

PESQUISA PARTICIPANTE COMO ABORDAGEM METODOLÓGICA NO ENSINO APRENDIZADO DE MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL
(Participant research as methodological approach in teaching learning mathematics and environmental education)

Alexandre da Silva Cunha [bbgcunha@ig.com.br]

Escola Municipal Dilermando Cruz, Secretaria Municipal de Educação do Rio de Janeiro, Brasil

Rose Mary Latini [rose.latini@gmail.com]

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza, UFF

Departamento de Físico-Química, Universidade Federal Fluminense, GFQ/UFF

Resumo

Este trabalho tem por objetivo discutir o tema ambiental Água ligado ao cotidiano do aluno e transversalizado ao ensino de matemática. Os conteúdos de matemática foram introduzidos a partir de um contexto que tem a Água como tema gerador e, a realidade concreta dos alunos, como germinadora de situações-problema, promovendo-os assim a sujeitos e pesquisadores do processo ensino-aprendizagem junto ao professor. Baseada nos fundamentos filosóficos da pedagogia de Paulo Freire esta prática pedagógica, diferenciada da 'bancária', 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. 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: ensino de ciências; ensino de matemática; educação ambiental crítica; pesquisa participante

Abstract

The aim of this work is to discuss the theme water with student's quotidian and transversed with teaching mathematics. The water thematic was introduced in the mathematics contents as a generator theme considering the student's context. The concrete reality was used to create problem-situations in order to promote the students to subjects and researchers of learning-teaching together with teacher. Based on the philosophical foundations of pedagogy of Paulo Freire, in this pedagogical practice the participant research was used as methodological approach. The data collected, facts and discourses that have emerged during the pedagogical practical, were analyzed qualitatively. The research was developed in a public school in the periphery Complexo da Maré in the City of Rio de Janeiro with students of the 9th elementary school. The results show the practice adopted as a facilitator of meaningful learning mathematical content and the enlargement of the concept of water, promoted by overcoming innocent consciousness about the theme, towards a process of awareness, supported by bases that integrate social, political, economic and cultural aspects.

Keywords: science teaching; mathematics teaching; critical environmental education; participant research.

Introdução

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 Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e por pesquisadores e educadores que defendem um ensino de matemática voltado para a contextualização e numa postura menos simplista no tratamento de questões sociais, políticas e histórico-culturais por parte da matemática. 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.

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". No que diz respeito a metodologia, D'Ambrósio (2007) 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).

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, "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 deste século.

Concomitantemente, o agravamento da crise ambiental pelo mundo aponta para a importância da Educação Ambiental. 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 alheia a esses, forjando ao olhar 'leigo' uma unicidade e uma simplicidade calcadas no reducionismo racional, que só interessa aos detentores do poder (Leff, 2007).

Em 1992, com a Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92) é que, através da criação 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. Contudo, somente em 1999, através da lei nº 9795, foi instituída no Brasil a Política Nacional de Educação Ambiental, que traz como princípios básicos um enfoque humanista, holístico, demográfico e participativo; onde as concepções pedagógicas devem ter a perspectiva da inter, multi e transdisciplinaridade, vinculando a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais.

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), 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.

A etnomatemática defendida por 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.

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. 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?

Neste artigo temos por objetivo 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.

Assim, 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 (2006, p. 104), os temas geradores:

...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.(...)

Desta forma, o problema ambiental passa a ser visto como algo complexo, que possui múltiplas dimensões, envolvendo o social, político, econômico, cultural e ético.

Encaminhamentos Metodológicos

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 assume o papel de sujeito que, junto ao pesquisador, são capazes de desvelar a realidade concreta (Freire, 1986). 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.

Esta pesquisa, de cunho qualitativo através de uma abordagem participante, está inserida no contexto educacional e tem na figura do educador/pesquisador um componente que faz parte do cenário estudado há 9 anos, ministrando a disciplina de matemática. 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” (Grossi apud Demo, 1999, p.126).

A pesquisa foi realizada junto a 42 alunos de uma turma do 9º ano, com média de idade de 14 anos, de uma escola municipal da cidade do Rio de Janeiro, situada na periferia do Complexo da Maré (constituído por 16 favelas formando um dos maiores conjuntos de favelas da cidade do Rio de Janeiro), onde aproximadamente 88% dos alunos são moradores de alguma favela que pertence ao Complexo ou que se encontra nas proximidades da escola.

A escola é a mais procurada em seu pólo no período de matrícula, 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 a 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).

E por acreditarmos que abordagens desse tipo não problematizam as questões ambientais ao ponto de exibir 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.) quando diz que “superar essa tendência não significa negá-la, mas apropriá-la ao contexto crítico”.

De forma a criar situações-problema que impliquem a 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.

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 revisão de conteúdos como razão, proporção, regra de três simples, grandezas e porcentagem. Como recursos, realizamos experiências que simularam atividades cotidianas relacionadas ao consumo de água, além de observação do desperdício de água no espaço escolar.

