

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE EDUCAÇÃO

Programa de Pós Graduação em Educação

Área de Ensino de Ciências e Matemática

ALLINE SOLER

**Água e urbanização na cidade de São Paulo: uma
proposta de ensino para o ensino fundamental II**

São Paulo

2016

ALLINE SOLER

Água e urbanização na cidade de São Paulo: uma
proposta de ensino para o ensino fundamental II

Dissertação apresentada a
Faculdade de Educação da
Universidade de São Paulo
para obtenção do título de
Mestre em Educação.

Área: Ensino de Ciências e
Matemática

Orientador: Prof. Dra.
Ermelinda Moutinho Pataca

São Paulo
2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada à fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo

Soler, Alline.

Água e urbanização na cidade de São Paulo: propostas de ensino no Parque CienTec para o ensino fundamental II / **Alline Soler ; orientador Ermelinda Moutinho Pataca. - São Paulo, 2015.**

142 f. : il.

Tese (Mestrado)--Universidade de São Paulo, 2015.

1. Ensino de Ciências. 2. Atividades em Campo. 3. Construção de conhecimentos.

Soler, A. Título: Água e urbanização na cidade de São Paulo: propostas de ensino no Parque CienTec para o ensino fundamental II.

CDD

Agradecimentos

Agradeço a todas as pessoas que se fizeram presentes durante essa etapa da minha vida e que me apoiaram das mais variadas formas, sendo o alicerce do meu sucesso.

Ao meu pai e a minha mãe que me ensinaram a viver e estiveram presentes em todos os momentos importantes da minha vida, sem eles, nada disso seria alcançado. Obrigada pelo apoio, pela ajuda, pela compreensão e por me ajudar a finalizá-lo.

Ao meu marido, que sempre me apoiou em minhas empreitadas, sendo compreensivo e amável em todos os momentos. Educador, assim como eu, sempre viu a importância da pesquisa e da construção de novas bases para o ensino. Obrigada por me apoiar e estar comigo nos momentos fáceis e difíceis.

Aos meus amigos de trabalho que sempre me estimularam a buscar um ensino de qualidade, a estudar e a pesquisar. Agora inicio uma nova etapa ao lado de vocês, para que juntos possamos fazer a diferença.

A minha orientadora que foi paciente, amiga e alicerce da minha dissertação, ajudando a construir uma nova educadora, uma nova forma de pensar, uma nova maneira de viver e ver as práticas educacionais. Agradeço a ela grandiosamente pelos conhecimentos compartilhados, pelas orientações, por ser essencial a essa conclusão.

Agradeço a Deus por ser presente na minha vida e me proporcionar esse momento que estou finalizando. Que essa finalização venha acompanhada de muita felicidade e sucesso.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”. (Marthin Luther King)

RESUMO:

A educação está voltada para a formação de alunos com conhecimentos integrados, que sejam participativos e críticos da sociedade atual. Com o intuito de estimular essa formação e a construção de conhecimentos, a atual pesquisa foi desenvolvida com bases na pesquisa-ação, permitindo a reestruturação das metodologias educacionais durante todo o processo. A sequência didática elaborada tem atividades propostas para serem aplicadas no espaço formal e não formal de ensino, estimulando a elaboração de conhecimentos sobre o tema estudado. Pensando em facilitar esse processo, vi que alguns locais, como o parque CienTec da USP, podem auxiliar na construção e no entendimento de concepções e conceitos científicos. Essas atividades propostas estimulam a participação, a criatividade e a integração dos conhecimentos dos alunos com o tema abordado, além de permitir que os alunos compreendam os fenômenos naturais em seu contexto real. Para fazer a análise de como ocorreu a construção desses conhecimentos nos alunos, utilizei como metodologia a pesquisa ação, na qual ao mesmo tempo sou professora e pesquisadora, dessa forma consegui acompanhar o processo da elaboração de novas ideias e novos conhecimentos. Ao fazer esse acompanhamento consegui ser crítica da minha própria prática e repensar novas metodologias e ações para alcançar os objetivos propostos. Durante a pesquisa descrevi como ocorreram as construções dos conhecimentos realizados pelos alunos, assim como as mudanças observadas. Para qualificar todas essas modificações que ocorreram durante a sequência didática, analisei as produções textuais, desenhos e diálogos produzidos pelos alunos, antes, durante e após a visita ao Parque CienTec, focando essa construção sobre a temática água e a urbanização. Os momentos foram comparados verificando os tipos de associações que esses alunos construíram durante a visita ao espaço não formal de ensino.

Palavras-chave: Ensino e aprendizagem, ensino fundamental, água, urbanização, construção do conhecimento, museus de ciências.

ABSTRACT:

Education is focused on formation of students with integrated knowledge, which are participatory and critical of contemporary society. In order to stimulate this formation and the construction of the knowledge, the current study was developed with bases in action-research, allowing the reconstruction of educational methodologies throughout the process. The elaborate didactic sequence has activities proposals for implementation in the formal space and non-formal education, stimulating the elaboration of knowledges about the studied theme. In order to make the process easier, I realized that some places, like USP's CienTec Park, could help in the construction and understanding of the conceptions and scientific concepts. The proposed activities stimulates participation, creativity and integration of knowledge of students with the discussed theme. Besides, allows students understanding natural phenomena in their real context. To analyse how was the knowledge constructions process, I used as methodology the action research, in which at the same time I'm a teacher and a researcher, I got follow the process of construction of knowledge and new ideas. During this process I had the chance to criticize my own practices and think about new methodologies and actions to get my goals. During the research I described how the knowledge process construction, realized by the students, occurred, as well as the principal changes. To qualify all these changes that occurred during the didactic sequence, I analyzed the textual productions, drawings and dialogues produced by the students before, during and after the visit to USP's CienTec Park, focusing this construction on the theme water and urbanization. The moments were compared by checking the types of associations that these students built during the visit to non-formal education.

