinham uma elevada produção agrícola as margens do Nilo. Usavam um sistema de numeração decimal através de símbolos hieroglíficos que depois foram substituídos pela escrita hierática encontrada nos papiros. Era nítida a habilidade dos egípcios de contar e medir. As principais fontes do conhecimento matemático herdadas do Egito antigo, provém do papiro Rhind ou de

Ahmes¹ (2000 a.C.) e do papiro de Moscou. Neles encontramos uma aritmética baseada na operação adição e nas frações, unitária e $\frac{2}{3}$. Muitos dos problemas que aparecem no papiro Rhind mostram um conhecimento similar ao da regra de três.

A geometria era representada pelos problemas que envolviam área de figuras planas, além de cálculos associados ao volume da pirâmide. Boyer (1996, pp.11-15), comenta haver nos papiros rudimentos de trigonometria, semelhança de triângulos e problemas aritméticos que não se referem a objetos concretos, assemelhando-se a equações algébricas. Compara os papiros a “manuais destinados a estudantes”, que indicavam “a direção e as tendências do ensino de matemática no Egito”.

Uma ‘matemática’ similar à egípcia era encontrada na região formada entre os rios Tigre e Eufrates – Mesopotâmia. A região foi ocupada por povos distintos, dentre eles os sumérios, povo que obteve grande reconhecimento histórico atribuído à invenção da escrita. Os registros da região mesopotâmica por terem sido escritos em tabletas de barro, eram menos vulneráveis ao tempo que os papiros egípcios, motivo pelo qual se tem hoje mais informações sobre a matemática da Mesopotâmia do que a do Egito.

As tabletas mostram uma matemática muito voltada para casos específicos e formulação de problemas, semelhante aos papiros egípcios. O sistema de numeração era sexagesimal e as operações de multiplicar e dividir apresentavam processos mais simples de resolução que os utilizados pelos egípcios. Além disso, era comum a presença de algoritmos na resolução de problemas aritméticos, como os de raízes quadradas.

Boyer (1996, pp. 24-27) salienta a importância da tableta conhecida por Plimpton nº 322, que mostra evidências de um conhecimento sobre trigonometria e seqüências

¹ O mais extenso dos de natureza matemática é um rolo de papiros com cerca de 0,30m de altura e 5m de comprimento. (BOYER, 1996, p.8)

numéricas; também chama atenção à geometria empregada, pois além de problemas envolvendo cálculo de áreas, volume de cones e pirâmides, o conceito do teorema de Pitágoras aparece inúmeras vezes. Os povos mesopotâmicos apresentavam um extraordinário conhecimento algébrico comparado aos egípcios, pois já dominavam conceitos de equações quadráticas e cúbicas. Tal interesse pela álgebra, faz surgirem indagações sobre o mero fim utilitário associado à matemática mesopotâmica.

A matemática abstrata – baseada em regras e explicações – surgiria através da antiga civilização grega, mas não substituiria a chamada ‘matemática utilitária’. Devido a proximidade territorial, muitas das descobertas matemáticas atribuídas aos gregos, teriam suas bases oriundas do Egito e Mesopotâmia. Esse período da humanidade representou tanto para o avanço das ciências, em especial à matemática, além do surgimento da filosofia, que se adotou chamá-lo de Era Helênica, associação feita a Helênico, como eram conhecidos os antigos gregos.

Os primeiros nomes a representar a Era Helênica foram Tales de Mileto (640-548 a.C.) e Pitágoras de Samos (582-497 a.C.). Porém, Boyer (1996, p.31) afirma que “não sobreviveu nenhuma obra de qualquer um deles, nem se sabe se Tales ou Pitágoras jamais compuseram tal obra”, e completa dizendo que “o que fizeram deve ser reconstruído com base numa tradição, não muito digna de confiança”. A atribuição ou não a Tales de descobertas como a de semelhança de triângulos, a igualdade entre pares de ângulos opostos formados por retas concorrentes, entre outras, é insignificante; da mesma forma diríamos em relação a Pitágoras, e o teorema que recebeu o seu nome. Para o desenvolvimento da matemática, o mais importante foi o legado atribuído a esse período.

Para Boyer (1996, p.42),

(...) Tales é freqüentemente chamado o primeiro matemático, e Pitágoras é conhecido como o pai da matemática. A extensão em que aceitaremos tais atribuições literalmente, em vista da falta de provas documentárias, dependerá de nossa confiança na tradição. É evidente que a tradição pode ser muito inexata, mas é raro ser totalmente mal orientada.

A contribuição grega para o desenvolvimento da matemática estava só começando. Após Tales e Pitágoras, a Grécia apresentaria ao mundo os filósofos – Sócrates, Platão e Aristóteles. Dos três, Platão foi o que mais contribuiu para o desenvolvimento da matemática, apesar de ter sido discípulo de Sócrates, que repudiava a escola pitagórica. Contudo, a contribuição de Platão, segundo Boyer (op. cit., p.58), foi mais significativa no tocante à guiar e inspirar as atividades matemáticas da época, chegando a ser intitulado “o criador de matemáticos”. A escola platônica de Atenas tornar-se-ia o centro de referência nas pesquisas em matemática. No final do século IV a.C., a obra *Os elementos*, de Euclides de Alexandria (323-285 a.C.), ganharia tanta visibilidade que mais tarde tornaria-se um ‘divisor de águas’ para a geometria, em ‘geometria euclidiana’ e ‘geometria não-euclidiana’. Segundo Boyer (1996, p.72) e D’Ambrósio (2007, p.36), Euclides teria sido apenas o organizador da obra *Os elementos*, que teria reunido todo o conhecimento matemático até então pesquisado na Grécia, não tendo acrescentado nenhum conhecimento novo. Boyer completa: “*Os elementos*, não eram, como se pensa as vezes, um compêndio de todo o conhecimento geométrico; ao contrário, trata-se de um texto introdutório cobrindo toda a matemática *elementar*”. Além de Euclides, Apolônio e Arquimedes também deixaram importantes contribuições à matemática.

Percebemos nesse primeiro momento de nossa trajetória que a transmissão do conhecimento matemático surgiu a partir de situações-problema, provavelmente com fins

utilitários, levando a crer que o aprendizado se dava através do estímulo a curiosidade, indo além da mera adaptação do sujeito ao meio, mas sobretudo para transformar e intervir em sua realidade.

1.2. A Matemática no Brasil Colônia - Império.

Através dos trabalhos de D'Ambrósio (1999), Silva (2003) e Valente (2007) nos reportaremos ao Brasil Colônia, conheceremos esse momento de nossa história, os fundamentos que levaram a implantação do ensino da Matemática no Brasil, como esse ensino era praticado nas escolas e seu desenvolvimento até o surgimento dos primeiros cursos de matemática em nível de graduação.

Segundo D'Ambrósio (1999; pp.7-37), “no curso do século XX houve uma abertura da academia a novas formas de saber e de fazer, ...”. Esta afirmativa deve-se às transformações ocorridas nas antigas colônias européias em relação à arte, literatura, medicina, entre outras. Porém em relação à ciência, em especial à matemática, as tímidas mudanças não atingiram o cenário mundial, pois não tiveram acesso ao ambiente acadêmico, sendo mantida a Matemática da época colonial.

No Brasil colônia, os documentos que faziam referência às terras recém descobertas não relatam os conhecimentos matemáticos entre os indígenas. A preocupação dos que aqui chegaram era com a língua dos nativos, tendo os jesuítas a responsabilidade de ensinar a língua portuguesa. Porém, dentre os mesmos, alguns padres se destacavam pela excelência em Matemática, como os padres Valentin Stancel S. J. e Bartolomeu de Gusmão.

Percebemos com isso que, a prática de oprimir através do saber data de nossas origens. O processo ensino-aprendizagem de nossos nativos não levou em consideração

seus saberes e sua cultura, método não muito diferente dos empregados atualmente em nossas salas de aula.

De acordo com Silva (2003, p.23), através da Companhia de Jesus são fundadas as primeiras escolas no Brasil, conhecidas como escolas de primeiras letras, pois tinham o caráter de ensinar a ler e escrever. As duas primeiras escolas fundadas em Salvador e Rio de Janeiro, respectivamente nos anos de 1549 e 1550, não ensinavam conteúdos de matemática. No ano de 1572, no Colégio de Salvador, mantido pelos inacianos², surge o primeiro curso de Artes, onde segundo Silva (op. cit., p.14) o curso tinha duração de três anos e os alunos que ao final recebiam o grau de bacharel ou licenciado, estudavam matemática, lógica, física, metafísica e ética. Porém, o ensino de matemática avançava muito pouco, além das operações básicas já ministradas nas primeiras escolas. Silva completa dizendo que os colégios administrados pelos jesuítas no Brasil tinham como principal propósito o ensino religioso, e a “formação científica era um meio para alcançar tal fim”.

Valente (2007, p.32) cita o jesuíta alemão Clavius como sendo importante na promoção da Ciência na Companhia de Jesus. Matemático e astrônomo, Clavius tornou-se membro da Companhia em 1580, onde a partir de então assumiu a difícil tarefa de elevar as matemáticas³ ao *status* científico dentro da instituição. Difícil tarefa, pois nessa época a filosofia de Aristóteles (Física) possuía esse status. Clavius ganharia importância no cenário do ensino da matemática no Brasil colônia quando, segundo Valente (op. cit., p.30), foram encontrados na biblioteca dos jesuítas do Rio de Janeiro livros de matemática de sua

² Membros da Companhia de Jesus, ordem religiosa fundada por Inácio de Loiola. SILVA (2003, p.23)

³ Como era chamada a reunião dos conhecimentos de geometria, aritmética e posteriormente, álgebra. VALENTE (2007, p.88)

autoria. Outros autores jesuítas também tiveram seus livros utilizados nas escolas brasileiras como: Stafford, Kircher e Boscovich.

Apesar de vários jesuítas terem figurado no cenário mundial como estudiosos das ciências matemáticas, no que diz respeito à matemática escolar ensinada nos colégios jesuítas no Brasil, a mesma aparece de forma ‘tímida’ e circunscrita basicamente à aritmética. Valente (2007, pp.32-35) ressalta que alguns aspectos como a dificuldade da matemática se impor como ciência (elementos matemáticos eram utilizados na abertura de cursos como o de física) e a falta de professores, podem ter contribuído para que a matemática dos colégios jesuítas não estabeleça “...uma matriz, uma origem para o desenvolvimento do que posteriormente constituiu a matemática escolar.”

Porém, com o desenvolvimento da colônia, a necessidade de difundir o conhecimento matemático tornava-se cada vez maior. Construção de grandes igrejas e edifícios públicos, além do avanço comercial e a urbanização das novas cidades, exigiam a qualificação de novos profissionais. Contudo, seu ensino continuava restrito aos aspectos prático e técnico. E foi para admissão na carreira militar que foi escrito no Brasil o primeiro livro de matemática, o *Exame de Artilheiro* de José Fernandes Pinto Alpoim, em 1744; seguido do *Exame de Bombeiro*, em 1748, do mesmo autor. Ambas as obras foram impressas em Lisboa e Madri, respectivamente, por não haver imprensa no Brasil nesta época, nem tampouco instituições de ensino superior. As duas obras de Alpoim foram criadas com o propósito muito claro, o de servir como material didático para as Aulas de Artilharia e Fortificações.

Com a preocupação de proteger e defender suas terras, a coroa portuguesa trata de enviar para o Brasil estrangeiros especialistas em cursos militares, onde em 1699 é criada

no Rio de Janeiro a Aula de Fortificações. Contudo, por falta de livros e instrumentos didáticos básicos para a realização do curso, o mesmo após 11 anos, não tinha sido iniciado. Em 1738, José Fernandes Alpoim assume o curso com a missão de formar engenheiros militares capazes de desenhar e fortificar. Para isto, o conhecimento da geometria se tornaria fundamental. Para se entender melhor a importância do curso, todo oficial militar que almejasse ser promovido ou nomeado era obrigado fazê-lo (VALENTE, op. cit., pp. 40-42).

Percebemos que o conhecimento matemático nessa época era restrito a poucos membros da sociedade. Seu aprendizado não apresenta mais o cunho da curiosidade, restringindo-se ao caráter preparatório.

A obra *Exame de Artilheiro* é dividida em três partes onde as duas primeiras são dedicadas a conteúdos de matemática. A primeira trata das operações básicas, servindo de subsídio para a segunda que compreende assuntos de geometria. O nível da matemática tratado neste livro assemelha-se ao nível dos conteúdos atualmente aplicados ao ensino fundamental. Já o *Exame de Bombeiros*, traz um aprofundamento maior e mais rigoroso dos conteúdos matemáticos, comparado ao nível tratado no atual ensino médio. *Exame de Bombeiros* é dividido em dez partes, sendo a primeira destinada à geometria e a segunda à trigonometria. Ambas as obras se diferem muito da estruturação que costumamos ver nos livros didáticos, sendo todo estruturado em forma de perguntas que servem para introduzir um novo tópico, seguidas das respectivas respostas.

De acordo com Valente (2007, p.33), é importante ressaltar que nessa mesma época, Portugal atravessava uma significativa mudança no seu sistema de ensino. Controlado pelos Jesuítas, o ensino em Portugal recebera severas críticas quanto à metodologia, aos

conteúdos e à falta de intercâmbio com os demais países europeus. No ano de 1744, o engenheiro Manoel de Azevedo Fortes, na obra *Lógica Racional, Geométrica e Analítica*, aponta a decadência do ensino de matemática. Logo a seguir, em 1746, foi a vez de Luiz Antonio Verney na obra, *Verdadeiro Método de Estudar*, criticar o sistema de ensino empregado pelos Jesuítas. Abaixo, a opinião de Verney sobre como eram tratadas as matemáticas pelos Jesuítas.

Sei que a maior parte dos professores deste reino consideram a matemática como alheia da Física, e, quando ouvem falar em matemático, logo lhe perguntam se há de chover ou fazer bom tempo, confundindo loucamente as conjecturas de alguns maus físicos e piores astrólogos com a verdadeira matemática. E já assisti a umas conclusões de matemática em que, vendo-se o defendente obrigado a mostrar o que dizia com uma figura, gritou o argüente: - Que bicharoco é esse? Tire para lá isso. O auditório aplaudiu muito este dito, mas eu tive compaixão de uns e outros. Tal é a ignorância destes países! Os mesmos jesuítas, que conhecem a ignorância deste reino, quando fazem conclusões de matemática, sempre lhe introduzem questões de Matéria Prima e outras da física, porque sem isto não têm argüentes. E, finalmente, nunca vi conclusões de matemática em que não houvessem risadas. De sorte que vão às ditas conclusões como quem vai à comédia, porque entendem que são ridicularias que só servem para divertir.(CARVALHO, 1985 *apud* VALENTE, 2007, p.33)

Em 1757, foi fundada no Colégio de Salvador a Faculdade de Matemática. Apesar de ser o principal centro de estudos das matemáticas no Brasil, onde estudava-se geometria euclidiana, perspectivas, trigonometria, equações algébricas, razão, proporção e juros, conteúdo similar ao estudado na Universidade de Coimbra, a faculdade não era reconhecida por Portugal. Nesta época, até a vinda da Coroa portuguesa para o Brasil, era proibido escolas superiores em nosso país, bem como a impressão de livros.

Ironicamente, quando Sebastião José de Carvalho e Melo, o Marquês de Pombal, assume o governo português, convida o matemático José Monteiro da Rocha, que estudou na Faculdade de Matemática de Salvador, para compor a Junta de Providência Literária, que tinha entre outras funções a de reelaborar o estatuto da Universidade de Coimbra. Sem a presença dos jesuítas, expulsos por Pombal de Portugal e seus domínios em 1759, o novo estatuto buscava empregar na Universidade uma metodologia pedagógica contrária à até então adotada sob o regime escolástico. E foi sob as novas diretrizes que, em 1772, é fundada a Faculdade de Matemática, onde a Junta de Providência Literária estabelece que:

(...) a Matemática, além da excelência privativa, de que goza pelas luzes da evidência mais pura, e pela exatidão mais rigorosa, com que procede nas suas demonstrações, e com que dirige praticamente o entendimento, habituando a pensar sólida, e metódicamente em quaisquer outras matérias(...). Por isso, pareceu que devia ser estabelecido um curso fixo, e completo de Matemáticas, destinado para a manutenção, e ensino público destas ciências. Era assim criada uma nova Faculdade, como sucedeu com a Filosofia, no quadro do ensino universitário.(Atas das Congregações da Faculdade de Matemática, 1772, v.1 apud SILVA, 2003, p.21)

Preocupado com as ameaças de invasão espanhola, o Marquês de Pombal resolve recapacitar as forças armadas portuguesas, e para isto contrata o Conde de Lippe para chefiar todo o exército português. Como uma das primeiras medidas, Lippe determina a criação de Aulas (cursos de capacitação) que seriam ministradas seguindo os manuais de Béliador (engenheiro militar e professor do Corpo de Artilharia na França). As obras de Béliador, diferente das de Alpoim, estrutura-se de forma que todos os temas de matemática são introduzidos através de definições seguidas de preposições, que são teoremas demonstrados ou exercícios resolvidos.

A preocupação da Coroa portuguesa com possíveis invasões espanholas se estende até o Brasil. É desta forma que em 1767 cria-se a Aula do Regimento de Artilharia do Rio de Janeiro que vinha substituir a Aula Fortificação, e teria os manuais de Bélidor como norteadores. Em 1792, é criada também no Rio de Janeiro, a Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho. Com uma organização diferenciada de todos os outros cursos até então propostos no Brasil, o ensino de matemática se destacava pela sua duração de até 6 anos, que dependia da especialização de cada oficial. Na Academia, os livros de matemática adotados eram a Geometria Prática de Bélidor, e Aritmética de Bézout (VALENTE, 2007, p.67).

Segundo Valente (op. cit., pp. 87-88), os livros de matemática de Bélidor e Bézout, citados anteriormente, são verdadeiros manuais didáticos. Com textos voltados para o ensino, ambos os autores tinham como foco principal o aluno. Valente conclui dizendo que foi através da adoção das obras desses autores que surge no Brasil a separação entre Aritmética e Geometria, e salienta que “...tais obras e tal modo de tratar as matemáticas na escola que representarão as matrizes para posterior desenvolvimento da disciplina escolar Matemática”.

Com a chegada da família Real no Brasil, o incentivo ao poderio militar aumentou. E foi através de duas academias militares que o ensino de matemática ganhou impulso. A Academia Real dos Guardas-Marinha (atual Escola Naval), com curso de duração de 3 anos, tinha no seu currículo o estudo de aritmética, geometria e trigonometria no primeiro ano; no segundo, estudava-se álgebra básica (até equações do 2º grau) e cônicas; e no terceiro ano, trigonometria esférica. A Academia Real dos Guardas-Marinha veio para o Brasil junto com a Corte e iniciou seus trabalhos com toda a estrutura já existente em

Portugal, inclusive parte do material didático. É importante ressaltar que os livros adotados eram todos de Bézout, inclusive os de Geometria e Álgebra.

Já em 1811 passou a funcionar a Academia Real Militar, onde foi criado o Curso de Ciências Físicas, Matemáticas e Naturais, com duração de sete anos, sendo os quatro primeiros voltados às matemáticas. Nesse momento, o chamado Curso Matemático (quatro anos iniciais) era orientado segundo os livros de Euler, Bézout, Monge e Lacroix e estruturado da forma a seguir:

1º ano: Aritmética, Álgebra, Geometria, Trigonometria, Desenho;
2º ano: Álgebra, Geometria, Geometria Analítica, Cálculo Diferencial e Integral, Geometria Descritiva, Desenho;
3º ano: Mecânica, Balística, Desenho;
4º ano: Trigonometria Esférica, Física, Astronomia, Geodésia, Geografia Geral, Desenho.

(SILVA, 2003, p.33)

Após ser transformada em Escola Militar da Corte em 1839 (atual Escola Politécnica da UFRJ), foi instituído em 1842 o grau de Doutor em Ciências Matemáticas, sendo o maranhense Joaquim Gomes de Souza, o ‘Sousinha’, o primeiro doutor formado em Matemática no Brasil. Para receber o grau de Doutor, o aluno deveria cursar os sete anos do curso com nota igual ou superior a sete em cada cadeira.

Segundo Valente (2007, p.107), foi através dessas duas Academias que o ensino de matemática no Brasil constitui suas diretrizes curriculares. A Academia dos Guardas-Marinha devido aos conteúdos de matemática a ela destinados, ganha um caráter de “...matemática escolar secundária”; cabendo à antiga Academia Real Militar a matemática de nível mais elevado, dando origem ao ensino da matemática superior. Nesse mesmo

período, mais precisamente em 1827, é estabelecida a lei que cria as escolas primárias, sendo reservado à matemática as quatro operações fundamentais da Aritmética.

Já o ensino secundário só começa ganhar mais evidência em 1834, quando passa a ser organizado efetivamente. Um bom exemplo disto é que as Aulas avulsas, até em tão muito comum nas províncias, são reunidas e dão origem aos Liceus. Porém, foi com a criação do Imperial Colégio de D. Pedro II em 1837 que se define, de forma mais clara, os conteúdos das disciplinas Aritmética, Geometria e Álgebra, a serem ensinados nas escolas primárias, pois seriam pré-requisitos para o acesso ao Colégio que surgia com a responsabilidade de ser o curso secundário modelo para todo o País. Com a criação do Colégio Pedro II, a estruturação da matemática escolar no Brasil dá mais um importante passo. Durante os oito anos de escolaridade, os alunos do Colégio teriam as matemáticas em todos os anos.