O *terceiro* momento, chamado de *conscientizador*, teve como objetivo atender uma das propostas centrais da pesquisa que é a 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). Esta retomada deu-se através da apresentação de slides que faziam uma retrospectiva da pesquisa. Foi também exibido um documentário sobre privatização da água enriquecendo os debates com os aspectos social, político e econômico. Esse momento possibilitou contrapor diferentes realidades contribuindo para se (re)discutir a realidade na qual os sujeitos estão inseridos.

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) 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).

O Tema Água no Ensino Aprendizagem de Matemática

O tema Água foi inserido no trabalho pedagógico de forma a problematizar a realidade concreta vivida por todos os sujeitos da pesquisa, buscando relacionar os conteúdos de matemática ao tema. Porém, o 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 sensibilização

Foi iniciada com o professor solicitando a turma que expressassem através de uma palavra o que compreendiam sobre o tema Água. 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 e 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 no próprio cotidiano, ou oriundas de uma visão de meio ambiente promovida pela mídia e pela escola no qual estão inseridos. 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 consciência, ingênua segundo Freire, que não permite enxergar as correlações causais e circunstanciais existentes nos atos.

Prosseguimos com o trabalho de sensibilização apresentando uma seqüência de slides elaborados a partir de informações contidas no material Meio Ambiente e consumo, de autoria do Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor-IDEC e Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia-INMETRO (2002); e do artigo, “A água e sua distribuição espacial”, de Lorentz & Mendes (2008). Procuramos focar que 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.

Os assuntos foram abordados através de gráficos de setores e pequenas tiragens textuais, 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 (50 minutos cada) e se caracterizou por momentos de extremo interesse e perplexidade, dando origem a perguntas e comentários.

A contextualização

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”. Assim, o tema Água foi transversalizado junto aos

conteúdos de matemática, partindo de situações-problema oriundas da realidade concreta vivenciada pelos sujeitos, 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).

Iniciamos o segundo momento com a proposta de realizarmos no espaço físico da escola 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. O 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.

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).

As simulações foram realizadas em um tanque situado no perímetro da quadra, com exceção do banho que foi simulado no vestiário. Utilizamos como materiais: avental, pano de chão, utensílios de louça (copo, prato e panela média), balde, escova de dentes e cronômetro. 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: “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 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.

O principal foco da 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, continuamos o trabalho com o professor informando a turma que todos teriam a responsabilidade de identificar os pontos de saída de água que apresentassem algum tipo de desperdício, verificando se o desperdício era oriundo de vazamento ou de registro mal 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.

Demos continuidade à temática água retomando as atividades em sala de aula e 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 um projetor, um computador portátil e o programa Excel, que não era novidade para aproximadamente 50% dos presentes. O assunto foi sendo construído com a participação de todos. A 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.

As colunas aluno e tempo foram preenchidas apenas por alunos da turma que têm por hábito tomar banho com o registro aberto. 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 daria 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. 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 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.

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!” 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”.

Sendo assim, abrimos espaço na aula para discutirmos 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”.

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 sequência à aula com a prática de exercícios sobre construção e leitura de tabelas. Todo o trabalho durou 2 aulas.

Proseguimos 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 ao quadro 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. Em seguida, trabalhamos com três exercícios em sequência, que envolveram a construção de tabelas e gráficos relacionando as regiões do Brasil e seus respectivos percentuais de água disponível por região e por pessoa de cada uma das regiões brasileiras, com o objetivo de discutir a distribuição de água doce por região do Brasil e sua relação inversa com o número de habitantes.

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. Aproveitamos a correção dos exercícios para discuti-los. O professor interrogou a turma sobre que conclusão tiraram quanto a relação: concentração de água X nº 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 consequências da permanência em 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 e uma situação-problema formulada a partir do próprio texto.

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 consequências 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 utilizado 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. Ainda com auxílio do 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 se faz duras críticas quanto à organização dos conteúdos de matemática de forma hierarquizada e acorrentada.

Com a clareza das definições anteriormente citadas, não foi difícil chegarmos a um polinômio do 2º grau para o problema formulado a partir do texto sobre o semi-árido e logo depois, a própria definição de 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 Bhaskara 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, propusemos a criação de um exercício que ampliaria a capacidade das mesmas. 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 e ampliar em um mesmo valor as dimensões da largura e do comprimento.

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. Acreditamos que a 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 de uma prática 'bancária'.

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 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 experiências anteriores.

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. 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 às 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 primeiro autor deste artigo 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.

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 a 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 à época girava em torno de R\$ 15,00. Os exercícios formulados envolveram as relações existentes entre o volume desse reservatório em função das dimensões de sua base e entre o custo com o tratamento em função do volume de água que uma família dessa comunidade consome e o custo por mês que a companhia tem, fornecendo água para essa família.

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 exercícios que envolviam o volume de água desperdiçada na escola e a sua relação com o tempo e com o custo. 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 citada 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 foi 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 à 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. “Eu não gostei. Não consegui fazer.” “Foi muito bom. Eu gostei. A gente vê nossa obra criada.” Os alunos que apresentaram maior facilidade foram os mais favoráveis. 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.

Os exercícios, que envolveram temas como volume de água de rios em função de chuvas e valor do trabalho familiar, foram corretamente respondidos pelos seus respectivos criadores. Concluímos assim, o segundo momento de nosso trabalho. Todo esse período durou 42 aulas.