Keywords: Teaching and learning, basic education, water, urbanization, construction of knowledge, science museums.

Lista de Figuras:

Figura 1: Imagens do Google Maps sobre a localização da escola onde foi aplicada a sequência didática. A escola está representada pelo marcador vermelho no mapa. Podemos observar na imagem a proximidade das represas Billings (a direita da imagem) e Guarapiranga (a esquerda da imagem).....	20
Figura 2: Diagrama da pesquisa-ação proposto por Tripp (2005).....	23
Figura 3: Representação sobre o ciclo da água.....	35
Figura 4: Representação do ciclo da água. Retirado do livro Natureza & Cotidiano, pg 76.	35
Figura 5: Representação da qualidade da água da Bacia Alto do Tietê. Com as representações em: (azul-ótima), (verde-bona), (amarela-aceitável), (vermelha-ruim), (preta-péssima). Organizado por Rocha (2003).....	41
Figura 6: Balanço Hídrico. Região com cobertura vegetal preservada e região urbanizada (TUCCI, 2006).....	74
Figura 7: Geometria de escoamento. Região com cobertura vegetal preservada e região urbanizada (TUCCI, 2006).....	74
Figura 8: Evolução da implantação, desde o projeto até os dias atuais. Acervo digital do CienTec. À esquerda: Implantação. Traçado regulador. Projeto Original (ALYPIO LEME DE OLIVEIRA, 1930). Ao centro: Foto aérea do conjunto concluído (1942). À direita: Foto aérea recente, com a inclusão de edifícios construídos ao longo da ocupação da área (2002). Imagem retirada de Massabki (2013).....	79
Figura 9: Parque Estadual Fontes do Ipiranga. Google Earth. Data: 14/06/2015 às 18:13.....	81
Figura 10: Parque CienTec da USP. Encontra-se dentro do Parque Estadual Fontes do Ipiranga em São Paulo.	81
Figura 11: Início da Trilha ecológica. Foi abordado com os alunos os impactos que eles causavam só de passar por aquele caminho. Também foram levantados os aspectos da fauna e flora locais e introduzidos pelo homem.	91
Figura 12: Desenho elaborado por FLP sobre o ciclo da água. “O ciclo da água é composto por: evaporação, transpiração, precipitação, etc...”.....	105
Figura 13: O ciclo da água feito por J: “As setas são o processo do ciclo da água”. Segundo ele: “O ciclo da água é o caminho que a água circula. Com os raios solares a água evapora, assim cai (a chuva), também as folhas e as árvores (participam do processo), a água que fica no solo vai para o lençol freático por meio da infiltração. Com a evaporação as nuvens ficam carregadas e precipitam, essa água vai para oceanos, rios, lagos, etc...”.....	106
Figura 14: Ciclo da água realizado por BRN: “Evapora. Chega às nuvens. Cai no estado líquido. Uma parte se reinicia nos mares. Ou vão para lençóis freáticos. E que pode ser nascente de rios”. Segundo ele: “É o caminho que a água percorre para não acabar a água”.....	107
Figura 15: Ciclo da água realizado por VH “Água. Escoamento”. Segundo ele: “É o ciclo que a água percorre: evaporação, condensação, escoamento e etc”.....	108
Figura 16: Desenho de FLP que relaciona a parte urbanizada com a natural.....	118
Figura 17: Expressão de MTH sobre a importância da água. “Banho de uma hora. Não. Lixo. Poluição”.....	122
Figura 18: Representação de BRN da represa Guarapiranga. “Guarapiranga. Represa com falta de água formando bancos de areia”.....	128
Figura 19: Percepção de ASS sobre a situação das represas. “Falta de água no mundo. Implantando casas e prédios ao redor das represas atrapalham no desenvolvimento da represa. As pessoas que não economizam água geram, seca e desespero dos moradores, desespero deles mesmos e secas de	

represas como a Cantareira e Jaguari (Cidade de Bragança). Cantareira: Seca! Jaguari: Represa Jaguari (SP) que integra o reservatório Cantareira, cujo nível de água estava abaixo do normal, no momento do desenho. Seca!”	131
Figura 20: Imagem da seca na represa Cantareira.	132
Figura 21: Imagem da seca na represa Guarapiranga, mostrando o solo da represa todo rachado pela falta de água.	132
Figura 22: Representação feita por MRL da parte urbanizada e natural em seu caderno de campo....	142
Figura 23: Representação feita por LM da parte urbanizada e natural em seu caderno de campo.	143
Figura 24: Representação feita por KRN da parte urbanizada e natural em seu caderno de campo....	144

Lista de Tabelas:

Tabela 1: Representação do ciclo da pesquisa-ação em forma de tabela, como uma sequência de ações entre o campo da prática e da investigação, proposto por Tripp (2005).....	23
Tabela 2: Impactos e consequências gerais no sistema hídrico e as consequências para as nascentes, Felipe e Junior (2008), modificada por Soler, A.	42
Tabela 3: Quadro do histórico sobre a degradação das águas Fracalanza (2002), modificado por Soler (2016).....	55
Tabela 4: Caracterização da sequência didática aplicada.	64
Tabela 5: Levantamento prévio sobre os conhecimentos iniciais dos alunos. A tabela apresenta as análises dadas a cada uma das questões.	101
Tabela 6: Resultado da discussão sobre os impactos que a urbanização pode causar ao ciclo hidrológico. A tabela representa as respostas e análises dadas a cada uma das questões.	114
Tabela 7: Resultados da avaliação bimestral e análise dos aspectos importantes abordados.	148