Tabela 1: Distribuição de carga horária semanal e de conteúdo, de acordo com as séries, no Colégio Pedro II em 1838.

Ano \ Conteúdos	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º
Aritmética	5	5	1					
Geometria				2	2			
Álgebra						5		
Matemática ⁴							6	3

Fonte: Uma história da matemática escolar no Brasil (2007, p. 118).

Nesse momento, apesar de melhor estruturada, a matemática ensinada em todo o Brasil seguirá os moldes do Colégio Pedro II, isto é, dividida entre as disciplinas de Aritmética, Geometria e Álgebra.

Para Valente (2007, p. 119), o ensino secundário nesse período assume o caráter de ser preparatório para o ingresso no ensino superior dos candidatos aos cursos de medicina,

⁴ Tratava-se do ensino da Trigonometria e da Mecânica.

direito e engenharia. É desta forma que as matemáticas deixam de lado o perfil de saber técnico, ligado as carreiras militares, e assumem o perfil clássico-literário da época.

Porém, seu caráter preparatório é mantido o que nos leva a crer que seu ensino se caracterizava por um aglomerado de conteúdos sendo ‘depositado’ na mente dos estudantes.

O ensino das matemáticas, Aritmética – Geometria – Álgebra, seguiu esta seqüência por muitos anos. Foi através das obras de Lacroix, utilizadas na Academia Real Militar, que a seqüência Aritmética – Álgebra – Geometria passa a ser adotada. Em 1841, o Colégio Pedro II também adota esta seqüência e como o mesmo era referência para os livros didáticos, a geometria escolar começa a figurar ao final das obras. Valente (2007, p.131) define Cristiano Benedito Ottoni como sendo um “exemplo singular de autor que transitou do ensino técnico-militar para os currículos de formação clássico-literária”. As compilações de Ottoni, abrangendo Aritmética – Geometria – Álgebra – Trigonometria, adquirem tanto sucesso que seus textos passam a ser adotados em quase todos os estabelecimentos de ensino do País durante muito tempo, inclusive no Colégio Pedro II.

Por volta de 1850, chega ao Brasil o Positivismo, corrente de pensamento que teve Augusto Comte como principal idealizador. Buscava na ciência a solução para os problemas sócio-econômicos que assolavam a Europa nesta época. Trazido por jovens estudantes brasileiros recém chegados da Europa, o Positivismo logo ganhou espaço nas escolas militares, berço do estudo da Matemática no Brasil nesta época. Segundo Silva (2003, pp. 57-58), a ideologia positivista ‘balizou’ a filosofia, a política e a ciência no Brasil, e salienta que ‘...o ensino da Matemática superior sofreu atrasos e danos consideráveis, quando tomamos como referencial o desenvolvimento da Matemática que

ocorria no Velho Continente'. D`Ambrósio (1999, pp.7-37) diz que só em 1925 com o advento da passagem de Albert Einstein pelo Rio de Janeiro é que a matemática no Brasil supera a influência positivista, iniciando o que ele chama de “nova era da ciência brasileira”.

No ano de 1855, com intuito de se ter uma instituição de ensino exclusivamente militar, é criada a Escola de Aplicação do Exército, instalada inicialmente na Fortaleza de São João, no Rio de Janeiro e transferida para a Praia Vermelha, logo em seguida. Este foi um período em que as elites dominantes do País se mobilizam de forma a pressionar o imperador a dar mais atenção ao ensino civil. Com o advento da modernização, era eminente a necessidade de se formar engenheiros civis. Desta forma, em 1858, o imperador assina um documento reformulando o ensino militar e o ensino civil. A Escola Militar da Corte passaria a se chamar Escola Central, e destinar-se-ia ao ensino das matemáticas e ciências físicas e naturais, além de conteúdos específicos da engenharia civil.

Silva (2003, p.55) relata as mudanças ocorridas na educação brasileira nas décadas de 1870 e 1880, período que culminaria com o fim do Império em 1889, quando o país atravessava importante instabilidade política, enfrentava sérios problemas sociais e o fim do regime de escravidão era questão de tempo. Neste período o analfabetismo e a precariedade na saúde pública eram tão preocupantes que até a classe dominante passou a lutar por reformas mais significativas na estrutura educacional, em prol de um ensino público de qualidade, capaz de oferecer uma melhor qualificação profissional. A pressão parece ter surtido efeito. Em 1874, o imperador resolve promover uma nova e importante reformulação na até então chamada Escola Central. Com os novos estatutos, a escola passaria a se chamar Escola Politécnica e seria exclusiva para o ensino das engenharias,

deixando definitivamente o vínculo com o ensino militar. A escola passa a ter um curso geral, com duração de dois anos, e alguns cursos especiais, dentre eles destacamos o Curso de Ciências Físicas e Matemáticas.

Para compreendermos melhor a importância da Escola Politécnica para o ensino da Matemática nesse momento, Silva (op. cit., p. 37) afirma ser ‘... o único espaço onde se ensinava de modo continuado a Matemática superior no país’. O curso geral, citado acima, era estruturado em seus dois anos de duração, dentre outras cadeiras por: Álgebra (estudo das equações algébricas e dos logaritmos), Geometria no Espaço, Trigonometria Retilínea, Geometria Analítica, Desenho Geométrico e Topográfico, Cálculo Diferencial e Integral, Geometria Descritiva. Já no Curso de Ciências Físicas e Matemáticas, com duração de três anos, estudava-se: Séries, Funções Elípticas, Cálculo Infinitesimal, Cálculo das Variações, das Diferenças e das Probabilidades, Aplicações às tábuas de mortalidade, aos problemas de juros compostos, às amortizações pelo sistema Price, aos cálculos das sociedades Tontinas e aos seguros de vida. O estudo da matemática superior no Brasil seria exclusividade da cidade do Rio de Janeiro até 1875. Somente em 1876, com a fundação da Escola de Minas de Ouro Preto, Minas Gerais, é que a matemática superior desbrava novos horizontes.

Segundo Silva (2003, p.38), o início da República já traz consigo mudanças no que diz respeito ao ensino da matemática no Brasil. A reforma nos estatutos da Escola Politécnica em 1896, que entre outras medidas acabava com o Curso de Ciências Físicas e Matemáticas, fez com que a Matemática de nível superior perdesse o *status* de curso independente e passasse a ser ministrada apenas como disciplina de outros cursos de engenharia. Não só a Matemática iniciou o século XX no Brasil atravessando uma fase

difícil. Todo o país nesse momento tentava se adaptar às mudanças significativas ocorridas com a abolição da escravidão e o fim do Império. Na década de 1890, cerca de 83% da população era analfabeta e a saúde pública era outro grave problema.

Mas, a década de 1890 também ficou marcada de esperança para a ciência brasileira. Neste período o engenheiro civil Otto de Alencar Silva, formado pela Escola Politécnica do Rio de Janeiro, onde também atuou como professor, passa a fazer severas críticas ao modelo positivista de enxergar a ciência. Segundo ele, a influência da ideologia de Comte sobre o ensino da matemática no Brasil impedia sua modernização. As críticas de Otto de Alencar se propagaram através de outros cientistas, entre eles Manuel de Amoroso Costa, Theodoro Augusto Ramos e Lélío Itapuambyra Gama. O fim da década ainda ficaria marcado com o médico e sanitarista Oswaldo Cruz que em 1899 fundaria o Instituto Oswaldo Cruz, uma das mais importantes instituições de pesquisa em saúde pública do país (SILVA, op. cit.,pp. 57;58).

2. Os principais movimentos de modernização do ensino da matemática.

“Em torno da virada do século XIX para o século XX a ciência parece quase se impor como detentora de uma nova ordem”(CHASSOT, 2004, p.207). As palavras de Chassot deixam claro o que representava a ciência para o mundo no início do século XX. A estrutura do átomo estava sendo desvendada. O brasileiro Alberto Santos Dumont, pilotando o 14-Bis, comandava o primeiro vôo de uma aeronave tripulada. Foi também no século XX que a humanidade descobriu que a mesma ciência que trazia tantos avanços importantes para a sua evolução, era capaz de promover sua destruição. A bomba atômica tinha sido descoberta e o meio ambiente começa a pedir socorro.

Segundo Chassot (op. cit., p.208), os países que no início do século XX lideravam a produção científica eram Inglaterra, França e Alemanha. E foi na Alemanha dessa época que surgiram os primeiros movimentos de reformulação do ensino da matemática. Apesar das enormes mudanças de ordem social que assolavam toda a Europa, os sistemas educacionais vigentes não formavam profissionais capazes de acompanhar os avanços que a indústria e o comércio alcançavam. Nesse momento, a matemática ensinada era extremamente formal, com conteúdos elementares e com pouca aplicação prática.

Em 1908, realiza-se em Roma o IV Congresso Internacional de Matemáticos. Nesse encontro foi criado o IMUK (Internationale Mathematische Unterrichtskommission / Comissão Internacional de Ensino Matemático), onde o matemático alemão Felix Klein foi convidado a presidir. Era a oportunidade que Klein precisava de expor para todo o mundo suas idéias de modernização do ensino da matemática. As idéias de Klein baseavam-se em deslocar o ensino da matemática de um pensamento lógico, para um pensamento formal. O IMUK contou com a representação de 18 países com direito a voto, todos europeus com exceção dos Estados Unidos. No congresso de Roma decidiu-se que o comitê representativo do IMUK deveria preparar relatórios sobre o estado do ensino da matemática dos países membros⁵ a serem apresentados em 1912 no congresso de Cambridge, na Inglaterra (SCHUBRING, 2004, pp. 18-20).

Segundo Valente (2004, pp. 48-54), o V Congresso Internacional de Matemáticos realizado em 1912 na Inglaterra, entraria para a história do ensino da matemática brasileira por ter sido o primeiro a contar com a participação de um matemático brasileiro. O representante escolhido foi o professor Eugênio de Barros Raja Gabaglia do Colégio Pedro

⁵ Países com direito a voto no IMUK: Áustria, França, Alemanha, Grã-Bretanha, Hungria, Itália, Rússia, Suíça, Estados Unidos, Bélgica, Dinamarca, Grécia, Holanda, Noruega, Portugal, Romênia, Suécia e Espanha.

II, que era conhecido pelo seu caráter inovador por ter introduzido no Colégio, os livros didáticos da coleção FIC (Frères de l’Instruction Chrétienne). Os livros FIC apresentavam uma didática diferenciada dos compêndios de matemática até então conhecidos por enfatizar o aluno no processo ensino-aprendizagem. Sendo assim, a pedagogia do “dizer sobre o fazer” onde o aluno apenas tomava nota dos procedimentos, era substituída pelos *exercícios*. Valente completa dizendo que os livros didáticos da coleção FIC “não expressavam uma nova matemática escolar, mas representavam a última palavra sobre a organização do ensino nos moldes tradicionais”.

Os novos moldes de apresentação dos conteúdos nos livros didáticos não deixam de enfatizar o caráter mecânico de memorização no aprendizado da matemática.

Os congressos internacionais que discutiam o futuro do ensino da matemática iriam dar uma pausa no VI Congresso realizado em Paris em função da primeira guerra mundial. Apesar da participação do Brasil nas discussões, Valente (op. cit., pp. 56-57) ressalta que não houve reflexo no sistema de ensino empregado no Colégio Pedro II. Inúmeras são as explicações pela não apropriação dos aspectos de modernização que envolviam o ensino da matemática. Segundo o próprio Valente, um dos motivos teria sido o fato do professor Gabaglia ter participado das discussões mais pelo aspecto político, do que pelos aspectos pedagógico e matemático; outro motivo estaria relacionado com os livros didáticos da coleção FIC, traduzidos e introduzidos no Colégio Pedro II por Gabaglia, que se tornariam ultrapassados com a implantação das propostas modernizadoras discutidas nos Congressos.

Em 1916 era fundada, na Escola Politécnica do Rio de Janeiro, a Sociedade Brasileira de Ciências por Manuel Amoroso Costa e outros cientistas ligados ao eixo Rio - São Paulo. Os membros fundadores da SBC tinham como objetivo incentivar a pesquisa científica,

desvinculando a ciência de um caráter profissional. Para divulgar os trabalhos de pesquisa, foi criada em 1917 a Revista da Sociedade Brasileira de Ciências. Em 1921, a SBC seria transformada em Academia Brasileira de Ciências. Três anos depois, membros da ABC fundariam a Associação Brasileira de Educação, instituição que logo ficaria conhecida pelos movimentos de luta em prol da reforma e modernização do ensino universitário no Brasil.

As décadas de 20 e 30 foram marcadas por importantes movimentos de modernização do ensino da matemática no Brasil. No nível secundário, o professor Euclides Roxo ganhava destaque no Colégio Pedro II a ponto de sua obra didática, *Lições de Aritmética*, substituir o livro *Elementos de Aritmética* da coleção FIC, e vir a ser a base do novo programa de aritmética do Colégio a partir de 1923. Como o Pedro II era referência do ensino secundário brasileiro, o livro de Roxo passa a ser adotado em todo o território nacional. *Lições de Aritmética* representaria um importante passo rumo à modernização na medida em que houve consentimento para a utilização literal no encadeamento da apresentação dos conteúdos aritméticos, diferentemente do que ocorria com a obra da coleção FIC. Esse passo torna-se ainda mais significativo, visto que pouco tempo depois, em 1927, Roxo proporia à congregação do Colégio Pedro II uma radical alteração no ensino da matemática. Baseadas nas propostas modernizadoras de Felix Klein, as propostas de Roxo tinham como ponto principal, a unificação da aritmética – álgebra – geometria em uma só disciplina, chamada Matemática. Em 1929, as propostas idealizadas por Euclides Roxo ganhariam o programa de ensino de matemática do primeiro ano do Colégio (VALENTE, 2004, pp. 66-74).

Abaixo, temos um trecho da proposta de reforma encaminhada por Euclides Roxo à congregação do Colégio Pedro II, em 14 de novembro de 1927, onde se justifica dizendo:

(...) à luz das modernas idéias pedagógicas, a ciência matemática, sob as suas três faces – numérica, simbólica e gráfica – é uma só e não é conveniente, sob o ponto de vista didático, separá-la em divisões estanques ou dogmáticas em aritmética, álgebra e geometria; antes convém tanto quanto possível, expor os mesmos princípios sob os três pontos de vista, dando forma concreta ao ensino e procurando, em uma palavra, fazer entrar a matemática ‘pelos olhos’, até que o aluno se ache bastante exercitado para tratar as questões de um modo abstrato.(VALENTE, op. cit., p. 72)

A fala de Roxo reforça nossa conclusão sobre o caráter memorizador do ensino da matemática dessa época, onde o conteúdo é “aprendido” através da repetição maciça de exercícios sem nenhum significado ou relação à vida do educando. Segundo Freire (1996, p.69), “a memorização mecânica do perfil do objeto não é aprendizado verdadeiro do objeto ou do conteúdo”. O que percebemos, é que quanto mais a matemática ia se firmando como ciência, mais foi se afastando do seu perfil inicial, onde a curiosidade sobre o objeto movia o aprendizado. Sua forma mais abstrata de ser apresentada foi limitando seu acesso.

Segundo Pitombeira (2004, p.94), as propostas de reforma do ensino da matemática elaboradas por Roxo iam ano a ano sendo implementadas no Colégio Pedro II e ganhando adeptos em escolas de todo o País. Roxo passa a escrever a coleção *Curso de matemática elementar*, que seguiria todos os conteúdos de sua proposta de reforma e preencheria todas as séries do curso secundário. Contudo, as idéias e as obras do professor Euclides Roxo não eram unânimes. Um importante crítico do ideário de Roxo, foi o também professor do Pedro II, Joaquim Almeida Lisboa. A seguir, temos o que disse Almeida Lisboa, em “Os programas de matemática do Pedro II”, artigo publicado no Jornal do Comércio em 1930.

O professor Roxo quis dar ao ensino da matemática um caráter utilitário e essencialmente prático. Julgo que não atingiu esse objetivo.(...)

O professor Roxo esqueceu qual a verdadeira finalidade da matemática na escola secundária. Seu principal destino não é uma colheita mais ou menos abundante de conhecimentos práticos e isolados. A matemática é uma disciplina de espírito, uma inimitável e insubstituível educadora do raciocínio a que a mocidade deve ser submetida.(...)

Os livros em que o Sr. Roxo expõe o seu programa são excessivamente infantis. Suas aplicações práticas são ilusórias e de nenhum alcance. Neles não há vestígio da mais simples demonstração de qualquer teorema, por mais elementar que seja; existem apenas verificações materiais, e portanto, imperfeitas e grosseiras. Desapareceu o raciocínio modelar, característico de uma demonstração e da própria matemática. Há noções erradas ou imprecisas. Foi abolido tudo que era útil ao desenvolvimento intelectual do aluno.(...) (VALENTE, 2004, pp. 107;108)

Ao assumir a presidência da república, Getúlio Vargas nomeia Francisco Campos como Ministro da Educação e Saúde Pública. Nesse momento, convidado por Francisco Campos, Euclides Roxo compõem a comissão que promoveria o projeto de reforma do ensino brasileiro que culminaria com a promulgação do decreto nº 19.890 de 1931 que dispunha sobre a organização do ensino secundário, também conhecido por Reforma Campos. Segundo Miorin (1998, apud Pitombeira, 2004, p. 121), Francisco Campos “acatou em sua reforma para o ensino secundário todas as idéias modernizadoras presentes na proposta da congregação do Colégio Pedro II, na parte relativa ao ensino da matemática”. A reforma de Francisco Campos mudaria também a estrutura do ensino secundário no Brasil. O decreto 19.890, divide o ensino secundário em dois cursos: o fundamental, constituído de cinco séries; e o complementar, constituído de dois anos de estudo intensivo, obrigatório para os candidatos que desejavam concorrer a uma vaga em determinados Institutos de Ensino Superior (Jurídico, Medicina, Farmácia, Odontologia, Engenharia e Arquitetura). A disciplina Matemática aparece em todas as séries do curso

fundamental e no complementar, para os que almejavam os cursos de ensino superior citados anteriormente, com exceção do curso jurídico. Assim, a matemática ganha *status* de disciplina, deixando de existir a fragmentação aritmética, geometria e álgebra como disciplinas.

Mais que *status* de disciplina, a não fragmentação proporcionaria uma maior articulação dos conteúdos. Porém, os livros didáticos continuaram apresentando os conteúdos de forma fragmentada. E apesar de oficialmente não existir mais essa divisão, sendo aritmética, geometria e álgebra partes integrantes da disciplina Matemática, pela experiência do autor, encontramos escolas – públicas e particulares – que praticam a fragmentação em seus currículos, alegando que a forma de apresentação dos conteúdos nos livros didáticos – fragmentada – impede que os alunos tenham contato principalmente com os assuntos de geometria, pois os mesmos costumam vir ao final dos livros, logo, seriam trabalhados ao final do ano letivo, período geralmente conturbado e corrido.

Contudo, esse problema poderia ser contornado se os conteúdos não fossem trabalhados de forma tão hierarquizada. Apesar de alguns necessitarem de pré-requisitos, em muitos casos podem ser trabalhados concomitantemente.

Segundo Pitombeira (2004, pp. 95-97), Euclides Roxo comentara que suas idéias de modernização baseavam-se nas propostas de Felix Klein e no que foi concluído no IMUK sobre o ensino da matemática. As propostas se resumem em:

- i. Tornar predominantemente o ponto de vista psicológico, isto é, o ensino não deve depender unicamente da matéria ensinada, mas deve atender antes de tudo ao indivíduo a quem se tem de ensinar;
- ii. Escolher a matéria a ensinar tendo em vista as aplicações da matemática ao conjunto das outras disciplinas, tornando o ensino mais vivo e mais produtivo;

- iii. Subordinar o ensino da matemática à finalidade da escola moderna;
- iv. Fusão da aritmética, da álgebra e da geometria;
- v. Introduzir precocemente a noção de função;
- vi. Introduzir, desde cedo, as noções de coordenadas e de geometria analítica;
- vii. Introduzir noções de cálculo diferencial e integral;
- viii. Introduzir o ‘método histórico’ no desenvolvimento da matemática, isto é, inserir a matemática no desenvolvimento das várias culturas.

Após a implantação das propostas do professor Euclides Roxo, que com a Reforma Campos adquiriu ênfase nacional, os críticos às novas medidas começaram a utilizar a imprensa para propagar suas opiniões contrárias. Surge assim uma forte pressão para desestabilizar as medidas de modernização conquistadas por Roxo. Com o advento da Reforma Capanema, em especial a promulgação da lei orgânica nº 4.244 de 1942, Euclides Roxo travaria uma árdua disputa para manter suas idéias em vigor. Roxo parece ter saído vencedor, pois o programa de matemática aprovado pela nova reforma manteria quase que na íntegra suas propostas. Porém, Pitombeira (op. cit., p. 141) ressalta que “Euclides Roxo provavelmente não teria tido sucesso em suas reformas fora do ambiente autoritário do Brasil entre os anos de 1930 e 1945, quando se efetuaram as reformas de Campos e Capanema”; completa dizendo que “Klein, na Alemanha, teve todo o cuidado de fazer que o movimento de reforma partisse de baixo para cima, para evitar o que tinha acontecido na França, em que uma reforma feita de cima para baixo não teve sucesso”.

O decreto-lei nº 4.244 promoveria mudanças também na estrutura do ensino secundário, no tocante à organização. Passaria a ser dividido em dois ciclos: o ginásial, com quatro anos, e o colegial com três anos, dividido em duas modalidades, o clássico e o científico.