A conscientização

Como esse 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.

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 pesando 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)

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.

Em relação à primeira pergunta, 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 dá 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? 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, a 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.

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 a 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 presas fáceis do controle e da opressão.

A partir daí, abrimos para debate a pergunta: a água deve ser vista como bem de uso comum ou bem econômico? “Bem comum, sem dúvida.” 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).

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.

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. Divulgar mais o assunto, discutir mais”. “Mas não adianta ir numa turma apenas uma vez”. 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).

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 significativo da matemática, aprendizado este que se constitui a partir de uma consciência crítica/epistemológica do sujeito que, segundo Freire (1996, p.25), leva ao conhecimento cabal do objeto e do caráter crítico-transformador do aluno perante à realidade socioambiental. Sendo assim, a metodologia a ser

adotada não poderia servir a 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, como nos diz Freire (2005), 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.

Por sua vez, notamos que essa responsabilidade trouxe inquietações e insegurança aos alunos que, acostumados a serem simples objetos do processo, 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. 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 sequência 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.

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 nesta 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 à 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

- Barbosa, J.C. (2004). As relações dos professores com a Modelagem Matemática. *Encontro Nacional de Educação Matemática*, 8, Recife.
- Barbosa, J.C. (2004). Modelagem Matemática: o que é? por que? como?. *Veritati*, Salvador, 4, 73-80.
- Brasil. (1999) 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.
- Brasil.(1998) Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: Matemática*. Brasília.
- Brasil. (1998) Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais*. Brasília
- Carvalho, I.C.M. (2004). Educação Ambiental Crítica: nomes e endereços da educação. Em: BRASIL. *Identidades da educação ambiental brasileira*. Ministério do Meio Ambiente. Diretoria de Educação Ambiental. Brasília.
- Chassot, A. (2004). *A ciência através dos tempos*. São Paulo: Moderna
- Chassot, A. (2003). Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, 22, 89-100
- D'Ambrosio, U. (2007). *Educação Matemática: da teoria à prática*. São Paulo: Papirus
- D'Ambrosio, U. (1999). História da matemática no Brasil: uma visão panorâmica até 1950. *Saber y Tiempo*, 2, 8, 7-37.
- D'Ambrosio, U. (2005). Sociedade, cultura, matemática e seu ensino. *Ensino e Pesquisa*, 31, 1, 99-120.
- Demo, P. (1999). Elementos metodológicos da pesquisa participante. Em: Brandão, C. R. *Repensando a pesquisa participante*. São Paulo: Brasiliense.
- Freire, P. (1986). Criando métodos de pesquisa alternativa: aprendendo a fazê-la melhor através da ação. Em: Brandão, C. R. *Pesquisa Participante*. São Paulo: Brasiliense
- Freire, P. (2007) *Educação como prática de liberdade*. Rio de Janeiro: Paz e Terra
- Freire, P. (1996) *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra.
- Freire, P. (2005) *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra
- Guimarães, M. (2004). Educação Ambiental Crítica. Em: BRASIL. *Identidades da educação ambiental brasileira*. Ministério do Meio Ambiente. Diretoria de Educação Ambiental. Brasília
- Ignácio, R.S. (2007). *Um estudo das concepções de professores polivalentes sobre área e perímetro*. Dissertação (Mestrado em Educação). Paraíba: Universidade Federal da Paraíba.
- Leff, H. (2007). *Epistemologia Ambiental*. São Paulo: Cortez.
- Lima, G.F.C. (2004). Educação, emancipação e sustentabilidade: em defesa de uma pedagogia libertadora para a educação ambiental. Em: BRASIL. *Identidades da educação ambiental brasileira*. Ministério do Meio Ambiente. Diretoria de Educação Ambiental. Brasília.
- Lorentz, J.F. e Mendes, P.A.B (2008). A água e sua distribuição espacial. *Revista das Águas*, 8, 1-5.

Loureiro, C.F.B. (2004). Educação Ambiental Transformadora. Em: BRASIL. *Identidades da educação ambiental brasileira*. Ministério do Meio Ambiente. Diretoria de Educação Ambiental. Brasília

Maramdino, M. (2005). A pesquisa educacional e a produção de saberes nos museus de ciências. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, 12, 161-181.

Minayo, C. (1993). *O desafio do conhecimento*. São Paulo: Hucitec

Queiroz, D. T.; Vall, J.; Souza A.M.A. e Vieira, N.F.C. (2007). Observação participante na pesquisa qualitativa: conceitos e aplicações na área da saúde. *Revista de Enfermagem Uerj*, 15, 2, 276-283.

Tozoni-Reis, M.F.C. (2002). Formação dos educadores ambientais e paradigmas em transição. *Revista Ciências e Educação*, 8, 1, 83-96

Tozoni-Reis, M.F.C. (2006). Temas ambientais como temas geradores: contribuições para uma metodologia educativa ambiental crítica, transformadora e emancipatória. *Educar. Curitiba*, 27, 93-110.

Recebido em: 26.03.13

Aceito em: 14.04.15