Legenda das Siglas:

PEFI: Parque Estadual Fontes do Ipiranga

ANA: Agência Nacional de Águas

SD: Sequência didática

CTSA: Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

Sumário

Introdução	16
Grupo de Estudo	19
A Pesquisa-Ação	20
Estrutura da Dissertação	25
1. Água e Urbanização na educação	28
1.1 Ciclo da água	34
1.2 Bacias Hidrográficas.....	38
1.3 Relação água/biosfera	45
1.4 Usos da água: Recurso ou bem natural	47
1.5 História da Urbanização de São Paulo e seus impactos sobre os recursos hídricos	50
2. Água e Urbanização: construção de uma sequência didática	59
2.1 Sequência Didática: Bases Teóricas e Construção.....	59
2.2 Sequência didática.....	61
2.3 Atividades Pré-Campo	67
Tema 1: Conhecendo o Ciclo da água	68
Tema 2: Os impactos da urbanização da cidade de São Paulo no ciclo da água	71
Tema 3: Conhecendo a Represa do Guarapiranga e Discutindo a Crise de água na cidade de São Paulo.	76
Tema 04: Conhecendo o Parque Estadual Fontes do Ipiranga	78
2.4 Atividades em Campo.....	84
2.4.1 Excursões didáticas.....	84
2.4.2 A importância das atividades em campo no Ensino de Ciências.....	87
2.4.3 Tema 5: Atividade em campo.	89
2.5 Atividades Pós-Campo	92
Tema 6: Construindo conhecimentos sobre a temática: Água e a urbanização da Cidade de São Paulo.	92
Tema 7: Avaliação: Analisando as construções sobre a temática.	94
3. Aplicação da Sequência Didática	96
3.1 Resultados obtidos nas atividades.....	96
3.2. Pré-Campo.....	98
3.2.1 Tema: O ciclo da água e as concepções prévias sobre a natureza.....	98
3.2.2 Tema: As interferências da urbanização no ciclo da água	110
3.2.3 Tema: Conhecendo a Represa do Guarapiranga	124

3.2.4 Tema: Conhecendo o Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI) e o Parque de Ciência e Tecnologia da USP (CienTec)	133
3.3. Campo	135
3.3.1 Estudando o caderno de campo	135
3.3.2 Observando o caminho até o Parque CienTec	135
3.3.3 Atividades em Campo	136
3.3.3.1 Conhecendo a Estação Meteorológica.....	137
3.3.3.2 Realizando a Trilha Ecológica: discussão das regiões de mananciais	137
3.3.3.3 Comparação de desenhos entre regiões urbanas e naturais	141
3.4. Pós-Campo	145
3.4.1. Resultados pós-campo.....	145
3.4.2 Avaliação Bimestral.....	148
Considerações Finais	153
Referências Bibliográficas.....	158
Apêndices.....	176
Apêndice 1 – Carta de Anuência.....	178
Apêndice 2 – Caderno de Campo – Parque CienTec da USP	180
Apêndice 3 – Avaliação Mensal de Ciências	190
Apêndice 4 – Sequência didática	193
Aula 1 – Conhecendo o Ciclo da água.....	193
Aula 2 – Os impactos da urbanização de São Paulo no ciclo da água	195
Aula 3 – Conhecendo a Represa do Guarapiranga e Discutindo a Crise de água na cidade de São Paulo.	198
Aula 4 – Conhecendo o Parque Estadual Fontes do Ipiranga.....	200
Aula 5 - Atividade em campo.....	201
Aula 6 – Construindo conhecimentos sobre a temática: ciclo da água e a Urbanização da cidade de São Paulo.	203
Aula 7 – Analisando as construções sobre a temática através da avaliação mensal.	205
Anexos.....	207
ANEXO 1 – TEXTO: Guarapiranga: histórico	208
ANEXO 2 – TEXTO: Água: agência diz que São Paulo deve estar pronto para ‘tempos muito difíceis’	211
ANEXO 3 – TEXTO: A crise da água em São Paulo.....	215
ANEXO 4 - TEXTO: Alckmin está comprometendo o futuro das reservas de água de São Paulo, diz ANA	218

Introdução

Os profissionais preocupados com o ensino têm uma tarefa difícil de promover situações que possibilitem a construção do conhecimento. O professor tem um papel fundamental nesse processo. Ensinar ciências é mais que promover a fixação dos termos científicos, é criar situações que facilitem e estimulem a aprendizagem possibilitando ao aluno o desenvolvimento de novos conhecimentos (BIANCONI; CARUSO, 2005).

Como educadora vejo que o ensino de ciências, ligado ao atual contexto socioambiental¹, pode fornecer subsídios para que os alunos sejam capazes de construir conhecimentos, compreender conceitos e os aplicarem em seu entendimento de mundo. Algumas formas de promover esse ensino são possíveis em atividades como visita a museus e teatros, leitura de revistas e jornais, pequenas excursões e saídas de campo, uso de computadores, aulas práticas com atividades experimentais (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001).

A proposta inicial da dissertação era estudar a alfabetização científica em espaços não formais de ensino, em específico, museus de Ciências. Esses são locais que se encontram fora das instituições escolares, podem estimular e favorecer a construção de conhecimentos científicos. São considerados espaços não formais de ensino: parques, museus, zoológicos, jardim botânico e centros de ciências (VIEIRA, 2005). A educação não formal pode ser definida como a educação que proporciona a aprendizagem de conteúdos da escolarização formal em espaços como museus, centros de ciências, ou qualquer outro em que as atividades sejam desenvolvidas de forma bem direcionada, com um objetivo definido (GOHM, 1999).