Paralelo às mudanças promovidas no ensino da matemática secundária, a década de 30 também seria importante para o desenvolvimento da matemática superior. Tal desenvolvimento deve-se muito ao estado de São Paulo que vivia grandes turbulências no plano político e econômico. Silva (2003, pp. 50;51) ressalta a posição do então governador de São Paulo, Armando de Salles, que imbuído da necessidade de resgatar a importância do estado no cenário nacional, resolve investir no estudo científico, fundando em 1934 a Universidade de São Paulo (USP), onde cria-se na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL/USP), o primeiro curso de graduação em Matemática, que formaria exclusivamente matemáticos e professores de Matemática para o ensino superior e secundário.

A Matemática dessa forma volta a possuir o *status* de ciência independente. O principal responsável em formar o corpo docente da nova faculdade foi o professor Theodoro Ramos que buscou na Europa, principalmente na Itália, a maioria dos professores que formariam o quadro da FFCL. Para o curso de Matemática, foi convidado o geômetra Luigi Fantappiè, aluno do já consagrado matemático Vito Volterra. Fantappiè que, apesar de jovem desenvolvia importantes pesquisas em Funcionais Analíticos, tendo sido professor da Universidade de Bologna, na cadeira de Análise Matemática e diretor do Instituto Matemático Salvatore Pincherle. Fantappiè trouxe para lhe auxiliar o também italiano, Giacomo Albanese, onde segundo Silva (op. cit., p. 52), ambos teriam sido os grandes responsáveis pelo forte avanço do estudo da matemática superior no Brasil. Silva completa dizendo “que a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP se constitui, por mais de vinte anos, na principal fonte de formação e estudos matemáticos do Brasil. (...) berço da atual matemática brasileira”. Em 1937 era criada na cidade do Rio de Janeiro, a

Universidade do Brasil (também conhecida por UFRJ), onde através da Faculdade Nacional de Filosofia (FNFfi), fundada em 1939, era criado o curso de Matemática.

A década de 40 apresentaria para o Brasil e anos depois para o mundo, o professor Julio César Mello e Souza, o Malba Tahan. Este foi professor do Colégio Pedro II e lecionou no Instituto de Educação do Rio de Janeiro, onde criou uma nova disciplina para o aperfeiçoamento de seus alunos – futuros professores: A arte de contar histórias. Sua trajetória foi marcada como escritor de sucesso de livros paradigmáticos como *O Homem que Calculava*, que atingiu a impressionante marca de 2 milhões de exemplares vendidos em todo Brasil e ter sido traduzido para vários idiomas, além de ter sido um professor inovador para o seu tempo, introduzindo a História da Matemática nas aulas de matemática, defendendo, assim, um trabalho interdisciplinar. Seu método de ensinar envolvia aulas divertidas e dinâmicas, defendia a resolução de exercícios sem o uso de fórmulas, valorizando o raciocínio e o uso de atividades lúdicas para o ensino da matemática. Apesar de ter sido muito criticado por suas formas inovadoras de ensinar, obtém inúmeros adeptos até hoje. Pela comemoração de seu centenário de nascimento, em 1995, Julio César Mello e Souza receberia uma justa homenagem por tudo que contribuiu em favor do ensino da matemática: no dia 6 de maio passa-se a comemorar o *Dia da Matemática* (NEVES, 2005, pp. 20;21).

As estruturas do ensino da matemática voltariam a ser motivo de grandes discussões nos anos 50 e 60 em todo o mundo. Surgia o Movimento da Matemática Moderna. No Brasil, os Congressos sobre Ensino da Matemática eram palco de discussões do movimento de ‘modernização’. Paralela às discussões realizadas nos congressos, surgem os chamados GEEM (Grupo de Estudos de Educação Matemática). O primeiro a ser fundado, em 1961,

foi o GEEM de São Paulo. Coordenado pelo professor Osvaldo Sangiorgi, o GEEM de São Paulo desencadearia o Movimento da Matemática Moderna no Brasil. A Matemática Moderna propunha um ensino da matemática mais simples e atraente para o aluno. Veja o que diz o professor Sangiorgi no prefácio da obra de sua autoria, *Curso Moderno de Matemática*, voltado para o ginásial e já adaptado às propostas de modernização do movimento.

Uma palavra para você que inicia o Ginásio meu caro estudante:

Você vai iniciar agora o estudo da Matemática de um modo diferente daquele que seus irmãos e colegas mais velhos estudaram. Sabe por quê?

Porque Matemática para eles, na maioria das vezes, era um ‘exagero de cálculos’, ‘problemas complicados’, ‘trabalhosos e fora da realidade’, que a tornavam, quase sempre, um fantasma! (...) você vai aproveitar o seu precioso tempo aprendendo o verdadeiro significado e as belas estruturas da Matemática Moderna.

A coleção *Curso Moderno de Matemática*, ganharia em 1963, o prêmio Jabuti, o mais importante prêmio literário brasileiro.

Com a introdução da Teoria dos Conjuntos entre os conteúdos a serem ministrados no ginásial, a matemática escolar volta a ser apresentada com muito mais simbolismo e formalismo, assemelhando-se à matemática acadêmica. Segundo Pinto (2005, pp. 25-38) :

A excessiva preocupação com a linguagem matemática e com a simbologia da teoria dos conjuntos, deixou marcas profundas, ainda não desveladas, nas práticas pedagógicas daquele período. Ao tratar a matemática como algo neutro, destituída de história, desligada de seus processos de produção, sem nenhuma relação com o social e o político, o ensino de Matemática, nesse período, parece ter se descuidado da possibilidade crítica e criativa dos aprendizes. O moderno dessa matemática apresenta-se, para os alunos, mais como um conjunto de novos dispositivos e

nomenclaturas descoladas de sentidos e significados conceituais, uma disciplina abstrata e desligada da realidade.

Segundo os PCN de Matemática (BRASIL, 1998, p.19), o Movimento da Matemática Moderna concebia o ensino da Matemática como sendo “uma via de acesso privilegiada para o pensamento científico e tecnológico”. Completa dizendo que “para tanto procurou-se aproximar a Matemática desenvolvida na escola da Matemática como é vista pelos estudiosos e pesquisadores”

No entanto, segundo D’ Ambrósio (2007, pp. 57;58),

(...)se a matemática moderna não produziu os resultados pretendidos, o movimento serviu para desmistificar muito do que se fazia no ensino da matemática e mudar – sem dúvida para melhor – o estilo das aulas e das provas e para introduzir muitas coisas novas, sobretudo a linguagem moderna dos conjuntos.

Apesar das controvérsias quanto aos prejuízos e benefícios deixados pela Matemática Moderna, o que é inegável foi sua incapacidade de fazer do aprendizado da matemática algo significativo para a realidade concreta dos educandos.

A Matemática Moderna entraria mundialmente em declínio nos anos 70. Em meados da década, o professor Ubiratan D’ Ambrósio apresenta o Programa Etnomatemática em favor do ensino da matemática brasileira. Com a proposta de motivar o aluno para o estudo da matemática, o Programa busca estudar a evolução das diversas culturas da humanidade através da interface com educação e matemática, utilizando-se da história e filosofia (D’AMBRÓSIO, 2005, p.102). Ubiratan D’ Ambrósio sempre deixou claro o seu

posicionamento contrário ao ensino da matemática nos moldes atuais, defendendo uma abordagem holística da educação, em particular da Educação Matemática.

3. O ensino da Matemática frente aos desafios do século XXI.

As últimas duas décadas do século XX retratam bem a crise de identidade em que a humanidade se vê sucumbida. Enquanto por um lado presenciou um forte avanço tecnológico, propiciando importantes descobertas em vários campos da Ciência, a fome continua matando assustadoramente. Sendo assim, desafios – redução da pobreza, crise ambiental, entre outros – entram na pauta de discussões do mundo inteiro e a educação assume um papel central nessas discussões. A questão é: de que forma o ensino da Matemática poderá contribuir na formação do cidadão consciente e autônomo, capaz de tomar decisões que venham transformar o seu meio e, conseqüentemente, ajudar a solucionar os problemas de uma sociedade que vê sua própria existência colocada em risco? Para compreendermos melhor o papel do ensino da Matemática frente aos desafios do século XXI, usamos como fonte de consulta os trabalhos de D’Ambrósio (2005 , 2007), Ignácio (2007), Barbosa (2004) , Chassot (2003) e os PCN de Matemática (BRASIL, 1998).

A década de 1980 inicia-se com uma importante publicação feita pelo National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) que propunha uma reformulação no ensino da matemática para além da reestruturação de conteúdos, visando principalmente aspectos como objetivos e metodologias de ensino. A publicação conhecida como ‘Uma Agenda para a Ação’ era estruturada através de oito recomendações voltadas para o ensino da matemática, onde segundo Ignácio (2007, p.26), objetivava:

(...) provocar mudanças significativas nas concepções dos professores acerca do que significa ensinar e aprender, pondo em xeque o antigo modelo de ensino – o Movimento da Matemática Moderna – centrado na memorização de regras e técnicas de cálculo.

Ignácio completa dizendo que um dos focos principais, dentre as recomendações, era de retirar do recurso didático ‘resolução de problemas’, o aspecto de fixar os conteúdos aprendidos, denotando um novo caráter, o de oferecer significado ao aprendizado da matemática.

No Brasil, a década de 90 ficaria marcada por ter sido um período muito significativo no tocante as propostas de reforma do currículo do ensino fundamental. Tendo como princípio norteador a questão da cidadania, os PCN vêm sugerir a interface entre as disciplinas componentes do currículo do ensino fundamental, com temas como: Ética, Pluralidade Cultural, Meio Ambiente, Saúde, Orientação Sexual, Trabalho e Consumo. Segundo Ignácio (op. cit., p.27), “no texto oficial (PCN) verificamos que as reflexões e propostas da área de Educação Matemática são incorporadas”. A afirmação de Inácio se faz perceber quando encontramos entre as sugestões dos PCN propostas já discutidas no campo da Educação Matemática tais como: utilização da história da Matemática como metodologia de ensino; mudanças no currículo; emprego das tecnologias da comunicação; discussão da prática docente; inclusão do contexto sócio-cultural e político no processo ensino-aprendizagem; repensar as práticas de avaliação.

Os PCN vêm reforçar a necessidade de discutirmos e refletirmos o ‘fazer matemática’, seus princípios e fins.

O texto, transcrito dos PCN de Matemática (BRASIL, 1998, p. 26;27), descreve a importância do ensino de matemática na construção da cidadania.

A sobrevivência na sociedade depende cada vez mais de conhecimento, pois diante da complexidade da organização social, a falta de recursos para obter e interpretar informações, impede a participação efetiva e a tomada de decisões em relação aos problemas sociais.(...) a compreensão e a tomada de decisões diante de questões políticas e sociais dependem da leitura crítica e interpretação de informações complexas, muitas vezes contraditórias, que incluem dados estatísticos e índices divulgados pelos meios de comunicação. Ou seja, para exercer a cidadania é necessário saber calcular, medir, raciocinar, argumentar, tratar informações estatisticamente e etc.

Como tudo que é inovador leva tempo para ser incorporado pela sociedade, as propostas sugeridas pelos PCN estão longe da plenitude de implementação nas escolas brasileiras. D'Ambrósio (2007, p. 80) chama atenção para o papel da escola que segundo ele "... não se justifica pela apresentação de conhecimento obsoleto e ultrapassado e muitas vezes morto". Completa dizendo que o ensino em ciências, onde a Matemática encontra-se incluída, é onde mais se incorre neste erro, sendo essencial "...estimular a aquisição, a organização, a geração, e a difusão do conhecimento vivo, integrado nos valores e expectativas da sociedade". D'Ambrósio (2005, p.105) diz ainda que "... só se justifica insistirmos em educação para todos se for possível conseguir, através dela, melhor qualidade de vida e maior dignidade da humanidade como um todo", algo que entendemos só ser possível com a mudança dos paradigmas da atual sociedade.

No que diz respeito a metodologia, D' Ambrósio (2007, pp.95-97) propõe o retorno do caráter experimental ao ensino da matemática, e salienta a importância do uso de modelos matemáticos no ensino da matemática. A modelagem matemática pode ser entendida como sendo a abordagem de problemas com referência na realidade, onde os alunos são

convidados a refletir para agir através de hipóteses que são levantadas da situação-problema e algoritmos matemáticos que são construídos (BARBOSA, 2004).

Para Chevallard (et al., 2001, p.50),

Um aspecto essencial da atividade de modelagem consiste em construir um modelo (matemático) da realidade que queremos estudar, trabalhar com tal modelo e interpretar os resultados obtidos nesse trabalho, para responder as questões inicialmente apresentadas.

Para Barbosa (2004, p.73), a “Modelagem pode potencializar a intervenção das pessoas nos debates e nas tomadas de decisões sociais que envolvem aplicações da matemática”. Completa dizendo crer que “o ambiente de Modelagem está associado à problematização e investigação”.

Acreditamos, assim, que o uso da modelagem como proposta metodológica para o ensino da matemática, além de atender os objetivos gerais sugeridos pelos PCN (BRASIL, 1998, pp. 47;48) para o ensino fundamental, poderá contribuir na formação do cidadão crítico e autônomo.

Entendemos que a virada do século XXI traz consigo a discussão de se fazer do conhecimento científico uma forma de inclusão social e, conseqüentemente, uma melhor qualidade de vida individual e coletiva. Para Chassot (2003, p.90), principal articulador no Brasil da proposta de uma *Alfabetização Científica* da sociedade, iniciando-se não só nos espaços formais, mas também em espaços não formais, “não se pode mais conceber propostas para um ensino de ciências sem incluir nos currículos componentes que estejam orientados na busca de aspectos sociais e pessoais dos estudantes”. O movimento por uma alfabetização científica vem ratificar as propostas defendidas por D’Ambrósio (2005,2007), Barbosa (2004) e pelos PCN de Matemática (BRASIL, 1998) para o Ensino da Matemática.

Além disso, todas essas abordagens são partes integrantes da pedagogia crítico-emancipatória de Paulo Freire, que acreditamos ser referencial metodológico essencial para uma Educação Matemática comprometida com os desafios do século XXI.

CAPÍTULO II

O ENSINO DA MATEMÁTICA E O COMPROMISSO COM A PROBLEMÁTICA

AMBIENTAL

O ato de educar pode levar a uma ação transformadora, em que o sujeito torna-se crítico do mundo e da sociedade no qual está inserido, capaz de intervir e tomar decisões das mais simples às mais complexas junto a uma coletividade, exercendo a plenitude de sua cidadania, como também pode contribuir para a manutenção de uma sociedade sucumbida pela lógica do capital, que favorece a uma pequena elite dominante.

Dessa forma, a adjetivação ambiental da educação traz ênfase às questões ambientais e destaca discussões sobre uma dimensão da educação que geralmente é negada por políticas pedagógicas que privilegiam o cientificismo; quando muito, o que se encontrava, ou se encontra, são ações ligadas a uma perspectiva naturalista da problemática ambiental. Carvalho (2004, p.17) faz uma crítica ao pensamento contrário à adjetivação ambiental da educação ao discordar do argumento de que “toda educação é ambiental, assim, toda educação ambiental é simplesmente, educação”. Segundo ela, “este tipo de argumento parece apenas jogar água fria no que ao longo dos anos tem se tentado construir como uma especificidade da prática educativa ambientalmente orientada para diluí-la no marco geral da educação”.

Para Loureiro (2004, p.66):

Educação ambiental é uma perspectiva que se inscreve e se dinamiza na própria educação, formada nas relações estabelecidas entre as múltiplas tendências pedagógicas e do ambientalismo, que têm no “ambiente” e na “natureza” categorias centras e identitárias. Neste posicionamento, a adjetivação “ambiental” se justifica tão somente à medida que serve para destacar dimensões “esquecidas” historicamente pelo fazer educativo, no que se refere ao entendimento da vida e da natureza, e para revelar ou denunciar as

dicotomias da modernidade capitalista e do paradigma analítico-linear, não-dialético, que separa: atividade econômica, ou outra, da totalidade social; sociedade e natureza; mente e corpo; matéria e espírito; razão e emoção; etc.

A concepção de ambos os autores não nega a necessidade do caráter ambiental dado à educação. Porém, inúmeras são as adjetivações que atualmente encontramos da própria educação ambiental. Desta forma, torna-se necessário situarmos a concepção de educação ambiental na qual discutiremos a problemática ambiental em nosso trabalho.

2.1 A problemática ambiental sob a perspectiva da EA crítica.

A Educação Ambiental surge oficialmente para o cenário mundial através da Conferência das Nações Unidas para o Ambiente Humano, em Estocolmo, 1972. O foco das ações pedagógicas em educação ambiental nesse momento era o indivíduo, onde o indivíduo “educado ambientalmente” era aquele que após ter assimilado o conhecimento acadêmico “correto”, torna-se capaz de gerir os recursos naturais de forma mais equilibrada, resolvendo assim os problemas ambientais. Para Guimarães (2004, p.27), “essa perspectiva foca a realização da ação educativa na terminalidade da ação, compreendendo ser essa terminalidade o conhecimento retido e o indivíduo transformado”. Guimarães completa dizendo que:

Espera ainda, pela lógica de que a sociedade é o resultado da soma de seus indivíduos, que se dê a transformação da sociedade. Essa é uma perspectiva simplista e reduzida de perceber uma realidade que é complexa, que vai além da soma das partes como totalidade. Essa não contempla a perspectiva da educação se realizar no movimento de transformação do indivíduo inserido num processo coletivo de transformação da realidade socioambiental como uma totalidade dialética em sua complexidade. Não compreende que a educação é relação e se dá no processo e não,

simplesmente, no sucesso da mudança comportamental de um indivíduo. (GUIMARÃES, op. cit., p.27)

Três anos depois, em 1975 no Seminário de Belgrado, o documento intitulado Carta de Belgrado apresenta como princípios básicos da educação ambiental, diretrizes que também focam o caráter individual e pessoal da educação. Segundo Tozoni-Reis (2002, p.2), “os objetivos da educação ambiental ali expressos são conscientização, conhecimentos, atitudes, habilidades, capacidade de avaliação e participação”. Nesse momento é chamada a atenção para o caráter interdisciplinar da educação ambiental.

Apesar de ter sido a Conferência de Tbilisi (1977) o primeiro grande evento internacional acerca da educação ambiental, sendo definido seus objetivos e considerando o ensino formal como um dos eixos fundamentais para conseguir atingi-los, somente em 1992, com a Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92) é que, através da criação da Agenda 21 e do Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global, são lançadas mais efetivamente propostas de ação que possibilitam o tratamento do caráter crítico e transformador da educação ambiental, focando não só no individual mais também no coletivo, englobando aspectos sociais, econômicos e políticos.

No Brasil, a lei nº 9.795 de 1999 institui a Política Nacional de Educação Ambiental, onde dentre outros objetivos, destacamos dois que representam bem o viés de educação ambiental crítica. São eles:

O desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos;

O estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social. (BRASIL, 1999, art. 5º)

Além disso, a lei 9.795 em seu art. 4º traz como princípios básicos da educação ambiental no Brasil um enfoque humanista, holístico, demográfico e participativo; as concepções pedagógicas devem ter a perspectiva da inter, multi e transdisciplinaridade, vinculando a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais.

Buscando conformidade com os documentos oficiais que tratam da Educação Ambiental no Brasil, e em consonância com o tipo de abordagem que pretendemos tratar a temática ambiental através do ensino de matemática, discutiremos a problemática ambiental sob o viés da Educação Ambiental Crítica.

O atributo crítico da educação ambiental faz sugerir uma educação centrada no sujeito enquanto ser individual e social. Um sujeito inacabado, emancipado, em busca de aperfeiçoamento (FREIRE, 2005, pp. 83-87), que tem nas relações indivíduo-sociedade um meio de transformar e ser transformado. Sendo assim, tratar a problemática ambiental sob a perspectiva da Educação Ambiental Crítica não se resume à transmissão de conhecimentos ecologicamente corretos, geralmente trabalhado nas escolas através das ciências naturais.

Para Tozoni-Reis (2006, p.97),

Na perspectiva da educação ambiental crítica, transformadora e emancipatória, os temas ambientais não podem ser conteúdos curriculares no sentido que a pedagogia tradicional trata os conteúdos de ensino: conhecimentos pré-estabelecidos que devem ser transmitidos de quem sabe (o educador) para quem não sabe (o educando). A educação crítica e transformadora exige um tratamento mais vivo e dinâmico dos conhecimentos apropriados, construídos, de forma dinâmica, coletiva, cooperativa, contínua, interdisciplinar, democrática e participativa, pois somente assim pode contribuir para o processo de conscientização dos sujeitos

para uma prática social emancipatória, condição para a construção de sociedades sustentáveis.

Guimarães (2004, p.29) ressalta que esse “não é um processo individual, mas que o indivíduo vivencia na relação com o coletivo em um exercício de cidadania, na participação em movimentos coletivos conjuntos de transformação da realidade socioambiental”.

2.2. Ensino de matemática e a temática ambiental em documentos oficiais.

Ao percorrermos a trajetória do ensino da matemática, desde seus primeiros indícios, até sua constituição enquanto disciplina escolar no Brasil, podemos perceber que a abordagem aplicada ao seu ensino sempre esteve situada entre o enfoque prático e utilitarista ou o enfoque formal e abstrato, que vê a matemática como ciência neutra, inquestionável, desvinculada do modo como as pessoas a usam.