Como no ano da elaboração do projeto, São Paulo estava passando por uma crise hídrica, muito questionada pelos alunos, resolvi mudar o foco do estudo e abordar esse tema de forma socioambiental, integrando os espaços não formais de ensino, as atividades em campo e a metodologia da pesquisa-ação.

A pesquisa-ação foi utilizada para o desenvolvimento da dissertação e elaboração da sequência didática, além de auxiliar nas análises das produções realizadas pelos alunos. Essa metodologia forneceu bases para a modificação das atividades e a intervenção direta no processo de ensino aprendizagem, permitiu a participação de todos agentes envolvidos.

¹ Proposta Socioambiental: “É adotar, individual ou coletivamente, práticas em benefício da sociedade e do meio ambiente, melhorando a qualidade de vida das pessoas”. Instituto Socioambiental Chico Mendes.

Durante o ano letivo já havíamos estudado, nas aulas de ciências, as temáticas que tratavam da água, mas elas não aquietavam as dúvidas dos alunos em relação à situação vivida. Com a inquietação deles sobre a falta de água na cidade, comecei a buscar mais referências sobre a água, sobre o problema da gestão dos recursos hídricos dentro das grandes cidades e passei a acompanhar as publicações realizadas pela ANA².

Comecei a atualizar meus conhecimentos sobre os conceitos básicos da água e seu ciclo, ampliá-los sobre a temática dos problemas dos recursos hídricos nas grandes cidades e o problema da diminuição dos níveis dos reservatórios de água em São Paulo, dessa forma me aproximei das geociências e educação ambiental. É importante abordar esses temas dentro da educação ambiental e nas aulas de Ciências, proporcionando uma base para a construção de novas concepções e conceitos (CATALÃO, 2006).

Aumentando o meu conhecimento pela temática e estimulada pela curiosidade dos meus alunos, vi que poderia trabalhar esse tema associado a espaços não formais de ensino e às notícias veiculadas pelos meios de comunicação em massa³, fomentando ainda mais o interesse pelo tema.

Devido à premissa que tínhamos racionamento de água em São Paulo, os alunos ficaram curiosos e ao mesmo tempo preocupados com essa situação e alguns questionamentos apareceram: “Como podemos ficar sem água? O Brasil é o país que mais tem água no mundo!”, “Por que temos que ficar sem água? É o sistema Cantareira que não tem água! A Guarapiranga ainda tem muita água!”.

Observei a inquietação e as dúvidas dos alunos, vi a importância promover a compreensão deste tema de forma contextualizada para que pudessem entender os acontecimentos presentes no dia-a-dia e modificassem, a partir desses conhecimentos, suas ações e práticas. Vários aspectos da água podem ser abordados no ensino de Ciências, entre eles, o caso da redução da qualidade e da quantidade de água disponível para as populações que vivem em grandes centros urbanos (BACCI; PATACA, 2008), como a situação atual vivida pelos alunos.

Os alunos precisam se conscientizar, desde cedo, de suas ações e práticas e compreender como eles afetam os recursos hídricos dentro das cidades. Para criarem esse

² Agência Nacional de Águas (ANA).

³ Meios de comunicação em massa: meios de comunicação de informações para a população, os mais conhecidos são as revistas, jornais televisivos e impressos, rádio, livros e sites da internet.

conhecimento e conscientização, elaborei uma sequência didática⁴ que estimula a reflexão sobre os recursos hídricos, a compreensão do fenômeno de urbanização e o entendimento sobre os impactos causados ao ciclo hidrológico.

A utilização do enfoque CTSA⁵, na sequência didática, possibilitou a implementação de um ensino diferenciado. Pesquisas mostraram ganhos qualitativos como: integração curricular, aumento da motivação e da participação dos alunos, o desenvolvimento dos alunos em relação à capacidade de análise, argumentação e intervenção, maior entendimento sobre a natureza da ciência, sobre o processo científico-tecnológico e sobre a sua repercussão no meio ambiental e social (CARLETTO; PINHEIRO, 2010).

Com o quadro atual de degradação ambiental existe a necessidade da adesão de uma abordagem metodológica interdisciplinar do conhecimento baseados em valores e práticas sustentáveis⁶, indispensáveis para estimular o interesse e o engajamento dos alunos (JACOBI *et al.*, 2009).

Proponho um ensino de Ciências que leve os alunos a questionar e trabalhar em cima de problemas envolvendo fenômenos naturais, levantando as implicações que esses conhecimentos podem acarretar à sociedade e ao ambiente (FOUREZ, 1994).

Para desenvolver as propostas do projeto, trabalhei na perspectiva de professor-pesquisador, ou seja, fui capaz de refletir sobre minha própria prática e sugerir mudanças na mesma. O professor-pesquisador⁷ pensa como a ciência é construída e como ela se articula com as questões políticas, econômicas e sociais. Dentro dessa visão, as pesquisas educacionais se constituem em três perspectivas essenciais: na subjetividade do professor-pesquisador, ou seja, em sua dimensão individual; na constituição do coletivo de professores e na articulação do grupo; e, por fim, em todo o contexto em que está sendo construída a pesquisa (BACCI; PATACA, 2008).

⁴ Sequência Didática: é um conjunto de atividades, estratégias e intervenções planejadas pelo docente com o intuito de facilitar e promover o entendimento de determinados assuntos pelos alunos (KOBASHIGAWA *et al.*, 2008)

⁵ CTSA: movimento educacional que engloba conhecimentos que envolvem as Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (FOUREZ, 2003; RICARDO, 2007).

⁶ Desenvolvimento Sustentável: é o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, garantindo a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações. É o desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro. Organização das Nações Unidas (ONU).

⁷ Professor-pesquisador: como um investigador de sua própria condição prática e faz dessa investigação objeto de reflexão de sua ação política e cotidiana (Schon, 1992).

O professor pode estimular uma educação reflexiva e engajada, desde os anos iniciais do ensino, centrada nos saberes e fazeres construídos com e não para os sujeitos que estão tanto aprendendo, quanto ensinando (JACOBI *et al.*, 2009). Um professor reflexivo de suas próprias práticas estimula a formação de alunos pensantes sobre as suas ações e consequências delas sobre a sociedade e o meio ambiente.

As ações que propus em minha dissertação visaram à melhora do processo de ensino aprendizagem, facilitando a construção de conhecimentos e a elaboração de conceitos sobre a temática água e a urbanização, destaquei principalmente os problemas hídricos que São Paulo estava sofrendo em 2014.

Espero despertar em outros educadores a vontade de elaborar sequências didáticas com atividades que proporcionem uma construção de conhecimentos positiva, que estimulem a criatividade e a participação ativa do aluno, permitindo que ele consiga refletir sobre o que aprendeu, gerar novos conhecimentos e aplicá-los, tornando-se mais participativo da sociedade e acima de tudo, disseminador de conhecimentos e ações na escola, no bairro em que vive e na sociedade.

Grupo de Estudo

O grupo estudado é composto por vinte e dois alunos, sendo oito do sexo feminino e quatorze do masculino, com idades entre 10 e 12 anos, do sexto ano, do Ensino Fundamental II. A escola é particular, localizada na Zona Sul de São Paulo, próxima às represas Guarapiranga e Billings, como mostra a Figura 1. Todos os alunos residem em um raio de no máximo dez quilômetros da escola.

disciplinas, a gestão escolar e os pais, dessa maneira a participação desses componentes, inclusive dos próprios alunos, ajudam na construção de novos conhecimentos.

Como educadora da turma relatei as mudanças ocorridas durante o processo de construção de conhecimentos. Esse tipo de pesquisa, além de compreender, visa intervir na situação, com vistas a modificá-la levando a um aprimoramento das práticas analisadas (SEVERINO, 2012).

A pesquisa-ação conta com as etapas para reconhecer o que será estudado e aprimorar a prática que está sendo aplicada, primeiro se deve avaliar a situação e as mudanças a serem propostas, repensar sobre as ações realizadas e alterar essas ações para que haja um aprimoramento na esfera educacional. Dessa maneira a reflexão deve ocorrer durante todo o ciclo, deve se iniciar com a reflexão sobre a prática comum, essa atitude é essencial para o planejamento eficaz, implementação e monitoramento, o ciclo termina com a reflexão sobre o que sucedeu (TRIPP, 2005), como mostra a Figura 2.

A pesquisa-ação deve ser encarada como uma forma diferente de investigação-ação definida como toda tentativa continuada, sistemática e empiricamente fundamentada para aprimorar a prática. São questões relativas a esse método a participação, a reflexão, a necessidade da administração do conhecimento e a ética do processo (TRIPP, 2005).

Ela pode ser utilizada em diversos contextos, inclusive o escolar, e sob inúmeras fundamentações teóricas (MONCEAU, 2005). Muitas pesquisas mostram que a pesquisa-ação contribui na criação de situações necessárias à aprendizagem (ABIB; AZEVEDO, 2013).

As investigações na esfera do ensino de Ciências indicam a pesquisa-ação como uma estratégia metodológica para o desenvolvimento de pesquisas (CERATI; LAZARINI, 2009), além de ser considerada como uma estratégia para promover o crescimento e desenvolvimento profissional, trazendo resultados positivos em relação à necessidade de organização e formação dos docentes (MONTEIRO, 2008).

Essa metodologia na área educacional se torna uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas próprias pesquisas para aprimorar o seu ensino e o aprendizado de seus alunos (TRIPP, 2005), como foi abordado em minha pesquisa.

A pesquisa-ação vem sendo apresentada como alternativa de reconstrução das práticas pedagógicas e especialmente da prática docente (FRANCO, 2008), ela aproxima os professores dos modelos de formação de racionalidade crítica e prática, auxiliando na formação de sua autonomia (PEREIRA, 2002).

Dentro da esfera escolar muitos professores aprendem a respeito de como seus alunos percebem o bom ensino, quando mudam da transmissão do conhecimento pelo professor para a construção colaborativa do conhecimento (KER, 1999). Dessa maneira o professor pode deslocar a intervenção de suas estratégias de ensino para lidar com atitudes e experiências de seus alunos, assim, novos estudos nascem a partir de estudos já existentes (TILLOTSON, 2000).

O professor que desenvolve a pesquisa-ação é capaz de saber agir a partir da compreensão dos casos vivenciados em sala de aula. Esse tipo de prática possibilita ao professor desenvolver momentos próprios como planejar, agir, observar e refletir, em movimentos contínuos (BRANDI; GURGEL, 2002). Tal procedimento que estimula a prática reflexiva (TRIPP, 2005) possibilita a formação do professor reflexivo (SCHON, 1992).

A pesquisa-ação se difere da pesquisa científica tradicional, ao mesmo tempo altera o que está sendo pesquisado, é limitada pelo contexto e pela ética da prática. Esse tipo de pesquisa pode ser caracterizado por onze aspectos: inovadora, contínua, proativa, participativa, intervencionista, problematizada, deliberada, documentada, compreendida e disseminada (TRIPP, 2005).

É importante que esse tipo de pesquisa seja utilizada de forma adequada em relação aos seus objetivos, práticas, participantes e situações (TRIPP, 2005).