A etnomatemática defendida pelo professor D’Ambrósio interpreta o conhecimento matemático como algo intrinsecamente ligado à cultura, logo, a abordagem de seu ensino deve abranger simultaneamente ambos os enfoques: o prático-utilitarista e o abstrato. Desta forma, passa-se a constituir uma relação entre a matemática e a vida, dando sentido ao seu ensino e sua aprendizagem.

Entretanto, a partir da prática docente do autor, acreditamos que, apesar de já ter se passado mais de uma década da apresentação dos PCN às escolas, os problemas vinculados ao ensino de matemática como, “interpretações equivocadas de concepções pedagógicas”(BRASIL, 1998, p. 21), entre outros, continuam existindo.

Apesar disso, algumas iniciativas por parte do poder público caminham no sentido de tentar aproximar a matemática da vida do educando. No caso específico da rede pública de

ensino do município do Rio de Janeiro, cenário de nosso estudo, a preocupação com o conhecimento oferecido aos alunos, no tocante ao ensino da matemática, surge mesmo antes da apresentação dos PCN. Em 1996, é encaminhada a toda rede municipal de ensino, a Multieducação, com a proposta de vincular o conhecimento acadêmico aos valores e expectativas da sociedade.

A Multieducação é estruturada com base em dois eixos que se articulam: os Princípios Educativos (meio ambiente, trabalho, cultura e linguagens) e os Núcleos Conceituais (identidade, tempo, espaço e transformação). Cada Princípio Educativo, é discutido e abordado em cada núcleo conceitual, sendo apresentadas sugestões para o tratamento de conteúdos pertinentes a cada disciplina do atual ensino fundamental, correspondente a cada série (atualmente ‘ano de escolaridade’).

O tema meio ambiente é apresentado e discutido pela Multieducação, com a preocupação de mostrar que a problemática ambiental não se resume à concepção naturalista de natureza, e ressalta os aspectos econômicos, sociais e políticos como fatores co-responsáveis pelo agravamento da crise ambiental. Destaca ainda, que “na sociedade contemporânea, os modos de produção das condições de vida consolidam o crescimento com intenso ônus social e ecológico”. (RIO DE JANEIRO, 1996, p.117)

Com referência à necessidade apontada na Conferência de Estocolmo de se efetivar um processo educativo em torno da questão ambiental, a Multieducação (op. cit., p.118) afirma que:

(...) a escola se apresenta como instância fundamental na superação do conceito de Meio Ambiente como algo abstrato, distante do nosso cotidiano e das relações que nós e nossos alunos travamos com as múltiplas realidades que vivenciamos no nosso local de trabalho, moradia e lazer.

Entretanto, ao apresentar propostas para o tratamento do tema meio ambiente através do ensino de matemática, articulando-o aos núcleos conceituais (identidade, espaço, tempo e transformação), afasta-se da visão complexa sobre o meio ambiente apresentada inicialmente.

Entre os aspectos que chamam a atenção nesse tratamento, evidencia-se a preocupação em mostrar que a constituição de diversos conteúdos matemáticos surgiram a partir das relações entre os indivíduos e destes com o meio ambiente; porém, as implicações decorrentes das questões econômicas e políticas, e até mesmo fatores sociais, como, por exemplo, a acentuada diferença entre classes, não ficam evidenciadas de forma clara ao se discutir a contribuição dos conteúdos de matemática junto a problemática ambiental. Como exemplo, veja a seguir, o que é proposto para se discutir sobre temática ambiental através dos conteúdos área e perímetro.

Desenvolvimento de conceitos e cálculo de área e perímetro do círculo através de problemas que envolvam questões de espaço urbano e rural.

Identificação, no meio ambiente, da existência de círculos e circunferências, estabelecendo-se as necessárias relações entre estes conceitos possibilitando a verificação do perímetro do círculo como equivalente ao comprimento da circunferência. (RIO DE JANEIRO, 1996, p.334)

O trecho acima refere-se às propostas apresentadas para se trabalhar os conteúdos área e perímetro no 9º ano, articulando meio ambiente e espaço. Um aspecto importante que não ficou elucidado ao serem apresentadas as propostas de trabalho dos assuntos – área e perímetro – foi a questão das ocupações de forma desordenada do perímetro urbano da cidade do Rio de Janeiro, geralmente em áreas de proteção ambiental, que em muitas vezes

acabam em tragédias ocasionadas pelas chuvas. Agregado a essa questão, pode ser discutido o que leva inúmeras famílias a buscarem residir em tais áreas.

Logo a seguir, os PCN elegem a cidadania como eixo central e categorizam temas ligados ao cotidiano como Ética, Orientação Sexual, Meio Ambiente, Saúde, Pluralidade Cultural e Trabalho e Consumo, seguindo critérios considerados de urgência social e abrangência nacional; além de possibilitar o ensino e a aprendizagem no ensino fundamental e favorecer a compreensão da realidade e a participação social. Propõem que sejam trabalhados de forma transversal nas disciplinas do ensino fundamental, além de sugerir que sejam selecionados os conteúdos de maneira que se priorize conceitos, procedimentos e atitudes de maior relevância social. Desta forma, o conhecimento matemático é proposto dividido em ‘blocos’ (Números e operações – Espaço e forma – Grandezas e medidas – Tratamento da informação), onde os conteúdos serão distribuídos.

Com a publicação dos PCN, proporcionou-se a possibilidade de se discutir práticas pedagógicas, planejamento de aulas, análise e seleção de conteúdos e materiais didáticos, além de recursos tecnológicos e avaliação em matemática. Todas essas discussões giram em torno de se formar cidadãos capazes de tomar decisões de forma crítica e participativa, podendo assim contribuir para a consolidação de uma sociedade mais igualitária e justa.

(...) valorizar positivamente a capacidade de questionar e propor mudanças, buscando construir situações didáticas que potencializem tal capacidade e possibilitem o aprendizado de modo a utilizá-lo de forma conseqüente, responsável e eficaz. (BRASIL, 1998, p. 36)

A partir daí, os livros didáticos que participam do PNLD (Programa Nacional do Livro Didático) sentem a necessidade de se adaptarem às novas propostas, tendo assim o

professor interessado em pôr em prática as sugestões dos PCN, um importante material de apoio.

Os PCN dispõem o segundo segmento do ensino fundamental dividido em dois ciclos (3º e 4º ciclos), onde apresentam algumas características que correspondem ao comportamento e anseios dos alunos e sugerem os conteúdos, conceitos e procedimentos para cada bloco de conhecimento, além de atitudes e critérios de avaliação pertinentes a cada ciclo. Esta abrangência de procedimentos sempre buscando interfaces entre os temas propostos e cada disciplina do ensino fundamental, procurando proporcionar meios pelos quais os professores possam transversalizá-los em suas aulas, também trouxeram grandes contribuições para melhoria do processo ensino-aprendizagem.

No caso do tema Meio Ambiente, é estabelecido como principal objetivo:

Contribuir para a formação de cidadãos conscientes, aptos a decidir e atuar na realidade socioambiental de um modo comprometido com a vida, com o bem-estar de cada um e da sociedade, local e global. (BRASIL, 1998, p.187)

Desta forma, o enfoque dado ao tratamento da temática ambiental é mais complexo que o proposto pela Multieducação.

Os conteúdos relativos à temática ambiental também são divididos em blocos. Sendo que o primeiro bloco, “A natureza cíclica da Natureza”, busca explicar o caráter dinâmico e transformador da Natureza; o segundo bloco, “Sociedade e Meio Ambiente”, prioriza as discussões sobre as relações existentes entre sociedade industrial e natureza, tratando assim de aspectos como, interesses de grupos, conflitos sociais e interesses políticos e econômicos; já o terceiro e último bloco, “Manejo e Conservação Ambiental”, destaca os

aspectos de preservação e conservação, onde são abordadas as interferências, positivas e negativas, dos seres humanos sobre o ambiente.

Com relação ao ensino de matemática, outro passo importante constituído com a implantação dos PCN foi sugerir o bloco de conteúdos Tratamento da Informação. Com o intuito de evidenciar sua importância para a atual sociedade, integram este bloco conteúdos de Estatística, além de probabilidade e problemas de contagem. Abre-se assim mais uma ‘porta’ para os professores transversalizarem a problemática ambiental em suas aulas.

Porém, um grande desafio que continua atormentando a todos que estão envolvidos com o processo ensino-aprendizagem de matemática, é a idéia de ver nos objetos de ensino, cópia fiel dos objetos da ciência. Acreditamos que esta dificuldade de se transpor o conhecimento da Matemática enquanto ciência em saber escolar, traz grandes prejuízos para a implementação mais efetiva das sugestões apresentadas pelos PCN e, conseqüentemente, um retrocesso no que diz respeito à aproximação do conhecimento adquirido na escola e a vida. E para Chevallard (1991 apud MARANDINO, 2005):

(...) as transformações que os saberes sofrem no âmbito do ensino são fundamentais, e a valorização da pura produção de conhecimento, em detrimento das manipulações necessárias ao processo de socialização, sugere a impossibilidade do próprio funcionamento das sociedades.

Para Chassot (2003, p.91):

A ciência pode ser considerada como uma linguagem construída pelos homens e pelas mulheres para explicar o nosso mundo natural. (...) Entender a ciência nos facilita, também, contribuir para controlar e prever as transformações que ocorrem na natureza. Assim, teremos condições de fazer com que essas transformações sejam propostas, para que conduzam a uma melhor qualidade de vida.

Por compartilharmos dessas opiniões, é que acreditamos que através de um ensino de matemática que leve em consideração os diversos saberes que estão presentes no universo escolar, dentre eles, a experiência social e cultural dos alunos, que problemas como os que agravam a crise ambiental possam ser minimizados.

2.3. O ensino de matemática e a temática Água.

(...) as principais causas da deterioração ininterrupta do meio ambiente mundial são os padrões insustentáveis de consumo e produção, especialmente nos países industrializados. Motivo de séria preocupação, tais padrões de consumo e produção provocam o agravamento da pobreza e dos desequilíbrios. (AGENDA 21; cap.4; 1992)

O mundo contemporâneo é regido pelas relações capitalistas de produção, onde se produz para se obter lucro, acúmulo de capital, e não para atender as necessidades das pessoas. Inúmeras são as discussões que atribuem a essas relações, as principais causas da crise ambiental.

A questão é que, com o advento da Revolução Industrial, diversos problemas que atualmente são responsabilizados como contribuidores do agravamento da crise ambiental como, aumento da fome e da pobreza, fragmentação do conhecimento, entre outros, surgem ou são intensificados. A produção de mercadorias que passam a ser fabricadas em larga escala tem sua matéria prima extraída da natureza, onde em muitos casos são recursos não-renováveis e gera a necessidade de consumo, consumo esse que torna-se insustentável.

Foladori, em *O Capitalismo e a Crise Ambiental*, ressalta o fato de que não só os países capitalistas são responsáveis pela depredação e poluição do planeta, referindo-se aos danos causados pelo antigo bloco socialista.

Para Leff (2007; p.64):

A problemática ambiental não é ideologicamente neutra nem é alheia a interesses econômicos e sociais. Sua gênese dá-se num processo histórico dominado pela expansão do modo de produção capitalista, pelos padrões tecnológicos gerados por uma racionalidade econômica guiada pelo propósito de maximizar os lucros e os excedentes econômicos a curto prazo, numa ordem econômica mundial marcada pela desigualdade entre nações e classes sociais.

A necessidade de consumir torna-se a mola impulsionadora das relações sociais capitalistas. O problema é que essas relações são excludentes, e fazem aumentar cada vez mais o número de marginalizados que conseqüentemente, geram fatores que contribuem para o agravamento da crise ambiental como, por exemplo, a ocupação de APA e os processos de urbanização sem qualquer planejamento. Leff (op. cit., p. 62), conclui dizendo que:

(...) é preciso diagnosticar os efeitos do processo de acumulação e as condições atuais de reprodução e expansão do capital, os impactos ambientais das práticas de produção e consumo e os processos históricos nos quais articulam-se a produção para o mercado com a produção para o autoconsumo das economias locais e as formações sociais dos países 'em desenvolvimento' para a valorização e exploração de seus recursos.

O impacto causado ao meio ambiente fruto dos padrões de produção e consumo que a sociedade moderna se acostumou a implementar, torna-se cada vez mais nítido. O aumento

da temperatura do planeta, problemas respiratórios causados pelos altos índices de poluição do ar, grandes áreas desflorestadas, entre outros, são conseqüências diretamente ligadas ao processo de industrialização que cresce no mundo inteiro, que por sua vez é estimulado por uma atividade de consumo que transcende ao papel de suprir as necessidades básicas pessoais.

A redução do percentual de água potável no planeta também é fruto desse processo de industrialização. Durante anos os resíduos industriais foram sendo lançados em rios e lagos sem que houvesse uma cobrança eficaz por parte do Estado quanto ao tratamento e coleta. Além disso, a falta de investimento em tecnologia que venha propiciar o uso mais racional de água pela agricultura e o crescimento urbano desordenado, agravaram a crise da água potável.

Em seu capítulo 18, a Agenda 21 faz referência à proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos e exige do Estado ações de combate ao esgotamento, poluição e degradação desses recursos que envolvem não só o setor industrial e a agricultura, mas também a conscientização da população.

Contudo, a gravidade que representa a escassez de água potável exige que as discussões em torno do seu uso sustentável ultrapassem o plano da responsabilidade individual e simplista. Para isto, torna-se necessário uma profunda mudança das atuais relações sociais de produção e consumo, mudanças de paradigmas atrelados à sociedade moderna, que implicariam diretamente nas economias dos países desenvolvidos.

O ensino de matemática por sua vez pode vir a contribuir para a manutenção desses paradigmas se estiver associado a uma prática educacional funcional à lógica científica instrumental e positivista; vinculado a uma concepção de educação que é incapaz de

transformar uma realidade que é constituída pelas relações capitalistas. D'Ambrósio (2005, p. 106), lembra que “a ciência moderna, que repousa em grande parte na matemática, nos fornece instrumentos notáveis para um bom relacionamento com a natureza, mas também poderosos instrumentos de destruição dessa mesma natureza”.

Acreditamos que um Ensino de Matemática associado a uma abordagem de Educação Ambiental, sob a perspectiva crítica, é capaz de permitir ao indivíduo e ao coletivo no qual está inserido, compreender que a crise ambiental é muito mais complexa do que geralmente se apresenta e que sua solução está condicionada a transposição e transformação de uma ideologia dominante, onde a própria ciência está inserida e se articula. Desta forma, temas como Água podem ser problematizados e o Ensino de Matemática ser o veículo que possibilite uma visão mais clara de suas inter-relações, promovendo tomadas de decisões e as intervenções necessárias.

Considerando a urgência de se (re)discutir esta temática em diferentes espaços de ensino, nesta pesquisa escolhemos a “Água” como um tema gerador no ensino de matemática, esperando que este, além de construir conhecimentos matemáticos, permita ao educando a tomada de decisão em diferentes esferas, a partir de um (re)pensar o relacionamento com a natureza.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

Como a pesquisa almeja contribuir para a formação do caráter crítico e transformador dos educandos, fizemos da participação desses sujeitos seu principal pilar metodológico. Sendo assim, o educando deixa de ser um objeto da pesquisa e do conhecimento científico e assume o papel de sujeito que, junto ao pesquisador especializado, são capazes de desvelar a realidade concreta. (FREIRE, 1986, p. 35)

Para Freire (op. cit., p. 36),

Quanto mais, em uma tal forma de conceber e praticar a pesquisa, os grupos populares vão aprofundando, como sujeitos, o ato de conhecimento de si em suas relações com a sua realidade, tanto mais vão podendo superar ou vão superando o conhecimento anterior em seus aspectos mais ingênuos.

Desta forma, o tema ambiental assume o potencial de tema gerador, pois segundo Tozoni-Reis (2006, p. 107),

As propostas educativas ambientais conscientizadoras podem tomar os temas ambientais locais como temas geradores desta ação conscientizadora, desde que estes temas sejam carregados de conteúdos socioambientais significativos para os educandos e sejam definidos coletivamente e participativamente.

E, em consonância com o caráter transversal exigido pelos documentos oficiais que tratam da educação ambiental no Brasil, fizemos uso do Tema Gerador, proposto por Paulo Freire, para abordarmos o tema Água. Segundo Tozoni-Reis (op. cit., p. 104):

Os temas geradores são temas que servem ao processo de codificação-decodificação e problematização da situação. Eles permitem concretizar, metodologicamente, o esforço de compreensão da realidade vivida para alcançar um nível mais crítico de conhecimento dessa realidade, pela experiência da reflexão coletiva da prática social real.(...) O processo de conscientização como princípio metodológico traz a possibilidade de construção da metodologia do tema gerador como um importante recurso para a educação ambiental por seu potencial reflexivo e problematizador.

O problema ambiental passa a ser visto como algo complexo, que possui múltiplas dimensões, envolvendo o social, político, econômico, cultural e ético. Exige atitudes transformadoras dos atuais paradigmas da sociedade moderna, “em direção a formas mais sustentáveis, justas e solidárias de vida e de relação com a natureza” (CARVALHO, 2004, p.21).

Com o tratamento dado ao tema Água como tema gerador, implica ao nosso trabalho não só uma horizontalidade entre os sujeitos, onde todos são considerados ‘pesquisadores’, logo interventores e manipuladores da realidade, mas também exige um diálogo constante entre teoria e prática. Além disso, como a pesquisa está inserida no contexto educacional e tem na figura do educador/pesquisador um componente que faz parte do cenário estudado a 9 anos, este estudo se caracteriza como uma pesquisa qualitativa através de uma abordagem participante.

Grossi define a Pesquisa Participante (PP) como:

Um processo de pesquisa no qual a comunidade participa da análise da sua própria realidade, com vistas a promover uma transformação social em benefício dos participantes, que são oprimidos. Portanto, é uma atividade de pesquisa, educacional e orientada para a ação. Em certa medida, a tentativa da PP foi vista como uma abordagem que poderia resolver a tensão contínua entre o processo de geração do conhecimento e o uso deste conhecimento, entre o mundo ‘acadêmico’ e o ‘irreal’, entre

intelectuais e trabalhadores, entre ciência e vida. (GROSSI apud DEMO, 1999, p.126)

Para Demo (1999, p. 122), “criar saber popular é um dos objetivos da Pesquisa Participante, porque acredita-se que o domínio do saber é uma fonte de poder, o que colaboraria no projeto de transformação social”.

Uma preocupação que se discute na Pesquisa Participante é quanto a exacerbação do caráter participativo e educativo em detrimento da pesquisa, onde a teoria é sacrificada em nome da prática (DEMO, op. cit., p. 129).

Segundo o próprio autor,

A prática é condição de historicidade da teoria; caso contrário, não acontece. A mera teoria é uma fuga da realidade. Mesmo que a prática limite a teoria, a traia e a deturpe, não há história real precisamente sem limitações, sem traições e sem deturpações. Aí está toda a grandeza da prática: a de ser realização histórica concreta.

(...) Se aceitarmos o relacionamento dialético entre teoria e prática, não seria possível negar que a prática é componente essencial também do processo de conhecimento e de intervenção na realidade. (DEMO, 1999, pp. 108; 129)

Desta forma, o caráter participativo e educativo existente em nossa pesquisa não a inviabiliza e sim possibilita a (re)discussão de nossa prática pedagógica.

Os sujeitos são 42 alunos de uma turma do 9º ano do ensino fundamental com média de idade de 14 anos de uma escola municipal situada na periferia do Complexo da Maré, bairro de Ramos, cidade do Rio de Janeiro, comunidade que se constituiu sobre um aterro que avançou e ainda avança sobre a Baía de Guanabara.

O complexo da Maré é constituído por 16 favelas, aqui chamadas de comunidades, formando um dos maiores conjuntos de favelas da cidade. Entendemos por ‘favela’ a

definição de Valladares (2000, p.7) que diz ser “aglomerados de casebres sem traçado, arruamento ou sem acesso aos serviços públicos, construídos em terrenos públicos ou de terceiros”.

A escola, cenário desta pesquisa, é a mais procurada em seu pólo no período de matrícula, o que nos faz acreditar que a comunidade reconhece qualidade no trabalho realizado, pois a escola possui baixa carência de professor e tem possibilitado aos egressos do ensino fundamental a entrada no ensino médio por concurso público.

Porém, pela experiência do autor, aqui sujeito da pesquisa, percebemos que temas ligados à problemática ambiental, trabalhados ao longo dos 9 anos de contato com o cenário estudado, sempre tiveram uma abordagem de projetos estanques tanto entre as disciplinas, como entre o tema e cada disciplina. Desta forma, características como transversalidade e interdisciplinaridade sugeridas pelos documentos oficiais para o trato com educação ambiental não são atendidas.

Além disso, os projetos se caracterizavam pela ênfase dada à transmissão de conhecimentos e/ou sensibilização objetivando a mudança de comportamento do indivíduo frente aos problemas ambientais através de atitudes ecologicamente corretas. Tais procedimentos pedagógicos excluídos da intervenção crítica, impossibilitam à compreensão da complexidade impregnada na questão ambiental, favorecendo a manutenção de paradigmas ambientais que nada tem a ver com a proposta de uma educação ambiental transformadora, capaz de “moverem os educandos a transformarem suas práticas individuais e coletivas” (GUIMARÃES, 2004, p.31).