A metodologia da pesquisa-ação deve seguir um ciclo no qual se aprimora a prática pela oscilação sistemática entre agir no campo da prática e investigar a respeito dela. Seguem-se as ações de planejar, implementar, descrever e avaliar uma mudança para a melhora de sua prática, aprendendo cada vez mais a respeito da prática e da própria investigação (TRIPP, 2005).

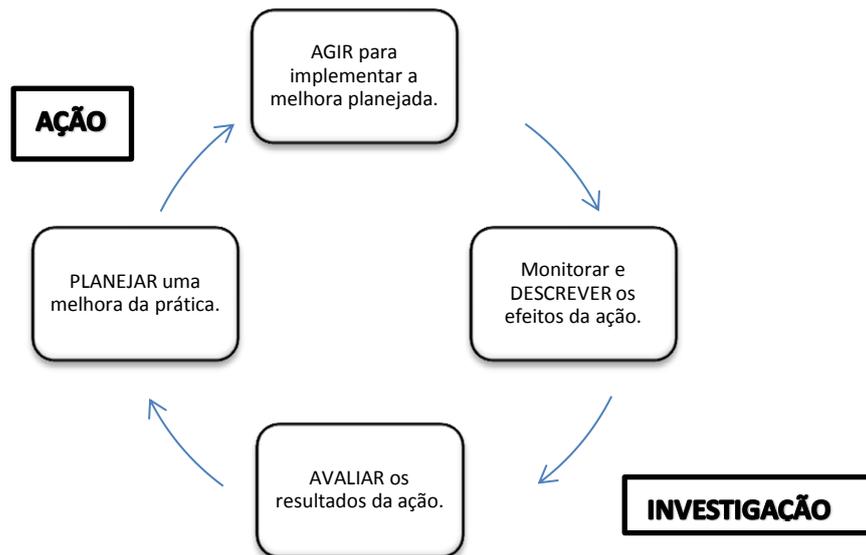


Figura 2: Diagrama da pesquisa-ação proposto por Tripp (2005).

Tabela 1: Representação do ciclo da pesquisa-ação em forma de tabela, como uma sequência de ações entre o campo da prática e da investigação, proposto por Tripp (2005)

Representação do ciclo de Pesquisa-ação		
Ação realizada no campo da:		
Sequência da ação	Prática	Investigação
Planejamento	De uma mudança na prática	Da avaliação de resultados da
Implementação	Da mudança na prática	Da produção de dados
Avaliação		a) Da mudança da prática e b) Do processo de investigação-ação

Baseada na metodologia da pesquisa-ação busquei efetuar modificações na minha própria prática para facilitar o processo de construção de conhecimentos em meus alunos, estimulando a formação de cidadãos críticos e ativos, capazes de tomar decisões em várias esferas das suas vidas.

Através do questionamento sobre a falta de água na cidade pelos alunos, elaborei uma sequência didática para estimular a participação coletiva na construção de conhecimentos e na formação de concepções sobre a problemática atual.

As atividades desenvolvidas suscitaram nos alunos a construção de concepções e conceitos científicos, cujo objetivo foi a promoção das capacidades e competências, habilitando-os a participarem nos processos de decisão do dia-a-dia (MEMBIELA, 2007). Esse ensino almejou a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas diferentes esferas da sua vida (CARVALHO; TINOCO, 2006).

Apresento as perguntas norteadoras da pesquisa:

1. Qual é o meu papel de mediadora no processo de construção de concepções científicas?
2. Como os locais não formais de ensino podem contribuir para a construção e o desenvolvimento de novos conhecimentos?
3. Como as atividades desenvolvidas podem auxiliar na construção das concepções críticas sobre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente?
4. Como pode ocorrer a construção de concepções científicas dentro e fora do ambiente escolar? Como essa construção ocorre?
5. Como as atividades propostas podem auxiliar na formação de um cidadão crítico?
6. Como a sequência didática proposta pode auxiliar os alunos a construir conhecimentos sobre a temática abordada?

Outra questão analisada durante o decorrer da pesquisa é: “Como os alunos constroem conhecimentos sobre conceitos das ciências e as relações possíveis com a sociedade e o meio ambiente?”. Esse mesmo questionamento foi trabalhado em uma pesquisa feita por Sasseron e Carvalho (2009), que analisaram a construção de conhecimentos nos alunos através do registro de desenho e escrita, destacando a importância da utilização desses instrumentos para essa análise. Esse estudo me ofereceu bases para organizar as análises dos resultados.

Na pesquisa abordei como aconteceu essa construção de conhecimento, descrevi as transformações que foram ocorrendo durante as atividades, destacando se colaboraram ou não nessa construção. Estimulei em meus alunos a curiosidade, a compreensão e a transformação de concepções para que se tornem críticos e ativos da sociedade.

Com a análise dos textos, desenhos, esquemas e discursos, apresentei os aspectos que foram positivos na elaboração de novos conhecimentos. Em relação às práticas, ações e questionamentos, discuti a importância dessas ações serem analisadas e pensadas pelos professores. Mostrei também como os locais não formais de ensino auxiliaram nesse processo.

Os resultados devidamente analisados permitiram a comparação entre os três momentos, antes, durante e após a visita ao Parque CienTec da USP, além da comparação com outros estudos (BACCI; PATACA, 2008; BRAGA, 2003; MACIEL; DOMINGUES, 2001).

A prática traz muitas informações que não encontramos nos livros didáticos, compartilhar a pesquisa com mais educadores traz a possibilidade de ampliar as metodologias de ensino visando à melhoria do processo de ensino-aprendizagem. A construção do conhecimento é um processo cheio de transformações, muitas vezes pequenas, mas que devemos prestar atenção para estimulá-la ao máximo.