É por acreditarmos que abordagens desse tipo não problematizam as questões ambientais ao ponto de exhibir toda a sua complexidade, inibindo o potencial de

compreensão da realidade vivida e conseqüentemente a tomada de decisão na direção de mudança de atitudes, é que partimos da hipótese que o tema Água sendo trabalhado como tema gerador, transversalizado aos conteúdos de matemática, seria capaz de contribuir não só para a aquisição de conhecimentos matemáticos, como vice-versa, permitindo ao educando uma aprendizagem significativa. Porém, é importante ressaltar que, concordamos com Guimarães (op. cit., p.31) quando diz que “superar essa tendência não significa negá-la, mas apropriá-la ao contexto crítico”.

Durante o primeiro semestre do ano letivo de 2009 de forma a criar situações-problema que impliquem na necessidade do educando em buscar no conhecimento matemático sua solução e compreensão, iniciamos este trabalho que foi dividido em três momentos: no primeiro chamado de sensibilizador, tivemos como objetivo chamar a atenção e compreender o sentido que cada aluno traz consigo sobre o tema. Para isto, utilizamos como recursos, tempestades de idéias, apresentação de slides e debates.

Esse primeiro momento durou 2 aulas de 50 minutos cada.

O segundo momento foi chamado de contextualizador, porque todas as atividades foram realizadas com objetivo de criar situações-problema que permitiam inserir os conteúdos de matemática propostos para o período da pesquisa – construção de tabelas, leitura e construção de gráficos de barras e setores, equação do 2º grau, introdução ao estudo de função, cálculo e unidades de medida de área (quadrado e retângulo) e volume (cubo e paralelepípedo) – além de conteúdos em nível de revisão como razão, proporção, regra de três simples, grandezas e porcentagem.

O processo de ensino e aprendizagem em matemática através de situação-problema é sugerido pelos PCN como sendo:

O ponto de partida da atividade matemática e não a definição. No processo de ensino e aprendizagem, conceitos, idéias e métodos matemáticos devem ser abordados mediante a exploração de problemas, ou seja, de situações em que os alunos precisem desenvolver algum tipo de estratégias para resolvê-las. (BRASIL, 1998, p. 40)

Como recursos, realizamos experiências que simularam atividades cotidianas relacionadas ao consumo de água, além de observação do desperdício de água no espaço escolar.

Todo o segundo momento durou 42 aulas, cada uma com 50 minutos.

O terceiro momento, chamado de conscientizador, teve como objetivo atender uma das propostas centrais da pesquisa que é de promover um (re)pensar do educando em seu relacionamento com a natureza. Apesar de batizarmos o momento como conscientizador, entendemos que o processo de conscientização se deu ao longo de toda a pesquisa, por compreendermos conscientização como sendo a “superação da consciência ingênua em busca da consciência crítica”.(FREIRE apud TOZONI-REIS, 2006, p.106)

Para isto, fizemos uso de uma característica da pesquisa participante que é de “retornar a informação ao povo na linguagem e na forma cultural na qual foi originada” (HALL apud DEMO, 1999, p. 123).

O processo de ‘retorno da informação’ deu-se através da apresentação de slides que faziam uma retrospectiva da pesquisa. Esse momento possibilitou contrapor diferentes realidades contribuindo para se (re)discutir a realidade na qual os sujeitos estão inseridos.

Com a exibição de um trecho do documentário *O mundo global visto do lado de cá*, de Milton Santos, no qual é discutida a privatização da água, o debate foi enriquecido com os aspectos social, político e econômico que o tema exige, possibilitando assim salientar

que o uso indiscriminado da água pode servir como justificativa para sua privatização e, conseqüentemente, exercer maior controle sobre as classes oprimidas. Por fim, o momento culminou com a avaliação do trabalho matemático e da temática água, onde todos os envolvidos com a pesquisa tiveram a oportunidade de discutir os aspectos que diferenciam o ensino de matemática como foi realizado dos métodos tradicionais.

Desta forma, a visão simplista, unívoca e individualizada sobre o tema é superada dando lugar a uma visão crítica. Segundo Freire (2007, p.114), “a natureza da ação corresponde à natureza da compreensão. Se a compreensão é crítica ou predominantemente crítica, a ação também o será”. Sendo assim, a educação ambiental supera o caráter de adestramento, mera mudança de comportamento, e assume uma função conscientizadora capaz de promover transformações individuais e coletivas.

O terceiro momento concluiu-se após 2 aulas, cada uma com 50 minutos.

Como técnica de coleta de dados utilizamos a observação participante, por compreender que melhor atende o caráter qualitativo da pesquisa. Minayo (apud Queiroz et al, 2007, pp. 280;281) define observação participante como:

Um processo pelo qual se mantém a presença do observador numa situação social com a finalidade de realizar uma investigação científica, na qual o observador está em relação face a face com os observados. Ao participar da vida deles, no seu cenário cultural, colhe dados e se torna parte do contexto sob observação, ao mesmo tempo modificando e sendo modificado por este.

Os dados coletados – falas e observações – foram sendo registrados pelo pesquisador. A partir daí, estes foram exaustivamente lidos e, através da sua análise, buscamos subsídios para interpretá-los. Segundo Minayo (1993, p. 203), a interpretação dos conteúdos dos dados, em termos gerais, procura relacionar:

(...) estruturas semânticas (significantes) com estruturas sociológicas (significados) dos enunciados. Articula a superfície dos textos descrita e analisada com os fatores que determinam suas características: variáveis psicossociais, contexto cultural, contexto e processo de produção da mensagem.

A autora, na definição acima, se aproxima de uma abordagem mais qualitativa da análise, privilegiando uma interpretação mais profunda do material de comunicação. Em consonância, procuramos sentido/significado nas falas e observações feitas, relacionando-as ao contexto histórico e social da comunidade e da escola onde os sujeitos estão inseridos, levando em consideração a presença de outros sujeitos da comunicação (professor e colegas de classe). Sendo assim, a palavra denota sentido e opera transformações, fazendo da comunicação um processo dinâmico e inacabado, onde as lacunas e silêncios ganham significados (MINAYO, op. cit., p. 206).

CAPÍTULO IV

RELATO DA EXPERIÊNCIA

A realização de um trabalho pedagógico subsidiado pela teoria do Tema Gerador favorece ao distanciamento de uma metodologia tradicionalmente utilizada, onde a relação professor-aluno é caracterizada pela narração e dissertação de conteúdos, tendo na figura do professor o único sujeito e detentor do saber. Essa educação, definida por ‘bancária’, em nada contribui para uma proposta libertadora, logo conscientizadora, de educação (FREIRE, 2005, pp. 65-68).

Sendo assim, o tema Água foi inserido em nosso trabalho pedagógico a partir do terceiro mês do início do ano letivo, de forma a problematizar a realidade concreta vivida por todos os sujeitos da pesquisa, buscando relacionar os conteúdos de matemática ao tema, onde o conhecimento foi sendo construído e ao mesmo tempo discutido levando em consideração os contextos sócio-econômico e cultural dos envolvidos.

Durante os dois primeiros meses procuramos conhecer as características da turma e adquirir a confiança da mesma. Nesse período os conteúdos de matemática foram trabalhados da maneira tradicional, pois dessa forma nos possibilitaria que ao final do período da pesquisa, todos os sujeitos envolvidos pudessem fazer conjecturas sobre ambos os métodos.

Porém, nosso trabalho com Tema Gerador não foi tão fiel. Traímos a teoria quando da escolha do tema, pois o mesmo não foi definido de forma coletiva e participativa. Definimos o tema por considerarmos significativa sua importância socioambiental, além de acreditarmos que sua escolha possibilitaria uma boa transversalização com os conteúdos de

matemática que são propostos para o 9º ano. Contudo, foi esclarecido à turma qual seria a proposta de trabalho e perguntado se a mesma gostaria de participar.

Demo (1999, p. 106) salienta que a prática possui como características o fato de ser “sempre uma opção da teoria que a fundamenta por trás” e de ter um “traço concreto, ao contrário da teoria, que é generalizante. Assim, não se pratica toda a teoria, mas versões concretas dela”.

A turma foi definida a partir da avaliação que fizemos das diagnoses realizadas pelos professores do ano letivo anterior e das observações realizadas durante os dois primeiros meses do atual ano letivo, no qual tivemos contato com a turma. As avaliações apontam para uma supremacia quanto a dificuldade no aprendizado de matemática, problemas de comportamento e não cumprimento das tarefas escolares. Essas características não são uniformes entre seus membros e nem unânimes, abrangendo cerca de 90% da turma.

A seguir, relatamos o período de trabalho com o tema Água dividido em três momentos: o sensibilizador, o contextualizador e o conscientizador. O relato traz também o período de duração das atividades realizadas em cada momento. Para isto, utilizamos como unidade a *aula*, que tem como referência de tempo, 50 minutos cada.

4.1. A sensibilização.

O tema Água começou a ser inserido com o professor solicitando a turma que expressassem através de uma palavra o que compreendiam sobre o mesmo. Nesse momento a turma se encontrava em sua própria sala, porém a disposição das mesas era em forma de círculo, propiciando assim uma maior interação de todos.

As palavras pronunciadas foram:

Sede	Saneamento	Alegria
Vida	Meio Ambiente	Sobrevivência
Pureza	Aquecimento Global	Energia
Banho	Calor	Alimentação
Responsabilidade	Chuva	Praia
Saúde	Enchentes	

Quando a aluna que mencionou a palavra *responsabilidade* é questionada pelo professor a melhor definir a palavra junto ao tema em discussão, ela responde: *desperdício*. E a turma colabora com outras como *conscientização*, *poluição* e *preservação*.

As palavras, em sua maioria, sugerem uma visão ingênua sobre o tema, apontando para o que Freire (2007, p.113) chama de “consciência ingênua”. Não remetem, por exemplo, à política, à cultura, à sociedade ou à economia. Em sua maioria, são palavras trazidas de questões que circulam o próprio cotidiano, ou oriundas de uma visão de meio ambiente promovida pela mídia e pela escola no qual estão inseridos.

Apesar de serem alunos do último ano do ensino fundamental, onde aproximadamente 85% da turma já estuda na escola pesquisada a pelo menos 7 anos, logo tiveram contato com projetos ligados à educação ambiental, acreditamos que o caráter conservador desses projetos não permitiu o desenvolvimento de uma perspectiva crítica de mundo. Por sua vez, esse conservadorismo é fruto das “armadilhas” que os paradigmas da sociedade moderna promovem sobre professores(as), proporcionando-lhes uma visão unívoca sobre a questão ambiental e aprisionando-os em um fazer pedagógico redundante (GUIMARÃES, 2004, p.30).

Projetos assim são mais difíceis de promover transformação. Veremos mais adiante que apesar de serem pronunciadas palavras como – *responsabilidade*, *desperdício* e *conscientização* – essas por sua vez não refletem na forma pelo qual os alunos lidam com a

água em suas práticas. Fruto de uma consciência⁶ que não permite enxergar as correlações causais e circunstanciais existentes nos atos.

Prosseguimos com o trabalho de sensibilização apresentando uma seqüência de slides⁷ e procuramos focar que dentro do total de água existente no planeta o percentual correspondente a água doce de fácil acesso é pequeno. A apresentação tratou ainda da concentração de água doce por região do Brasil, do consumo de água doce, além de uma seqüência de imagens fazendo um paralelo entre a seca e o desperdício.

Nesse momento, percebemos que os mesmos alunos que se identificaram com a imagem de uma pessoa tomando banho com o registro aberto e se expressaram de forma natural, criticaram o slide que apresentava uma pessoa ‘varrendo’ a calçada com jatos de água emanados por uma mangueira.

Ao serem questionados pelo professor sobre o porquê das críticas, um aluno tomou a palavra e respondeu:

“Ela está desperdiçando água. Deveria estar varrendo com a vassoura”.

Concluimos que o fato de não se vêem varrendo calçadas, pois onde moram não é comum as residências possuírem calçadas, favorece perceber o desperdício de água; diferentemente do ato de tomar banho com o registro aberto, característica muito comum em algumas famílias.

⁶ Estamos nos referindo a consciência ingênua definida por Freire.

⁷ Foram 18 slides elaborados a partir de informações contidas no material *Meio Ambiente e consumo*, de autoria do Idec e Inmetro (2002); e do artigo, *A água e sua distribuição espacial*, de Lorentz & Mendes (2008).

Os assuntos foram abordados através de gráficos de setores e pequenas tiragens textuais por acreditarmos que assim, prenderíamos melhor a atenção dos alunos. Além disso, a apresentação através de gráficos possibilita um trabalho de leitura e interpretação, assuntos previstos para o 9º ano.

Outro conteúdo de matemática explorado foi proporcionalidade, quando o professor chamou a atenção para a relação inversa existente entre o *nº de habitantes X concentração de água doce de fácil acesso por região do Brasil*.

Todo o trabalho de sensibilização durou 2 aulas e se caracterizou por momentos de extremo interesse e perplexidade, dando origem a perguntas e comentários.

4.2. A contextualização.

Concluimos que a melhor forma de transversalizar o tema Água junto aos conteúdos de matemática, seria partindo de situações-problema oriundas da realidade concreta vivenciada pelos sujeitos no envolvimento com a temática, além de outras oriundas dos recortes sobre o tema apresentados através de slides durante a sensibilização. Desta forma, foi propiciado o confronto de realidades, a interação entre o local e o global, “conectando a experiência e os repertórios já existentes com questões e experiências que possam gerar novos conceitos e significados” (CARVALHO, 2004, p.21).

D’Ambrósio (2007, p.86) reforça a importância da contextualização do conhecimento matemático, quando diz ser “fundamental na preparação para a cidadania o domínio de um conteúdo relacionado com o mundo atual”.

Sendo assim, iniciamos o segundo momento com a proposta de realizarmos no espaço físico da escola, em particular na quadra, experiências que simulassem o consumo de água

em rotinas domésticas como banho, lavagem de roupa (manual), lavagem de louça e escovação dos dentes; todas com o registro aberto, algo que foi confessado pela turma ser habitual. A proposta foi vista pela turma com grande entusiasmo, tanto que ao ser solicitado pelo professor a presença de voluntários para a realização das experiências, cinco alunos demonstraram interesse. Esse número torna-se significativo se levarmos em consideração o perfil da turma e que trata-se de alunos adolescentes, que teriam que realizar as simulações na presença de outras duas turmas, no momento em aula de educação física, vestidos com um saco de lixo preto para que não se molhassem.

Vimos a atitude de entusiasmo como sendo um reflexo de não ser habitual aulas fora do espaço da sala de aula e principalmente associadas à realidade dos alunos.

Antes de iniciarmos as simulações, foi colocado à turma que nosso objetivo era de coletar dados sobre o tempo e a quantidade de litros de água consumidos durante cada rotina, onde cada aluno deveria ter esses dados anotados. Com esse material em mãos, foi possível criarmos padrões de referência para resolução de problemas futuros envolvendo cada rotina.

As simulações foram realizadas em um tanque situado no perímetro da quadra, com exceção do banho que foi simulado no vestiário.

Utilizamos os seguintes materiais:

- 1 saco de lixo (usado como avental).
- 1 pano de chão (usado como peça de roupa).
- utensílios de louça (copo, prato e panela média).
- 1 balde de 20 litros.
- 1 escova de dentes.
- 1 cronômetro.

O conteúdo proporcionalidade mais uma vez foi aplicado na compreensão de valores inferiores a unidade – balde de 20 litros (utilizado para armazenar água em cada simulação).

Durante a simulação do banho, três alunas comentaram que possuíam o hábito de cantar, brincar, passar óleo, durante o banho, tudo com o registro aberto. Uma das meninas mencionou que, ao lavar o cabelo, seu banho durava em média 30 minutos. E completou relacionando tal procedimento com o fato de não pagar pela água.

“Quando eu lavo o cabelo, meu banho leva 30 minutos ou mais. Mas lá onde eu moro ninguém paga água”.

“Meu pai só reclama quando o banho é quente, devido à conta de luz.”

O fato do pai reclamar apenas do banho quente, relacionando ao custo maior da conta de luz, sugere que a preocupação com o alto consumo de água não se deriva de um custo ambiental e sim financeiro.

Ao final de todos os procedimentos chegamos aos seguintes valores aproximados:

Tabela 2: Simulação de rotinas domésticas com registro de água aberto.

Procedimento	Tempo	Consumo de água (L)
lavagem de roupa (1pç)	2' 37"	15
lavagem de louça (15pç)	5' 39"	30
escovação dos dentes	28"	3,2
Banho	10'	40

Ao final da última simulação, retornamos à sala de aula onde o professor solicitou aos alunos que têm por hábito tomar banho com o registro aberto que cronometrassem o tempo de duração.

Todo o trabalho com as simulações durou 2 aulas e percorreu sem problemas, sendo caracterizada pela participação de todos os alunos que além da atenção destinada às simulações, foram capazes de perceber detalhes, como o forte odor de cloro emanado pela água que manuseávamos.

O principal foco em nossa pesquisa relacionado à questão ambiental diz respeito ao desperdício de água. E como a proposta é trabalhar com a realidade concreta dos educandos, aqui sujeitos da pesquisa, tornou-se imprescindível conhecermos o desperdício de água no espaço escolar.

Assim, iniciamos o trabalho com o professor informando a turma qual seria o objetivo da aula e que todos teriam a responsabilidade de identificar os pontos de saída de água que apresentasse algum tipo de desperdício, verificando se o desperdício era oriundo de vazamento ou de registro mau fechado, além da coleta de dados como a quantidade de água desperdiçada em um determinado período de tempo, tudo devidamente registrado.

Percorremos 55 pontos de água, incluindo bebedouros, torneiras, descargas sanitárias e chuveiros. Cobrimos assim, todos os pontos de saída de água da escola, com exceção da cozinha que não tivemos permissão por questão de higiene. Aproveitamos também para conhecermos o hidrômetro da escola, onde aprendemos a fazer a leitura do mesmo. Dos 37 alunos presentes, apenas dois já conheciam um hidrômetro.

Foram identificados 10 pontos de saída de água apresentando algum tipo de desperdício, em que 40% oriundo de registro mal fechado e o restante de vazamento, totalizando aproximadamente 309 litros de água desperdiçada a cada 24 horas, representando aproximadamente 0,02% do total de água consumida pela escola no período de um mês. Esses cálculos foram apresentados pelos alunos ao responderem os problemas

formulados como exercícios de casa sobre o assunto *Construção e leitura de gráfico de barras e setores*.

Todo o trabalho durou 4 aulas, divididas em dois dias. No segundo dia percorrendo a escola três alunos perceberam que os pontos identificados anteriormente apresentando algum tipo de desperdício foram todos sanados.

Os materiais utilizados foram:

- 1 funil grande.
- 1 par de luvas de borracha.
- 1 pote de sorvete de 1,5 litros.
- 1 cronômetro.
- 1 copo de 300 ml.
- 1 garrafa plástica de 2 litros.

Mais uma vez a aula de campo foi bem sucedida, atingindo os objetivos propostos e reafirmando a sua importância como metodologia pedagógica. Porém, pela primeira vez após iniciado o trabalho com o tema água, percebemos alunos ficando dispersos. Neste momento, concluímos que a seqüência de três dias consecutivos de aula de campo poderia ser a causa do princípio de desmotivação, pois o que era até então uma novidade para alunos acostumados às aulas restritas ao espaço da sala, tornou-se uma rotina.

Demos continuidade à temática água como tema gerador retomando as atividades em sala de aula, onde iniciamos os trabalhos de transversalização do tema com os assuntos de matemática.

O primeiro assunto trabalhado foi *Construção e Leitura de Tabela*, em que utilizamos como recursos o Data Show, um computador portátil e o programa Excel.

Antes de iniciarmos a introdução do assunto propriamente dito, sentimos necessidade de apresentar o Excel à turma. Nesse momento, criou-se uma grande agitação, pois o fato de manusear o Excel não era novidade para aproximadamente 50% dos presentes.

O assunto foi sendo construído com a participação de todos. Nossa tabela recebeu o título de Consumo de Água por Aluno, título sugerido pelos próprios alunos, contendo como dados os nomes dos alunos, tempo em minutos de duração do banho com o registro aberto, consumo de água e percentual.

A coluna *aluno* foi preenchida apenas por alunos da turma que têm por hábito tomar banho com o registro aberto. Porém, dos 32 alunos que admitiram ter esse hábito, apenas 21 tinham cronometrado o tempo de duração do banho em casa, como tinha sido pedido anteriormente. As colunas *aluno* e *tempo* foram preenchidas com a ida de cada aluno até o computador inserindo seu nome e o respectivo tempo de duração do banho.

A coluna *consumo de água* foi preenchida através da construção de uma fórmula tirada a partir do valor padrão – 4 litros / minuto – tomado no momento das simulações anteriormente mencionadas. Os alunos ficaram surpresos ao perceberem a eficiência da fórmula criada que ia automaticamente relacionando o tempo do banho com o consumo de água.

Apesar de muitos já conhecerem o Excel, não conheciam o recurso de construção de fórmulas matemáticas. Aproveitamos para definir *fórmula* e fazer uma revisão do trabalho com regra de três.

Demos prosseguimento à construção da tabela na aula seguinte, pois faltou concluir a coluna *percentual*. Para isto, discutimos com a turma qual seria um parâmetro que nos desse condições de concluir se o consumo de água durante o banho de um determinado

aluno é alto ou não. Nesse momento, um aluno imediatamente respondeu que deveríamos comparar com o total de água consumida por todos os alunos constantes da tabela. A partir dessa conclusão, relacionamos o total de água a 100%, proposta dos próprios alunos. Logo a seguir, o professor questionou o por quê relacionar a 100% e não a 150% ou outro valor qualquer. E percebemos que os alunos sabiam que o ‘todo’ se representa com 100%, mas não sabiam o motivo.