Estrutura da Dissertação

A pesquisa está organizada em três capítulos para facilitar e deixar a sua leitura mais agradável a todos os leitores.

O primeiro capítulo foi estruturado de forma que inicialmente vejamos como o tema, água e a urbanização, é abordado no ensino, levantando aspectos já publicados na literatura e minha vivência como educadora e pesquisadora da área. Discuto como o ciclo da água comumente é estudado nas aulas de ciências, ainda no ensino fundamental, e nos materiais didáticos. Apresento a importância de contextualizá-lo para a compreensão da situação de estresse hídrico da cidade.

Apresento alguns conhecimentos e publicações sobre bacias hidrográficas que também são importantes para o desenvolvimento das atividades e conhecimentos que permeiam a sequência didática, já que uma parte dela é aplicada no Parque CienTec da USP, que faz parte da bacia hidrográfica do Alto do Tietê.

Abordo a relação existente entre a água e a biosfera, apontando a importância da manutenção do ambiente como um todo, principalmente para a conservação dos recursos hídricos. Discuto os aspectos de preservação da vegetação em relação à qualidade da água e da boa circulação em seu sistema.

Destaco também os usos da água, como recurso e bem natural. Levanto a importância da água para a manutenção da vida no planeta e também como um recurso para o desenvolvimento da própria sociedade.

Para finalizar o primeiro capítulo discuto sobre a urbanização das cidades e os impactos sobre o ciclo hidrológico. Apresento alguns aspectos sociais e históricos que nos ajudam a entender a situação atual de estresse hídrico de São Paulo.

O segundo capítulo foi estruturado para apresentar o processo de construção da sequência didática⁹ associada com as questões teórico-metodológicas. Apresento os instrumentos utilizados e a forma que foram selecionados.

Faço um levantamento bibliográfico que discute a importância da compreensão da expressão dos conhecimentos e saberes dos alunos através da elaboração de desenhos e esquemas. Apresento outro fator muito importante, a utilização da mídia e dos conhecimentos veiculados por ela, que estão constantemente presentes nas falas dos alunos. Pude observar que as mídias trazem benefícios e informações para a compreensão da realidade vivida.

Mostro a importância da utilização dos museus de ciências na educação voltada para a formação de um cidadão e como local facilitador da construção de conhecimentos. Discuto os aspectos relevantes das atividades em campo, uma vez que, podemos trazer a realidade para os alunos, sair do visual e hipotético e atuar no real. O campo ajuda a visualizar e contextualizar os fenômenos estudados.

Apresento como foi estruturada a sequência didática, levantando quais foram os elementos selecionados para a sua elaboração e aplicação. A sequência didática está dividida em aulas para facilitar a compreensão de como foram construídas e aplicadas as atividades propostas. Cada aula conta com o tema central, com os objetivos a serem alcançados, com a descrição das atividades realizadas e com a forma de avaliação e coleta de dados.

⁹ A sequência didática vai determinar a prática do professor, portanto, ela é um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, conhecido pelo professor e pelos alunos. A sequência didática passa a ser uma forma de encadear e articular diferentes atividades ao longo de uma unidade didática (ZABALA, 1998).

Coloco algumas percepções como educadora e pesquisadora, levantando questões que podem ser mudadas e aprimoradas melhorar o processo de ensino aprendizagem. Algumas modificações foram realizadas durante a própria aplicação das atividades, permitindo uma participação ativa de todos os envolvidos.

No capítulo três mostro os resultados obtidos a cada tema trabalhado e como analisei cada produto final. Para realizar a análise selecionei as produções mais significativas dos alunos, dessa forma descrevi como eles foram construindo os seus conhecimentos durante as atividades.

Acompanhei todo o processo de aplicação da sequência didática e pude observar suas produções em todos os momentos propostos: pré-campo, campo e pós-campo.

Para analisar essas produções, criei algumas categorias e utilizo também as propostas por Tamaio (2000), que foram aperfeiçoadas durante o processo da pesquisa, mostrando posturas e valores em relação à compreensão do ciclo da água e da urbanização.

A metodologia da pesquisa-ação se torna presente em todos os momentos da análise. Coloco as minhas percepções durante todo o processo. Ao final desse capítulo conseguimos ter uma visão geral das construções realizadas durante toda a sequência didática, além de apontar as atividades que foram mais significativas nesse percurso.

1. Água e Urbanização na educação

O tema sobre água é muito amplo e pode ser abordado de diversas formas no ensino de ciências e na educação ambiental (BACCI; PATACA, 2008). Vendo a situação real de estresse hídrico em São Paulo e o questionamento dos alunos sobre a falta de água, selecionei o tema “Água e urbanização” e produzi uma sequência didática com atividades que estimularam a construção de conhecimentos e que supriram as dúvidas apresentadas por eles, possibilitando a compreensão dos fenômenos que levaram a essa situação.

Na minha formação houve uma defasagem de abordagens sobre a água. Vi a necessidade de elaborar esse capítulo para construir meu próprio conhecimento pelo tema. Dessa forma consolidei bases para realizar as ações propostas.

Como educadora busco alcançar uma educação para o ambiente, desenvolver em meus alunos conhecimentos que promovam ações apropriadas para a conservação ambiental. Machado (1996) propõe que para atingir esse tipo de educação, precisamos envolver os planos afetivos, valorativos e cognitivos de nossos alunos. A partir desses pressupostos a educação pode clarear gradualmente os conceitos básicos, alicerçando os conhecimentos científicos que funcionam como base para a interpretação da problemática ambiental atual.

A educação pode ser um processo participativo, permitindo a integração entre os alunos e as questões ambientais, desenvolvendo valores, comportamentos e práticas mais éticas e responsáveis em relação ao meio ambiente.