O fato de não saberem o motivo pelo qual utiliza-se 100% para representar o ‘todo’, apesar de saberem aplicar na prática do cálculo com regra de três, sugere um aprendizado mecânico do assunto, típico da concepção ‘bancária’ de educação.

Concluimos a tabela com a construção de uma fórmula no Excel que nos possibilitou a inserção automática pelo computador do percentual correspondente a cada aluno.

Com a tabela pronta, realizamos a leitura da mesma e percebemos que as alunas levam mais tempo no banho que os alunos. Após uma seqüência de ‘acusações’ por parte dos rapazes, as moças se defendem e responsabilizam os longos cabelos. A discussão criada foi fruto da boa interação promovida pela aula, provando que aula de matemática também pode ser divertida.

Aproveitamos o assunto *porcentagem* e formulamos a seguinte situação-problema:

O consumo de água para uso doméstico não é uniforme pelo mundo. Enquanto na Suíça o consumo médio anual *per capita* é de 150 m³, nos EUA chega a quase 2000 m³. Descubra em quantos por centos, aproximadamente, um americano consome mais água que um suíço. (Fonte: BRASIL, 2002, p.12)

Objetivamos com esse exercício mostrar a não uniformidade no consumo de água pelo mundo e inserir a relação existente entre m³ e litro, facilitando a compreensão da média diária de consumo.

Além disso, pudemos discutir porque dois países tão desenvolvidos economicamente têm padrões de consumo tão diferentes. Nesse momento, surgiu o fato da economia dos EUA ser marcada pelo alto consumo, demonstrando não ter grandes preocupações com as questões ambientais.

Durante a discussão, alguns alunos perceberam que os hábitos de consumo de água dos americanos não estão muito diferentes dos próprios. E ainda nos ajudou a concluir que pagar ou não pela água que consome não implica necessariamente em consciência ambiental.

O exercício proporcionou também que percebessem a importância do conhecimento matemático como ferramenta de leitura e interpretação de questões políticas e sociais, proposta defendida nos PCN.

Todo o trabalho de construção e leitura da tabela durou 2 aulas. Mesmo tempo destinado à realização e discussão do exercício.

No primeiro dia de aula após o trabalho com a construção da tabela, fomos surpreendidos com a abordagem de uma aluna no corredor antes do início da aula onde fez o seguinte comentário:

“ A turma não está gostando da aula. O pessoal acha que a matéria está atrasada. O tempo todo só falando em água!”

Ironicamente a fala da aluna caiu como um balde de ‘água’ fria.

A fala nos obrigou a discutir com a turma os motivos pelos quais a nossa aula tinha se tornado desestimuladora. Freire (1996, pp. 38-40) nos ensina que se queremos uma prática pedagógica libertadora, não opressora, precisamos saber escutar e refletir sobre essa prática.

“É pensando criticamente a prática de hoje ou de ontem que se pode melhorar a próxima prática”. E salienta a importância e necessidade desse saber:

Se, na verdade, o sonho que nos anima é democrático e solidário, não é falando aos outros, de cima para baixo, sobretudo, como se fôssemos os donos da verdade a ser transmitida aos demais, que aprendemos a escutar, mas é escutando que aprendemos a falar com eles. FREIRE (op. cit., p. 113)

Sendo assim, abrimos espaço em nossa aula e nos dirigimos à turma questionando o porquê do desinteresse, se a turma não estava gostando da forma que estava sendo apresentada a matéria. Foi quando três alunas que, por sinal sempre demonstraram interesse, colocaram:

“Estamos preocupadas em não dar tempo de ver toda a matéria.”

“O senhor não vai dar prova?”

“A outra turma já está vendo equação do 2º grau.”

As falas refletem a concepção ‘bancária’ de educação, na qual a preocupação com a quantidade de conteúdo, a forma encadeada e aprisionada de ministrá-los e a necessidade da prova como principal e muitas vezes único processo de avaliação da aprendizagem, são características. Freire (2005, p.66) ressalta que a narração dos conteúdos, conduzindo os educandos à memorização mecânica, transforma-os “em ‘vasilhas’, em recipientes a serem ‘enchidos’ pelo educador”. Onde “quanto mais vá ‘enchendo’ os recipientes com seus ‘depósitos’, tanto melhor educador será. Quanto mais se deixem docilmente ‘encher’, tanto melhores educandos serão”.

Isso é, na concepção ‘bancária’, o não contentamento dos alunos com a forma de conduzir do professor costuma ser visto como rebeldia, típico de alunos que *não sabem e*

não querem nada, apenas desestabilizar a aula e tirar a autoridade do professor. Logo, alunos não quistos.

Após as falas dos alunos, relembramos aos mesmos os objetivos dos quais estávamos transversalizando o tema *Água* ao conteúdo de matemática e que, ao final do período proposto, todos iríamos avaliar essa forma de trabalho. Neste momento, todos reiteraram a confiança e demos seqüência à aula com a prática de exercícios sobre construção e leitura de tabelas. Todo o trabalho durou 2 aulas.

Prosseguimos os conteúdos de matemática com o assunto *Construção e leitura de gráfico de barras e setores*. Iniciamos definindo o assunto utilizando como exemplo dados da tabela sobre consumo de água durante o banho, onde mostramos que um gráfico bem construído deveria ser capaz de passar a informação sem dar margem a dúvidas e de forma sucinta. Neste momento, aproveitamos para diferenciar práticas de uso de gráficos de barras e setores, esclarecendo que o de barras geralmente é utilizado para comparar dados de mesma natureza e que o de setores geralmente é utilizado para relacionar as partes de um todo.

Utilizamos como procedimento metodológico, o lançamento do conteúdo à lousa através de uma constante discussão sobre o assunto, possibilitando assim a construção do conhecimento de forma compartilhada. Percebemos que dessa forma o número de conversas paralelas que não tinham como foco o assunto tratado na aula reduziu e a participação na construção do conhecimento proposto aumentou.

Para exemplificarmos o gráfico de setores, utilizamos a divisão percentual existente entre o consumo de água doce na indústria, na agricultura e no uso doméstico. A partir daí, começamos a aprender construir gráfico de setores. Neste momento, percebemos grande

entusiasmo de realizar a tarefa, porém com muita dificuldade no manuseio do compasso e do transferidor. Desta forma, as maiores dificuldades apresentadas na construção de gráfico de setores não estavam relacionadas aos procedimentos algébricos ou aritméticos e sim ao manuseio de instrumentos geométricos. Ao serem questionados se nunca tinham tido contato com esses instrumentos responderam que já haviam tido contato.

Acreditamos que essa dificuldade estaria relacionada à preponderância das aulas narrativas em detrimento dos momentos de construção.

Em seguida, trabalhamos com três exercícios em seqüência, com o objetivo de discutir a distribuição de água doce por região do Brasil e sua relação inversa com o número de habitantes. São eles:

1) A concentração de água doce no Brasil não é uniforme. Dos cerca de 13,56 trilhões de m³ de água doce de fácil acesso, a região Norte detém aproximadamente 70%, enquanto sua vizinha Nordeste, apenas 3%. A distribuição entre as outras regiões é de 15% para o Centro-Oeste e o restante dividido igualmente entre as regiões Sul e Sudeste. (Fonte: A água e sua distribuição espacial; 2008)

a) Construa uma tabela relacionando as regiões do Brasil e seus respectivos percentuais.

b) Represente através dos gráficos de barras e setores os dados da tabela anterior.

2) A tabela a seguir, mostra a população de cada região do Brasil com sua respectiva porcentagem. Com esses dados, construa um gráfico de setores.

Norte	12900000	8%
Nordeste	47741000	28%
Centro-Oeste	11636000	7%
Sudeste	72412000	42%
Sul	25107000	15%
Total	169796000	100%

Fonte: IBGE. Censo demográfico 2000.

3) Com base nos exercícios 1 e 2, construa uma tabela relacionando a quantidade de litros de água disponível por pessoa para cada região do Brasil. (dica: $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ l}$)

Esses problemas, além de terem proporcionado o exercício dos assuntos propostos até então – tabelas e gráficos – possibilitaram a discussão sobre a inversa relação existente entre a concentração de água doce e o número de habitantes por região do Brasil.

A proposta era que os problemas fossem realizados em duplas. Mais uma vez percebemos uma grande dificuldade no trabalho com exercícios do tipo situação-problema por parte dos alunos. Contudo, dos 38 alunos presentes, cerca de 3/4 participaram com bastante entusiasmo.

Aproveitamos a correção dos exercícios para discuti-los. O professor interrogou a turma sobre que conclusão tiraram quanto a relação: concentração de água X n° de habitantes por região do Brasil. Neste momento, uma aluna disse:

“As regiões com maior número de pessoas têm menos água.”

Logo após, o professor questionou a turma sobre as conseqüências da permanência a longo prazo da imigração para o sudeste da população oriunda de outras regiões brasileiras. Foi quando um aluno respondeu:

“Não vai ter água para todo mundo.”

As respostas dos alunos sinalizam à superação do estágio de consciência ingênua, rumo a uma consciência mais crítica, pois apresentam explicações de causalidade para os fatos, substituindo as explicações ‘mágicas’. Esta superação se faz necessária para que a conscientização se consuma. (FREIRE apud TOZONI-REIS, 2006, p. 106)

O próximo conteúdo de matemática trabalhado foi *Equação do 2º grau*. Para isto, cada aluno recebeu uma folha contendo um texto com informações oriundas do artigo “Notas sobre água e chuva: o Programa Um Milhão de Cisternas no semi-árido” de Galizoni & Ribeiro. O texto é seguido de uma situação-problema formulada a partir do próprio texto. Veja a seguir:

O semi-árido brasileiro é um dos maiores do planeta, tanto em extensão – cobre uma área de aproximadamente 900.000 km^2 , englobando 11 estados – quanto em população: mais de 18 milhões de pessoas vivem nele. A maior parte do solo do semi-árido brasileiro é formado por rochas cristalinas que apresentam diversas dificuldades para aprisionamento e aproveitamento de água subterrânea, seja por sua impermeabilidade seja pela forte presença de sais que tornam sua água salobra e com problemas de potabilidade.

Com objetivo de armazenar água da chuva e disponibilizá-la para o consumo humano reduzindo assim o sofrimento da população rural do semi-árido, surge através da iniciativa conjunta entre a sociedade civil organizada e governos, o “ Programa de formação e mobilização social para convivência com o semi-árido: Um Milhão de Cisternas Rurais”.

Elas possuem capacidade para guardar aproximadamente 15 mil litros de água cada, o suficiente para fornecer uma média de 60 litros diários, considerado o bastante para uma família de 5 membros beber e cozinhar durante 8 meses, período médio de duração da estiagem no semi-árido brasileiro.

Se considerarmos a cisterna acima mencionada tendo o formato de um paralelepípedo, sua capacidade de armazenamento (volume) é calculada através do produto de suas três dimensões. Sendo assim, descubra o comprimento e a largura de uma cisterna de 15 mil litros (= 15 m^3) cuja altura é de 1m e o comprimento excede a largura em 2 m.

Antes que nos detivéssemos ao problema formulado, foi proposto pelo professor que a turma fizesse uma leitura inicial do texto. Foi nesse momento que uma aluna identificou a realidade vivenciada pela avó nas informações trazidas no texto.

“Fizeram isso na casa da minha avó. Ela mora em uma cidade da Bahia. Mas lá pra dentro. Eles deram o material mais 700 litros de água para lavar a cisterna depois de pronta e o povo construiu. Só ganhava quem não tivesse outra e os mais necessitados.”

O interessante é que essa mesma aluna quando fazia a leitura do texto questionou o que era semi-árido, sem saber que a avó mora em uma área abrangida pelo mesmo.

Em seguida, outro aluno se surpreende ao relacionar o gasto de água com o banho de alguns colegas da turma com a quantidade que a construção das cisternas iriam proporcionar as pessoas do semi-árido.

“Na pesquisa do banho as pessoas só no banho gastam muito mais. Sessenta litros por família! São 12 litros para cada um beber e comer.”

A fala do aluno demonstra que o mesmo foi capaz de perceber a importância de um consumo mais sustentável da água, visto a dificuldade que é conviver com sua escassez. Sua compreensão se deu a partir da aplicação do conhecimento matemático, o que favoreceu uma visão mais clara dos aspectos ambientais e sociais envolvidos. Esta compreensão por sua vez, faz com que o conteúdo de matemática torne-se significativo, promovendo uma mútua contribuição entre Educação Matemática e Educação Ambiental, representando para o aluno um aprendizado mais cabal do objeto estudado.

As falas de ambos os alunos causaram um enorme burburinho na sala. Uma terceira aluna que, tinha como hábito tomar banho com o registro aberto por cerca de 30 minutos, onde de acordo com nossa simulação representa um consumo de água de 120 litros por banho, de forma acanhada e melindrada, confessa ao professor:

“Não estou mais tomando banho assim, mas é tão difícil mudar.”

Se analisarmos a fala da aluna de forma simplista e descontextualizada, poderíamos chegar a conclusão que a mesma luta contra um vício e como todo vício a mudança requer muita perseverança. Porém, esta aluna é moradora de uma comunidade do Rio de Janeiro e

como tal é historicamente desprovida de uma série de necessidades. Freire (1996, p.74) traduz bem o significado de nascer e/ou morar em uma favela, aqui por nós chamada de comunidade:

Em uma favela cedo se aprende que só a custo de muita teimosia se consegue tecer a vida com sua quase ausência – ou negação –, com carência, com ameaça, com desespero, com ofensa e dor.

Perante tanta carência e desesperança, o fato de ter que deixar de tomar banho da forma que concluía ser necessária e agradável, mesmo que isto remeta ao desperdício e a todas às suas conseqüências ambientais, pode ser encarado como mais uma negação ou perda para essa aluna.

Desta forma, alcançar o estágio de consciência crítica ou epistemológica, considerada por Freire (op. cit., pp. 76;77) como sendo vital à mudança e tomada de decisão, exige da aluna conhecer seu papel no mundo, “não apenas como objeto da História mas seu sujeito igualmente”. “É o saber da História como possibilidade e não como determinação”. É ver que “o mundo não é, ele está sendo”. Assim, poderia mudar não só o hábito do banho mas também sua história e a história do coletivo no qual está inserida.

O texto ainda fez surgir dúvidas em palavras como *salobra* e *impenetrabilidade*, estimulando assim o senso de curiosidade dos alunos, o *querer saber mais* seja para compreensão do próprio texto, seja para relacioná-lo à realidade concreta.

Com auxílio do próprio texto, demos continuidade ao exercício da curiosidade e a partir de comparações e aproximações, definimos *Área* e *Volume*; em seguida, definimos *Paralelepípedo* e *Cubo*. Desta forma, os assuntos *Área* e *Volume* são inseridos às situações-problema envolvendo *Equação do 2º grau* e passam os três serem trabalhados juntos.

O exercício da curiosidade como forma de se obter o conhecimento cabal do objeto estudado, é defendido por Freire (1996, pp. 84-90); já o trabalho em conjunto dos assuntos, é sugerido pelos PCN (1998, p.22) quando faz duras críticas quanto a organização dos conteúdos de matemática de forma hierarquizada e acorrentada.

Com a clareza das definições anteriormente citadas, não foi difícil chegarmos à igualdade $x^2 + 2x - 15 = 0$ para o problema apresentado.

A partir da igualdade encontrada no problema anterior, definimos equação do 2º grau. Ao verificarmos os coeficientes numéricos do polinômio e apresentarmos a forma $ax^2 + bx + c = 0$, foi fácil os alunos relacionarem os valores de a, b e c aos respectivos coeficientes do polinômio. A partir daí, discutimos o porquê que o 'a' tem que ser sempre diferente de zero.

Com a compreensão e identificação dos valores de a, b e c, apresentamos a fórmula de Bhaskara⁸ como um método para se descobrir o valor da incógnita da equação.

Apesar de surgirem erros aritméticos no trabalho com a fórmula, a turma de uma maneira geral não apresentou dificuldades para descobrir o valor de x na equação e de responder a pergunta proposta pelo problema sobre os valores da largura e comprimento da cisterna.

Com base no próprio texto sobre o semi-árido e lembrando a questão levantada pelo aluno que percebeu o quão pouco de água (comparado ao seu padrão de consumo e de seus colegas) a construção das cisternas iria proporcionar aos moradores do semi-árido,

⁸ Processo puramente algébrico capaz de resolver qualquer tipo de equação do 2º grau. A fórmula recebeu o nome do matemático hindu Bhaskara, considerado o mais importante matemático do século XII. Porém, não se sabe porque a fórmula foi batizada com seu nome, pois não se tem nenhuma evidência do processo ter sido formulado primeiramente por Bhaskara. (BOYER, 1996, p. 151;152)

propusemos a criação de um exercício que ampliaria a capacidade da cisterna para 35 mil litros.

Para isso, discutimos quais as possibilidades de ampliação dessa capacidade. Com o conhecimento de volume de um paralelepípedo em mente e com as informações oriundas do texto, vimos que as características do solo e a falta de maquinário adequado não possibilitariam facilidades de construção de cisternas profundas, foi quando resolvemos manter a altura em 1 metro e ampliar em um mesmo valor as dimensões da largura e do comprimento. Sendo assim, o problema proposto foi:

Descubra quais os novos valores de comprimento e largura da cisterna de forma a ampliar sua capacidade para 35 mil litros mantendo sua altura em 1 metro, já que desejamos ampliar largura e comprimento em um mesmo valor.

Acreditamos que por ter sido um problema construído em conjunto, houve um grande interesse da turma em resolvê-lo. Porém, apenas dois alunos da turma, em um total de 38 presentes, conseguiram constituir a equação do 2º grau sem a ajuda do professor.

Pela experiência do autor, concluímos que a grande dificuldade apresentada pelos alunos em expressar matematicamente as informações oriundas do problema, esse construído com a participação da turma, é resultado de anos em contato com um ensino de matemática apresentado através de um ‘despejo’ de conteúdos descontextualizados, desconectados entre si e sem a participação dos alunos enquanto sujeitos na construção do conhecimento.

O que percebemos é que apesar do Movimento da Matemática Moderna ter entrado em declínio no Brasil na década de 70 e de lá pra cá ter se avançado muito nas discussões de um ensino de matemática mais significativo, possibilitando ao aluno uma visão mais

crítica de mundo, suas raízes ainda se encontram infiltradas nas escolas através da prática ‘bancária’, onde alguns professores que, por motivos que não cabem ao nosso trabalho discutir, resistem a mudar.

Prosseguimos o trabalho com equação do 2º grau exercitando problemas relacionados a outros temas além da água, proposta sugerida pelos alunos. Porém, procuramos manter os assuntos *Área* e *Volume* presentes.

Em uma das aulas dedicada à prática de exercícios, os exercícios propostos tiveram a participação dos alunos na construção. Aproveitamos essa prática para discutirmos as relações existentes entre os coeficientes e as raízes (soluções) de uma equação do 2º grau. Inseridos no processo de criação dos exercícios, rapidamente os alunos perceberam a relação existente entre a soma e o produto das raízes com os coeficientes da equação. A partir daí, foram capazes de determinar uma equação do 2º grau, conhecidas suas raízes.

A participação na elaboração dos exercícios fez com que a aula se tornasse mais dinâmica. Além disso, percebemos uma melhor compreensão do exercício, o que facilitou sua solução.

É importante ressaltar que, apesar do grande tempo utilizado na elaboração dos exercícios, pois a participação na elaboração não é uma prática comum aos alunos, esse tempo foi compensado com a maior agilidade na compreensão e solução dos mesmos, um avanço se compararmos com a experiência que tivemos com esse tipo de prática no momento da apresentação do conteúdo *Equação do 2º grau*.

Além disso, percebemos que os alunos mais envolvidos na elaboração dos exercícios foram os que apresentaram melhor agilidade. Concluimos assim, a viabilidade desse tipo de prática como uma alternativa para compreensão do conteúdo trabalhado.

Acreditamos que esse maior aproveitamento esteja relacionado ao fato de que todos os sujeitos envolvidos no processo de aprendizagem estavam engajados na (re)criação do conhecimento, o que possibilitou uma ação refletida sobre o ato, além de ter permitido a superação da contradição opressor-oprimido, favorecendo a auto-estima dos alunos e colocando-os co-responsáveis neste processo que, segundo Freire (2005, p. 32-64), são fatores indispensáveis à pedagogia libertadora.

O último conteúdo trabalhado foi *Função*. Nosso objetivo com o assunto foi propiciar aos alunos o entendimento sobre o que é uma função, saber identificá-la e expressá-la matematicamente.

Prosseguimos nosso trabalho transversalizando o tema Água ao conteúdo de matemática. Para isso, retornamos novamente à tabela construída em aula com o auxílio do Excel e recuperamos a fórmula criada que relacionava as colunas Tempo e Consumo de Água. Desta forma, com certa facilidade os alunos perceberam a relação de dependência existente entre as grandezas Tempo e Consumo.

A partir daí, retiramos os dados da tabela pertinentes as colunas em questão e mostramos que se tratavam de dois conjuntos, não-vazios, onde para cada elemento do conjunto Tempo, associava-se um e único elemento do conjunto Consumo, definindo assim *Função*.

Em seguida, o professor oralmente foi colocando situações-problema sobre função, que envolviam outros temas além da Água e a cada problema, pediu a turma que identificasse as grandezas, a relação de dependência e que expressassem matematicamente a função.

Na sua experiência docente, o autor desta dissertação tem observado dificuldades por parte dos alunos no aprendizado de função. Além disso, a turma em questão veio apresentando dificuldades de interpretar os problemas ao longo de todo o trabalho. Porém, o aproveitamento junto aos exercícios propostos foi muito bom, algo que nos trouxe uma grata surpresa.

Creditamos esse bom aproveitamento ao fato de que no momento da construção da tabela anteriormente citada, o professor aproveitou a fórmula matemática criada para a construção da coluna Consumo de Água e mencionou que se tratava de uma função, assunto que seria posteriormente estudado. Essa prática se fez presente em outros momentos.

Como sujeitos e participantes efetivos da pesquisa, aproveitamos fatos e colocações dos alunos ocorridas durante a mesma, para elaborarmos dois exercícios que retratam um pouco do cotidiano dos envolvidos.

O primeiro exercício, relaciona-se com a colocação de alunos que mencionaram que a água que chega em suas residências tem sua origem na associação de moradores que, através de um reservatório, armazena a água da CEDAE (Companhia Estadual de Água e Esgoto – RJ) e distribui para toda comunidade. Os mesmos afirmaram que cada família da comunidade paga uma taxa fixa pela água, que hoje gira em torno de R\$ 15,00 (o valor varia de acordo com a comunidade). Os alunos não souberam, ou não quiseram dizer, sobre o que é feito com o dinheiro arrecadado e se o mesmo é realmente em benefício da associação de moradores.

Nós, por motivos de segurança, achamos melhor não aprofundarmos esse assunto.

A seguir, o exercício do qual falamos.

1) O reservatório de água de uma comunidade possui o formato de um paralelepípedo onde as dimensões de sua base possuem igual valor e sua altura 3m. Tal reservatório abastece 850 famílias da comunidade que não pagam pela água fornecida pela companhia pública de tratamento de água da cidade.

a) Expresse matematicamente a relação existente entre o volume desse reservatório em função das dimensões de sua base.

b) Considerando que o custo da companhia com o tratamento da água é de R\$ 0,58 por m^3 (considerando apenas custo com produtos químicos) expresse matematicamente a relação existente entre o custo com o tratamento em função do volume de água que uma família dessa comunidade consome.

c) Se considerarmos que uma família composta de 5 pessoas, moradores da comunidade, consome por dia aproximadamente 1500 litros de água, qual o custo por mês que a companhia tem, fornecendo água para essa família? (Dado: 1000 litros = $1 m^3$)

Após sua resolução, discutimos sobre a real gratuidade da água que é fornecida pela CEDAE, já que a mesma gera um custo para o Estado. Nesse momento, um aluno chamou atenção de todos ao mencionar que “através dos impostos”, todos pagamos pela água. E o professor lembrou que, ao consumirmos um produto, a taxa de impostos cobrada, não difere para o rico ou para o pobre. Logo após, outra aluna participou mencionando que mesmo a família dela que ‘não paga’ pela água, está tendo que comprar água para beber, já que a mesma está vindo muito amarelada.

O segundo exercício trabalhado fez referência às aulas em que verificamos o desperdício de água no espaço escolar. A partir dos dados apurados, elaboramos o exercício a seguir.

2) Em nossa escola, foram detectados 10 pontos de saída de água apresentando algum tipo de desperdício, oriundos de registros mal fechados e peças danificadas, totalizando aproximadamente 309 litros de água desperdiçada a cada 24 horas.

a) Expresse matematicamente a relação existente entre o volume de água desperdiçada em função do tempo (dia).

b) Se considerarmos que a escola paga pelo m^3 de água consumida R\$ 1,55 , expresse matematicamente a relação existente entre o custo com a água em função dos m^3 .

c) Quantos reais a escola gasta desnecessariamente por mês com água desperdiçada? (Dado: 1000 litros = $1 m^3$)

Após resolvermos o exercício, o professor questionou a turma se o custo com o desperdício seria apenas o financeiro. Todos da turma só viram o custo financeiro, com exceção de uma aluna que mencionou “custo ambiental”.

Qualquer aluno que naquele momento fizesse referência à questão ambiental, seria altamente positivo para as pretensões do nosso trabalho. Porém, partindo dessa aluna foi especial, pois a mesma foi quem, no momento da simulação do banho, assumiu levar mais de 30 minutos tomando banho com o registro aberto e que o pai só reclamava quando o banho era quente, devido ao custo com energia elétrica.

Ao analisarmos a postura inicial da aluna e confrontarmos com o fato de que a mesma já tinha mencionado não tomar mais banho desse jeito e que inclusive cobrava de sua mãe igual postura, aliado à resposta anteriormente nos fez acreditar em uma superação da sua forma simplista de tratar a questão da água. Esta superação possibilita transformar suas atitudes individuais, como também o coletivo no qual está inserida.

A discussão do segundo exercício prosseguiu girando em torno da responsabilidade de todos da escola com os custos desse desperdício. Neste momento, alunos levantaram a questão de que não era justo responsabilizar todos de igual forma, já que não são todos que contribuem para o desperdício.

Aproveitamos então para relacionarmos o fato à crise ambiental em que o mundo se encontra e chegamos a conclusão que, da mesma forma que na escola, apesar de todos

terem responsabilidades junto a crise ambiental planetária, esta não pode ter o mesmo peso para todos. Na prática, o que se observa é que os danos causados pelos maiores poluidores não é, nem ao mínimo igualmente dividido, pois de fato, quem mais sofre com os problemas ambientais são as classes menos favorecidas.

Características como individualismo, oriunda da discussão, é considerada por Guimarães (2004, p. 26) como “característica da vida moderna”, fruto de uma visão fragmentada de mundo, logo hierarquizada, o que implica na “lógica da dominação”. Dominação essa, que serve para justificar a ação destruidora do Homem sobre a natureza.

Apesar dos exercícios não terem tido a participação dos alunos em sua criação, acreditamos que o fato de se vêem inseridos de alguma forma na narrativa dos mesmos, fez com que houvesse um grande envolvimento quando da resolução e discussão.

Essa inserção os coloca como sujeitos participativos do processo educacional. Segundo Loureiro (2004, p. 71),

(...) metodologias participativas são as mais propícias ao fazer educativo ambiental. Participar trata-se de um processo que gera a interação entre diferentes atores sociais na definição do espaço comum e o destino coletivo. Em tais interações, ocorrem relações de poder que incidem e se manifestam em níveis distintos em função dos interesses, valores e percepções dos envolvidos.

Isso significa dizer que, o ato participativo proporcionado pelos exercícios, possibilita aos alunos a superação do individualismo em direção a coletividade; e ainda, a questionarem a “lógica da dominação”, o que favorece a uma visão linear da relação Homem x Natureza.

Portanto, os exercícios propostos a partir da realidade concreta dos alunos possibilitaram que tratássemos, não só o conhecimento matemático, mas também a questão ambiental sob os vieses econômico, social, político e cultural.

Já na aula seguinte, retornamos com a participação dos alunos na elaboração dos exercícios trabalhados em sala. Novamente, a proposta era que os exercícios tivessem relação com o cotidiano do aluno. Para isto, a turma foi dividida em duplas, onde cada dupla deveria elaborar dois exercícios sobre função que abordassem assuntos relacionados ao cotidiano.

A dificuldade apresentada pela maioria dos alunos foi enxergar, dentro do próprio cotidiano, situações-problema sobre função. Esta dificuldade já era esperada, visto que, a maioria dos alunos ao estudarem matemática, não vê relação entre o que aprendem e o dia-a-dia. Isto se explica com a fala de D'Ambrósio, quando diz que:

Os objetivos da educação matemática que hoje ainda são citados, refletem um estado do mundo com uma ordem estabelecida pelas relações coloniais. (...) O elenco de conteúdos propostos para atingir esses objetivos são um desfile de conteúdos mortos, e portanto inúteis, transmitidos com uma metodologia mistificada e mistificadora. (2007, pp. 88; 89)

Ao serem questionados sobre o quê acharam dessa prática, as opiniões dividiram-se de acordo com o grau de dificuldade apresentado no momento da elaboração. Os alunos que apresentaram maior facilidade foram os mais favoráveis.

A seguir, algumas opiniões sobre o assunto.

“Eu não gostei. Não consegui fazer.”

“Foi muito bom. Eu gostei. A gente vê nossa obra criada.”

Acreditamos que o fato das opiniões contrárias estarem relacionadas à sensação de fracasso pessoal, não caracterizam, necessariamente, uma reprovação da prática adotada. Não podemos esquecer, que tais alunos são marcados historicamente por privações e negações, além de muitas vezes serem rotulados de incapazes; logo, a sensação de *não conseguir* costuma ser dolorosa e geradora de desconfiança.

A seguir, alguns dos exercícios elaborados pelos alunos no momento do qual discutimos. A única alteração feita pelo professor aos exercícios foi a substituição dos verdadeiros nomes dos alunos por nomes fictícios, procurando assim preservar suas identidades.

- 1) Em um dia de chuva, um rio sobe 3 cm a cada 1 hora, aumentando seu volume. Dê a lei de formação da função que relaciona o volume de água em função das horas.
- 2) Duda recebe de seus pais R\$ 2,00 por dia que ajuda com as tarefas domésticas em casa. Expresse matematicamente, a relação existente entre o valor que ela recebe e o tempo (dia).
- 3) A mãe de Kika é revendedora de roupas. Kika ao ajudar a mãe, recebe uma mesada que é feita da seguinte forma: R\$ 30,00 mais 2% do que é vendido.
Expresse matematicamente a relação existente entre a mesada e o valor arrecadado com a venda.

Os exercícios foram corretamente respondidos pelos seus respectivos criadores.

Concluimos assim, o segundo momento de nosso trabalho. Todo esse período durou 42 aulas.

4.3. A conscientização.

O que se precisa é possibilitar, que, voltando sobre si mesma, através da reflexão sobre a prática, a curiosidade ingênua, percebendo-se como tal, vá se tornando crítica.(...) É pensando

criticamente a prática de hoje ou de ontem que se pode melhorar a próxima prática(...), quanto mais me assumo como estou sendo e percebo a ou as razões de ser de porque estou sendo assim, mais me torno capaz de mudar, de promover-me, no caso, do estado de curiosidade ingênua para o de curiosidade epistemológica. (FREIRE, 1996, p.39)

Como esse nosso momento do trabalho foi dedicado à retrospectiva de tudo que foi visto e discutido até então, de forma a propiciar a todos um momento de reflexão e avaliação de nossas práticas anteriores e posteriores ao trabalho com o tema Água, entendemos a partir das falas de Freire que, esse momento deveria se chamar de *conscientizador*.

Iniciamos com a apresentação de slides que faziam uma retrospectiva de todo trabalho até então. Procuramos trazer fatos e falas ocorridas durante as aulas de modo a mostrar a diferença de posicionamento quanto ao uso da água e pontuamos características pedagógicas que o trabalho transversalizado do tema Água junto à matemática, proporcionou.

Em seguida, avaliamos as prováveis contribuições que a temática água proporcionou ao aprendizado da matemática e vice-versa, além das possíveis transformações ocorridas no pensar a realidade socioambiental. Para isto, partimos de duas perguntas: o quê o trabalho favoreceu em termos de ampliação do conhecimento acerca do tema Água e se o ensino da matemática, trabalhado a partir do tema Água, facilitou ou não o aprendizado.

A seguir, apresentamos algumas respostas de acordo com a ordem em que foram pronunciadas e a pergunta solicitada.

Pergunta o professor: o quê o trabalho favoreceu em termos de ampliação do conhecimento acerca do tema Água?

“Valeu muito a pena porque eu gastava 180 litros de água tomando banho ou mais, brincando com chuveiro aberto por nada. Hoje eu desligo o chuveiro quando lavo a cabeça. Meu consumo de água diminuiu muito e poxa, é aquela questão de você saber que está ajudando, nem que seja um pouquinho; e se cada um ajudar um pouquinho, ia ajudar muito o problema ambiental”.

“Agora, por mais que não queira economizar, a gente tem noção de quanto gasta mais ou menos de água para fazer as coisas. A gente não sabia quanto gastava”.

“Antes, a gente não tinha nem noção de quanto se gastava de água por tempo, ninguém nunca tinha falado o quanto de água se gasta durante um banho. Então, eu não fazia idéia de quanto gastava. Era um hábito, deixar o chuveiro aberto e não se preocupar, não estar nem aí”.

“A colega falou que a gente não tinha noção de quanto a gente gastava. A gente tinha. Não tem como não saber isso. A gente escuta no jornal, tem a Internet, toda hora fala-se sobre isso – a questão do meio ambiente; mas a gente não parava pra pensar nisso, pra se conscientizar disso e esse trabalho ajudou a gente a pensar mais”.

“Esse negócio do semi-árido que tem gente que não tem muita água. E a gente que tem, não damos valor a isso, deixamos chuveiro aberto, gastamos água por nada praticamente. E a gente agora, para pra pensar que é melhor a gente parar com isso”.

“A gente já tinha noção que a água no planeta é pouca, que a maioria está toda poluída. Mas só que as tuas aulas despertou a nossa curiosidade de ir além daquele tema de que há pouca água no mundo, porque a gente vendo a água assim, em casa, encanada, bonitinha, a gente não sabe de onde ela veio”.

“A gente pode não saber de onde essa água vem, mas a gente pensava assim: eu tenho água, então eu posso gastar o quanto eu quiser. Mas a gente não pensava no outro. Aí pensa: se eu tenho, então eu vou gastar o quanto eu quiser. Assim, eu não penso no outro, só em mim mesma”.

As falas apontam para “mudança de valores e de padrões cognitivos” – *“Hoje eu desligo o chuveiro quando lavo a cabeça. Meu consumo de água diminuiu muito”* – *“A gente escuta no jornal, tem na Internet, toda hora fala-se sobre isso, a questão do meio ambiente; mas a gente não parava pra pensar nisso, pra se conscientizar disso e esse trabalho ajudou a gente a pensar mais”* – elementos de uma educação capaz de

transformar socialmente. Conhecimento construído por um movimento dialético, através de sujeitos inseridos ativamente no mundo em que vivem, logo capazes de assumir suas responsabilidades (LOUREIRO, 2004, pp. 66;67).

Observamos também a noção de coletividade – *“é aquela questão de você saber que está ajudando, nem que seja um pouquinho; e se cada um ajudar um pouquinho, ia ajudar muito o problema ambiental”*. *“Esse negócio do semi-árido que tem gente que não tem muita água. E a gente que tem, não damos valor a isso, deixamos chuveiro aberto, gastamos água por nada praticamente”*. *“Aí pensa: se eu tenho, então vou gastar o quanto eu quiser. Assim, eu não penso no outro, só em mim mesma”*. O pensamento coletivo, também constituído de um movimento dialético, na “relação do um com o outro, do um com o mundo”, propicia ao sujeito um olhar crítico ao ver o mundo e suas relações com a natureza (GUIMARÃES, 2004, p.32).

Assim, as falas sugerem um pensar e um ver ‘o novo’. Segundo Sterling (apud LIMA, 2004, p.103), isto implica em aprender, que leva a mudar e vice-versa. Um despertar da curiosidade que, ao ser exercitada, tornar-se-á “mais criticamente curiosa, mais metodicamente ‘perseguidora’ do seu objeto. Quanto mais a curiosidade espontânea se intensifica, mas, sobretudo, se ‘rigoriza’, tanto mais epistemológica ela vai se tornando”. (FREIRE, 1996, p.87)

Isto é, um processo de superação da consciência ingênua. Algo inacabado, porém, iniciado; logo, propenso a mudanças e transformações.

Dando prosseguimento, o professor pergunta: a forma que trabalhamos, relacionando os conteúdos ao tema Água, favoreceu ou não o aprendizado de matemática?

“Eu achei legal. Porque assim não foi aquela coisa rotineira sabe, de sempre chegar, ficar olhando para o quadro e copiando exercício. Teve aula com slides, com computador. Ficou uma aula diversificada”.

“Eu acho que pra mim dificultou, porque ficou uma coisa repetitiva e chata. Então dificultou o aprendizado. Eu acho que não foi só isso que me fez dar pouca atenção a aula, mas acho que o maior motivo foi esse e acabou que o meu interesse pela aula foi perdendo. Depois que eu passei a prestar atenção e entender, ficou tudo mais rápido e fácil”.

A partir da fala – “*eu acho que pra mim dificultou, porque ficou uma coisa repetitiva e chata*” – sentimos necessidade de completar a pergunta anterior, questionando se com um número reduzido de aulas abordando o tema Água, o efeito de ampliação do conhecimento acerca do Tema, teria sido o mesmo.

“Se várias aulas não adiantou para algumas pessoas, o que dirá uma, duas aulas”.

“Eu acho que toda mudança gera crítica. Nós criticamos tanto, mas acho que no final percebemos que nos ajudou, tanto a aprender a matéria, como aprender sobre o meio ambiente. Na minha opinião foi diferente. Eu achei algo novo, não estava preparada. Eu me acostumei àquela rotina de sempre: dever, teoria e explicar. Mas agora eu aprendi, tanto na parte ambiental, como também a matéria.

Gostei, critiquei, mas sofri. Acho que pra mim foi uma mudança muito radical, repentina, não estava preparada. Mas acho que no final foi válida. Aprendi muito, tanto na matéria, como na conscientização. Pra mim, foi válido. Aprendi que gosto de algo diferente, que não seja só matéria. Acho que quando reclamei, só vi o lado negativo. Acho que a gente deve continuar. Pra mim, foi tudo novo. Como se fosse assim, dar os primeiros passos. Acho que agora, não vou tropeçar tanto se o senhor continuar”.

“Eu acho que um novo tema também deveria ser extenso. Porque, por exemplo, a gente não aprendi a escrever em um dia. Pra mim foi melhor. Porque matemática, aquela coisa repetitiva, só no quadro, só no quadro. Eu acho que fica uma coisa chata. A maioria das pessoas falam: odeio matemática, odeio matemática. Porque fica toda hora no quadro, fica uma coisa chata. E colocar uma temática, que iríamos aprender melhor a matéria e ainda teríamos a conscientização de alguma coisa, eu acho melhor”.

“Eu acho assim, se não tivesse todo esse tempo para colher informação sobre o tema Água, não teríamos aprendido tanto sobre a água e a matemática ao mesmo tempo”.

“A questão do enunciado. A gente tinha maior dificuldade de entender o enunciado das questões, abstrair as informações e depois aplicar uma fórmula e fazer o cálculo. No começo foi horrível, foi uma dificuldade. Eu odiava ter que ler aqueles problemas enormes e ter que interpretar, eu não conseguia. Mas com o tempo foi se tornando mais fácil. Isso melhorou muito, porque a gente criou um hábito de ler os enunciados, de interpretar. Agora ficou bem mais fácil”.

“E outro. Vai preparando a gente para os concursos. Agora é tudo assim”.

“A gente reclamou muito em relação aos exercícios, se realmente íamos aprender e se ia dar andamento na matéria; mas assim, no meu caso, eu acho que foi até melhor, porque nós aprendemos melhor e ainda nos conscientizamos em relação ao uso da água”.

Observamos nas falas uma relação entre a ampliação do conhecimento matemático e as ações pedagógicas constantes da prática de ensino que adotamos ao longo do trabalho. A introdução de recursos tecnológicos – *“Teve aula com slides, com computador. Ficou uma aula diversificada”*; a identificação dos conhecimentos matemáticos como meios para compreender e transformar o mundo à sua volta – *“nós aprendemos melhor e ainda nos conscientizamos em relação ao uso da água”*; *“agora eu aprendi, tanto na parte ambiental, como também a matéria”*; a capacidade de construir conhecimento, seja matemático ou não, desenvolvendo a auto-estima e a perseverança na busca de soluções – *“Eu odiava ter que ler aqueles problemas enormes e ter que interpretar, eu não conseguia. Mas com o tempo foi se tornando mais fácil. Isso melhorou muito, porque a gente criou o hábito de ler os enunciados, de interpretar. Agora ficou bem mais fácil”*. Ações que propiciam através do ensino da matemática, à formação do sujeito crítico e autônomo, capaz de construir sua própria cidadania (BRASIL, 1998, pp. 43;47;48).

Porém, as falas também apontam para o que Freire (2005, p.75) chama de ação “necrófila” da educação bancária, que tem como consequência uma não liberdade do pensamento. Um ajustamento ao mundo. O poder de criar e atuar inibido.

O desabafo da aluna ao dizer “*Gostei, critiquei, mas sofri. Acho que pra mim foi uma mudança muito radical, repentina, não estava preparada*”, caracteriza bem o que foi o aprendizado da matemática a partir de uma prática não-bancária, deixando flagrante a ação necrófila assinalada por Freire.

D’Ambrósio (2007, p.113) nos lembra que, a matemática que se pratica ainda hoje nas escolas brasileiras, tem como grandes heróis, historicamente apontados, indivíduos oriundos de países europeus e que ainda traz “a lembrança do conquistador, do escravista, enfim do dominador, também se refere a uma forma de conhecimento que foi construída por ele, dominador, e da qual ele se serviu e se serve para exercer seu domínio”. Isto explica, seus efeitos neutralizadores e devastadores.

Ao serem apresentados a uma nova prática, o exercício de anos de ajustamento, promove-lhes resistência e traz dificuldades; estas, por sua vez, acabam deflagrando outra característica da educação bancária, a baixa auto-estima.

Contudo, ao experimentarem a liberdade, vão aos poucos se desvencilhando das amarras e percebendo o caráter opressor da educação no qual eram submetidos. A partir daí, sinalizam a eficiência do trabalho contextualizado como sendo um importante aliado no processo de libertação.

Algumas falas associam a ampliação do conhecimento sobre a água, ao ensino da matemática – “*Agora a gente tem noção de quanto gasta mais ou menos de água para fazer as coisas*” – e vice-versa – “*se não tivesse todo esse tempo para colher informação sobre o tema Água, não teríamos aprendido tanto sobre a água e a matemática ao mesmo tempo*”. Isto nos faz acreditar que, o tema Água trabalhado como tema gerador e

transversalizado aos conteúdos, como sugerem os PCN, foi capaz de promover uma mútua contribuição, entre educação ambiental e o ensino de matemática.

Por fim, passamos um trecho do documentário *O mundo global visto do lado de cá*, de Milton Santos, no qual se discute a privatização da água. Objetivamos com isso, realizar um debate sobre o tema, enriquecido pelos aspectos sociais, políticos e econômicos.

Após o fim da exibição, lembramos que o documentário menciona que mais de 1,5 bilhões de pessoas pelo mundo não têm acesso a água e pela lógica do capital, são vistas, não como seres humanos que passam necessidades, podendo até mesmo morrer; e sim como consumidores, onde, mesmo sem ter condições financeiras, não terão outra opção a não ser pagar pela água ou se tornarão pressas fáceis do controle e da opressão.

A partir daí, abrimos para debater a pergunta: a água deve ser vista como bem de uso comum ou bem econômico?

“Bem comum, sem dúvida. Tem pessoas que não têm condições de pagar pela água. Aí então pelo lucro as pessoas vão ter que morrer? Não tem lógica isso”.

“O que deveria se fazer é tratar da água. Ao invés de privatizar, deveria se cuidar”.

“Eu acho que tem muita gente rica por aí que pode pagar alguma coisa pela água. Tem gente que ganha um milhão por mês e eu tenho certeza que pra eles pagar pela água não vai ser nada, gastam muito mais em um shopping”.

Nesse momento, o professor interferiu e lembrou à turma que, na cidade onde moram, já se paga pela água consumida. Porém, os recursos obtidos são regulados pelo Estado, servindo para manutenção do sistema e para possibilitar que a população menos favorecida financeiramente, não pague. Já se for privatizada, a água será vista pela lógica do capital, onde a obtenção do lucro estará acima de qualquer ser humano com sede.

Contudo, as falas sugerem uma visão mais complexa sobre o uso da água. Concepções inicialmente ligadas ao prazer (banho, praia, alegria) ganham um novo significado, com implicações sociais, políticas e econômicas – “*Aí então pelo lucro as pessoas vão ter que morrer?*” – “*Tem gente que ganha um milhão por mês e eu tenho certeza que pra eles pagar pela água não vai ser nada, gastam muito mais em um shopping*”. Passam a não aceitar mais as coisas como elas são e sim como devem ser. “Assumem-se como seres sociais e históricos. Como seres pensantes, comunicantes, transformadores, criadores”. Adquirem assim, identidade cultural. Percebem que também são sujeitos da História e não apenas objeto. Logo, capazes de promover mudanças (FREIRE, 1996, pp. 41-42; 76-77).

Com o debate, procuramos mostrar que o uso indiscriminado da água, poderia servir como justificativa para sua privatização.

Ao fim do debate, pedimos sugestões para mobilizar as pessoas de onde moram e da escola, a mudarem a forma de ver e lidar com o assunto Água.

“Fazer palestras, cartazes, manifestação do povo e explicar. Porque tem gente que era igual a gente, não tem noção. Divulgar mais o assunto, discutir mais”.

“É como a colega falou. Mas não adianta ir numa turma apenas uma vez. O senhor mesmo ficou um tempão falando. Não adianta ir na turma e falar: não é pra gastar água, tem que economizar. Tem que mostrar filmes, sensibilizar as pessoas”.

Novamente interferimos.

Será simplesmente falar às pessoas: olha, vocês precisam economizar água, tem pessoas passando sede. Será que isto seria o suficiente? Não seria importante nessa divulgação, ser informado a população o quanto de água é gasto na indústria e agricultura, por exemplo? Discutir que existe proposta para se privatizar a água e mostrar o que isto significaria e acarretaria? Para que trouxéssemos para essa divulgação outros aspectos como, políticos, interesses

econômicos, entre outros. Será que existe interesse das pessoas que visam privatizar a água, fazer esse tipo de divulgação para o povo? (Professor)

“Na verdade eu creio que não. Porque eles só visam dinheiro”.

As falas apontam para uma visão mais crítica da educação. Não acreditam mais no conhecimento imposto, “depositado” por alguém, na mera comunicação; – “*Divulgar mais o assunto, discutir mais.*” – “*Não adianta ir na turma e falar: não é pra gastar água, tem que economizar. Tem que mostrar filmes, sensibilizar as pessoas*”. O conhecimento passa a não se constituir por “uma palavra a mais, oca, mitificante”. E sim, através da ação dialógica, da participação. Onde “o educador já não é o que apenas educa, mas o que, enquanto educa, é educado, em diálogo com o educando que, ao ser educado, também educa” (FREIRE, 2005, pp. 77-81).

4.4. O produto final.

Como professor regente de matemática da rede pública de ensino, ano após ano somos cobrados por boa parte da sociedade civil e principalmente pelo poder público, pelo fracasso da escola pública. A matemática, por sua vez, tornou-se uma das principais vilãs desse mau desempenho, apresentando um alto índice de retenção ou promovendo alunos que mal sabem aplicar as quatro operações básicas da aritmética no seu cotidiano.

A cobrança que recai sobre o professor tem sido cada vez maior. Este por sua vez, continua mal remunerado, mal formado e mal assessorado.

D’Ambrósio (2007, p.84) categoriza as qualidades de um professor como: emocional / afetiva, política e conhecimentos.

A primeira qualidade, *emocional / afetiva*, tornou-se fortemente abalada perante a relação de cobrança, frente às dificuldades para desempenhar a profissão, que citamos anteriormente.

A *política* sofre da prática de dominação em que a educação se faz de instrumento e que, em muitas vezes, aprisiona a consciência do professor imersa em uma alienação, fazendo-o vítima de sua própria prática, tanto quanto o aluno o é (FREIRE, 2007, p.70).

Já a qualidade *conhecimentos*, quando não já apresenta falhas desde a formação na graduação, necessita de constante aprimoramento para que possa ser bem exercida. Porém, esse aprimoramento carece de investimentos, principalmente no que diz respeito a material de apoio didático.

A situação se agrava se o professor quiser por em prática as sugestões contidas nos PCN. Os temas transversais, quando aparecem nas coleções didáticas de matemática, são através de exercícios que citam alguns dados relacionados a um dos temas, porém, sem sugestões de aprofundamento do assunto de forma a relacionar toda a complexidade dos aspectos envolvidos, sejam eles: político, social, econômico, ético ou cultural.

Sendo assim, ao pensarmos em um produto final para nossa pesquisa, concluímos que seria necessário algo que viesse atender essa carência, de forma a minimizá-la. Para isto, produzimos um CD voltado para o professor de matemática, de forma a propiciá-lo trabalhar um tema ambiental, neste caso a Água, transversalizado a conteúdos como: leitura e construção de tabelas, leitura e construção de gráficos de barras e setores, equação do 2º grau, introdução ao estudo de funções, além de cálculo e unidades de área (quadrado e retângulo) e volume (cubo e paralelepípedo).

O material foi produzido com base na experiência que realizamos em nossa pesquisa, onde procuramos contextualizar os conteúdos anteriormente citados à realidade concreta dos alunos, a partir do tema Água; porém, relacionando a questão ambiental aos aspectos sociais, políticos, econômicos e culturais.

Concluimos ter havido êxito em nossa experiência, tanto para o aprendizado de matemática, como para a educação ambiental. Porém, o material, deve servir como mais um recurso a auxiliar o professor e não para substituir o livro didático ou qualquer outro material voltado para o ensino de matemática.

Seu formato, em CD, possibilita sua propagação para um grande número de profissionais ao mesmo tempo, podendo assim, ser utilizado em oficinas de matemática, por exemplo.

Organizamos o material em um CD, dividido em quatro arquivos, onde o primeiro, chamado de *Trabalhando o Conteúdo*, traz a descrição dos procedimentos, objetivos e sugestões de atividades para se trabalhar os conteúdos de matemática anteriormente citados. Os três arquivos restantes, *Seqüência de Slides – Exercícios – Documentário*, são anexos contendo material de apoio sugerido no arquivo principal.

Veja a seguir como foi estruturado o CD.

Arquivo *Trabalhando o Conteúdo* (principal).

1. Sensibilização.
 - 1.1. Objetivos.
 - 1.2. Procedimentos de execução.
 - 1.3. Sugestões.
2. Contextualização.

2.1. Parte 1: (simulação de rotinas domésticas com o registro de água aberto)

2.1.1. Objetivos.

2.1.2. Procedimentos de execução.

2.1.3. Sugestões.

2.2. Parte 2: (Verificação de desperdício de água no espaço escolar)

2.2.1. Objetivos.

2.2.2. Procedimentos de execução.

2.2.3. Sugestões.

2.3. Parte 3: (Definição dos conteúdos de matemática)

Construção e Leitura de Tabela

2.3.1. Objetivos.

2.3.2. Definindo o conteúdo.

2.3.3. Sugestões de atividades.

Construção e Leitura de Gráfico de Barras e Setores

2.3.4. Objetivos.

2.3.5. Definindo o conteúdo.

2.3.6. Sugestões de atividades.

Equação do 2º grau

2.3.7. Objetivos.

2.3.8. Definindo o conteúdo.

2.3.9. Sugestões de atividades.

Função

2.3.10. Objetivos.

2.3.11. Definindo o conteúdo.

2.3.12. Sugestões de atividades.

3. Conscientização.

3.1. Objetivos.

3.2. Procedimentos de execução.

3.3. Sugestões.

Arquivos anexos:

Slides

- Seqüência de 18 slides para serem apresentados durante a sensibilização. Os slides tratam do percentual correspondente a água doce de fácil acesso no planeta, da concentração de água doce por região do Brasil, do consumo de água doce, além de uma seqüência de imagens fazendo um paralelo entre a seca e o desperdício.

Exercícios

- Exercícios propostos durante a contextualização dos conteúdos de matemática.

Documentário

- Exibição de um trecho do documentário *O mundo global visto do lado de cá*, de Milton Santos, no qual é discutida a privatização da água.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Procuramos com a pesquisa promover uma prática pedagógica que, a partir de um tema ambiental, neste caso a Água, viesse contribuir para a aquisição do aprendizado significativo⁹ da matemática e do caráter crítico-transformador do aluno perante a realidade socioambiental.

Sendo assim, a metodologia a ser adotada não poderia servir à práticas alienantes da educação. Para isto, propusemo-nos a trabalhar o tema Água como tema gerador do conhecimento matemático, com os conteúdos sendo definidos a partir de contextos gerados sobre a temática em questão e à realidade concreta dos alunos.

A nova prática acabou com a hierarquização no processo ensino-aprendizagem e instituiu, professor e alunos, a sujeitos inconclusos e em constante relação dialógica. Além disso, ao superar a contradição opressor-oprimido, foi capaz de promover aos alunos uma liberdade, que os levou a assumir responsabilidades em sua totalidade (FREIRE, 2005, p.62).

Por sua vez, notamos que essa responsabilidade trouxe inquietações e insegurança aos alunos que, acostumados a serem simples objetos do processo, apassivados por uma prática ‘bancária’ de ensino, tiveram dificuldades de criar e construir. Como tais características foram exigidas em todo o decorrer do trabalho, o que era dificuldade por parte dos alunos foi se transformando em resistência à prática adotada. Porém, a resistência tornou-se benéfica, pois os impulsionou à criticidade de tudo que era proposto, engrandecendo as discussões e favorecendo a tomada de decisões diante do processo.

⁹ Aprendizado que se constitui a partir de uma consciência crítica / epistemológica do sujeito que, segundo Freire (1996, p.25), leva ao conhecimento cabal do objeto.

Um bom exemplo dessa resistência foi retratada na fala de uma aluna que, ao fazer suas considerações acerca do favorecimento ou não ao aprendizado da matemática, responsabilizou a prática adotada motivo pelo qual obteve dificuldades de aprender. Porém, concluiu que esse não foi o único motivo e que a partir do momento que começou a prestar atenção, “ficou tudo mais rápido e fácil”.

Por outro lado, o constante diálogo entre os sujeitos envolvidos no processo ensino-aprendizagem orientou-nos a repensar a forma de estruturação das aulas. A grande seqüência de aulas, logo no início dos trabalhos, envolvendo a temática Água, sem relacionar diretamente aos conteúdos de matemática, pode ter agravado o choque com a mudança da prática pedagógica.

Deixamos como sugestão que a verificação dos supostos pontos de desperdício de água no espaço escolar seja inserida após o trabalho com o assunto *Equação do 2º grau*.

Ressaltamos aqui que a prática adotada também nos trouxe apreensões. Enquanto professores, é comum nos acostumarmos com práticas tradicionais impulsionadas por diversos motivos. Por um momento na sala de aula, deparamo-nos com a dúvida proporcionada pelo questionamento de uma aluna, quanto ao tempo que tínhamos perante a quantidade de conteúdos que nos propusemos a definir. Só ao final da pesquisa é que foi possível constatar que o tempo foi suficiente.

Além disso, apesar de não ter sido um objeto de estudo em nossa pesquisa, deixamos registrado que os resultados obtidos junto aos processos avaliativos, fizeram da turma em questão, a mais bem conceituada em matemática, quando comparada às outras do 9º ano da escola, no mesmo período.

Quanto aos objetivos de estudo que essa pesquisa se propôs, concluímos a viabilidade de um tema ambiental ser tratado como gerador de conhecimento matemático, sendo capaz de proporcionar um aprendizado significativo de seus conteúdos.

Além disso, os resultados apontam para uma ampliação no trato da questão ambiental, através de um processo de superação da consciência ingênua em direção a consciência crítica e epistemológica, o que segundo nosso referencial teórico, sugere uma conscientização.

Contudo, como *seres* “inconclusos” e “inacabados”, nossos alunos necessitam que esse trabalho seja continuado e integrado às outras disciplinas e a outros espaços que não seja o da educação formal, para que suas mudanças possam se concretizar em ações permanentes, voltadas para a (re)construção de um mundo socialmente e ambientalmente mais justo. Concordamos com Loureiro (2004, p.66) quando diz que, considerar “a educação , como atividade por si só capaz de revolucionar a sociedade, estará equivocado posto que isto é também dualismo entre sujeito e objeto ou entre teoria e prática”, o que provocaria um reducionismo que não condiz com a abordagem crítica de educação que defendemos.

REFERÊNCIAS

AGENDA 21. Mudança dos Padrões de Consumo. In: **Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento / Rio-92**. Rio de Janeiro. 1992. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.pesquisa&busca=AGENDA%2021>>. Acesso em: 7 jan. 2009.

BARBOSA, J. C. As relações dos professores com a Modelagem Matemática. In: **ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**, 8., 2004, Recife. Anais... Recife: SBEM, 2004.

_____. Modelagem Matemática: o que é? por que? como?. **Veritati**, Salvador, n. 4, p. 73-80. 2004.

BOYER, C. B. **História da Matemática**. 2. ed. Trad. Gomide. São Paulo: Blücher, 1996.

BRASIL. Congresso Nacional. Lei nº. 9.795 de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil**. Brasília, p. 1, c. 1, 28 abr. 1999.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Matemática** / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC / SEF, 1998.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais** / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC / SEF, 1998.

CARVALHO, I. C. M. **Educação Ambiental Crítica: nomes e endereços da educação**. In: BRASIL. Identidades da educação ambiental brasileira / Ministério do Meio Ambiente. Diretoria de Educação Ambiental. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

CHASSOT, A. **A ciência através dos tempos**. 2. ed. reform. São Paulo: Moderna, 2004.

_____. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**. Brasília: ANPEd, s/v, n. 22. 2003.

CHEVALLARD, Y. et al. **Estudar Matemáticas: o elo perdido entre o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

CLARETO, S. M.; SÁ, E. A. Matemática e Educação Escolar: lugares da matemática na escola e possibilidades de ruptura. In: **29º Reunião da ANPEd / GT 19**, Caxambú, out. 2006. Disponível em: < <http://www.ufrrj.br/emanped/paginas/home.php?id=30>>. Acesso em: 17 ago. 2009.

D'AMBRÓSIO, U. **Educação Matemática: da teoria à prática**. 14. ed. São Paulo: Papirus, 2007.

_____. História da matemática no Brasil: uma visão panorâmica até 1950. **Saber y Tiempo**, vol. 2, n. 8, p. 7-37, jul.-dez., 1999.

_____. Sociedade, cultura, matemática e seu ensino. **Ensino e Pesquisa**. São Paulo, v. 31, n. 1, p. 99-120, jan.-abr. 2005.

DEMO, P. **Elementos metodológicos da pesquisa participante**. In: BRANDÃO, C. R. Repensando a pesquisa participante. 1ª. reimpr. da 3. ed. São Paulo: Brasiliense, 1999.

FOLADORI, G. O capitalismo e a crise ambiental. **Raízes**. Paraíba: UFCG, a. 18, n. 19, mai. 1999.

FREIRE, P. **Criando métodos de pesquisa alternativa: aprendendo a fazê-la melhor através da ação**. In: BRANDÃO, C. R. Pesquisa Participante. 6. ed. São Paulo: Brasiliense, 1986.

_____. **Educação como prática de liberdade**. 30. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2007.

_____. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 37. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

_____. **Pedagogia do Oprimido**. 47. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GUIMARÃES, M. **Educação Ambiental Crítica**. In: BRASIL. Identidades da educação ambiental brasileira / Ministério do Meio Ambiente. Diretoria de Educação Ambiental. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

IGNÁCIO, R. S. Um estudo das concepções de professores polivalentes sobre área e perímetro. 2007. 122 f. **Dissertação** (Mestrado em Educação). Paraíba: Universidade Federal da Paraíba.

LEFF, H. **Epistemologia Ambiental**. 4. ed. Trad. Valenzuela. São Paulo: Cortez, 2007.

LIMA, G. F. C. **Educação, emancipação e sustentabilidade: em defesa de uma pedagogia libertadora para a educação ambiental**. In: BRASIL. Identidades da educação ambiental brasileira / Ministério do Meio Ambiente. Diretoria de Educação Ambiental. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

LOUREIRO, C. F. B. **Educação Ambiental Transformadora**. In: BRASIL. Identidades da educação ambiental brasileira / Ministério do Meio Ambiente. Diretoria de Educação Ambiental. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

MARANDINO, M. A pesquisa educacional e a produção de saberes nos museus de ciências. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, v. 12, supl. 0, 2005.

MINAYO, C. **O desafio do conhecimento**. São Paulo: Hucitec, 1993.

NEVES, E. R. C. Uma trajetória pela história da atividade editorial brasileira: livro didático de matemática, autores e editoras. 2005. 111 f. **Dissertação** (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática). São Paulo: Pontifícia Universidade Católica.

PINTO, N. B. Marcas históricas da Matemática Moderna no Brasil. **Diálogo Educacional**. Curitiba, v. 5, n. 16, p. 25-38, set.-dez., 2005.

PITOMBEIRA, J. B. **Euclides Roxo e as polêmicas sobre a modernização do ensino da matemática**. In: VALENTE, W. R. Euclides Roxo e a modernização do ensino da matemática no Brasil. Brasília: Universidade de Brasília, 2004.

QUEIROZ, D. T. et al. Observação participante na pesquisa qualitativa: conceitos e aplicações na área da saúde. **Revenf**. Rio de Janeiro: UERJ, v. 15, n. 2, p. 276-283, fev. 2007. Disponível em: <<http://www.revenf.bvs.br>> Acesso em: 5 ago. 2009.

RIO DE JANEIRO. Secretaria Municipal de Educação. **Multieducação: núcleo curricular básico**. Rio de Janeiro: SME, 1996.

SHUBRING, G. **O primeiro movimento internacional de reforma curricular em matemática e o papel da Alemanha**. In: VALENTE, W. R. Euclides Roxo e a modernização do ensino da matemática no Brasil. Brasília: Universidade de Brasília, 2004.

SILVA, C. P. **A Matemática no Brasil: história de seu desenvolvimento**. 3. ed. São Paulo: Blücher, 2003.

SILVA, N. M. A. Matemática e Educação Matemática: (re)construção de sentidos com base na representação social de acadêmicos. In: **30º Reunião da ANPEd / GT 19**, Caxambú, out. 2007. Disponível em: <<http://www.ufrrj.br/emanped/paginas/home.php?id=30>>. Acesso em: 17 ago. 2009.

TOZONI-REIS, M. F. C. Formação dos educadores ambientais e paradigmas em transição. **Revista Ciências e Educação**. V. 8, n. 1, 2002.

_____. Temas ambientais como temas geradores: contribuições para uma metodologia educativa ambiental crítica, transformadora e emancipatória. **Educar**. Curitiba: UFPR, n. 27, p. 93-110, 2006.

VALENTE, W. R. **Uma história da matemática escolar no Brasil, 1730-1930**. 2. ed. São Paulo: Annablume / FAPESP, 2007.

_____. **Euclides Roxo e o movimento internacional de modernização da matemática escolar.** In: VALENTE, W. R. Euclides Roxo e a modernização do ensino da matemática no Brasil. Brasília: Universidade de Brasília, 2004.

VALLADARES, L. A gênese da favela carioca: a produção anterior às ciências sociais. **Revista Brasileira de Ciências Sociais.** São Paulo: ANPOCS, v. 15, n. 44, p. 5-34, out. 2000.