A água é abordada de várias formas por disciplinas diferentes. Ela pode ser vista como um recurso ou bem natural, sendo fundamental para a manutenção da vida em nosso planeta. A água, quando é vista como bem natural, é utilizada por todos os seres vivos como parte fundamental para a manutenção da vida. Em nossa sociedade, a água passou a ser vista como recurso hídrico, disponível para a existência humana e das demais espécies, na qual existe um valor empregado. Infelizmente passamos a usá-la indiscriminadamente, encontrando sempre novos usos, usando cada vez mais água, sem avaliar as consequências ambientais (BACCI; PATACA, 2008).

Tendo em vista que a abordagem dessa temática é fundamental no ensino, torna-se necessária a reflexão e o estudo sobre a água como um dos elementos da natureza física a ser

considerada pela educação ambiental (MACIEL; DOMINGUES, 2001) e a ser inserida nas mais variadas disciplinas.

A água também pode ser abordada em espaços não formais de ensino de forma interdisciplinar, o que aumenta a integração de conhecimentos e permite a variedade de práticas educacionais para alcançar as propostas realizadas.

Para que as atividades escolares e em campo estimulem uma educação para o ambiente, precisamos enxergar os problemas que acometem os sistemas naturais, como a degradação dos recursos hídricos, que afetam outros sistemas como o econômico, interferindo diretamente na sociedade. Dessa forma é fundamental propor uma educação que estimule o melhor desenvolvimento para a sociedade, segundo Goodland (1992), o melhor desenvolvimento é o sustentável, baseado na utilização racional dos recursos e na valorização dos aspectos ecológicos.

A humanidade faz parte da natureza e a integra como um todo. O ser humano pode ser visto em uma relação ecocêntrica, onde nos colocamos como parte integrante do ecossistema, existirá duas formas de necessidades em relação à água, uma antropossistêmica e a outra exossomática. A primeira, antropossistêmica, engloba os recursos e a energia que o ser humano utiliza como espécie biológica. Enquanto a segunda, exossomática, estão relacionadas com os recursos e energia que o ser humano utiliza no desenvolvimento industrial e tecnológico, transporte, cultura, educação, ou seja, no desenvolvimento da sociedade como um todo (LOPES, 1999).

Os alunos precisam compreender essas duas formas de utilização da água, uma voltada à própria sobrevivência e a outra relacionada ao desenvolvimento da sociedade como um todo, dessa maneira entendem as interferências de suas ações no ambiente e na sociedade.

Os estudos do ciclo e do uso da água dentro do ambiente urbano, no caso, da cidade de São Paulo, feito através de atividades propostas no ambiente escolar e em campo, podem contribuir para a educação ambiental e para a formação de uma consciência crítica (MACHADO, 1996), contextualizar o tema com a realidade vivida pelos alunos, também ajuda.

Para Lorieri (2002), a escola deveria propiciar certa interligação entre os conteúdos, para que haja a compreensão de determinada realidade. Os conhecimentos de educadores de

diferentes áreas, compartilhados entre si, podem ser integrados para realizar atividades e práticas educacionais que auxiliem na construção e elaboração de conhecimentos e conceitos sobre determinado tema.

Muitas vezes, o professor deixa de destacar aspectos relevantes, entre água e urbanização, como as várias utilizações desse recurso dentro da cidade e a sua importância para o desenvolvimento da mesma. Tucci (2006) mostra que com o grande aumento das cidades, principalmente no final da década de 1960, houve um aumento da utilização inadequada da água e conseqüentemente resultou em prejuízos significativos para a sociedade. As contaminações dos mananciais urbanos pelo despejo de efluentes domésticos, industriais e esgotos pluviais causam a deterioração desse recurso que tem sua capacidade finita. Esse tipo de informação pode ser utilizado por educadores para estimular a criação de uma consciência crítica em relação aos usos da água.

Machado (1996) mostra que alguns fatores humanos como a densidade populacional, o intenso desenvolvimento industrial e as más práticas de gestão dos recursos, em geral, podem induzir condições que acentuem a escassez da água, intensificando a competição por ela. Estudos como o do Tucci (2008) e do Rocha (2003) mostram como esses problemas estão envolvidos principalmente com a falta de infraestrutura e planejamento de uso desse recurso. A água é utilizada nas mais variadas atividades humanas, sendo as de maior importância o abastecimento doméstico, usos agrícolas e industriais e produção de energia, principalmente no Brasil, que a maior parte é produzida por hidroelétricas.

Ao analisar a utilização da água no meio urbano, Machado (1996) propõe as porcentagens de utilização desse recurso, essas possibilitam o desenvolvimento de atividades e práticas educacionais para aprofundar o tema com os alunos, principalmente para discutir propostas para a redução do consumo nas atividades domésticas visando o uso sustentável da água.

Dentro das propostas atuais de ensino, o desenvolvimento das atividades educativas pode ter um objetivo comum de formar uma consciência ambiental do uso sustentável dos recursos naturais, inclusive da água, podem estimular a construção de novos conhecimentos e a criatividade dos alunos, tornando-os mais críticos e pensantes (MACIEL; DOMINGUES, 2001).

Como nossos alunos vivem em São Paulo, o ensino da água deve ser abordado juntamente com o fenômeno da urbanização. Estudar como ocorreu esse fenômeno facilita a compreensão das ações que causaram impactos no ciclo hidrológico, permitindo criar parâmetros para discussão dos problemas ambientais associados a ele.

Curioso é o fato de sempre aparecer a visão negativa entre a urbanização e a água, isso se dá principalmente pelo fato da nossa cidade não administrar corretamente os recursos naturais, sua má gestão causa impactos que incidem diretamente na sociedade. Dessa maneira abordo a temática da água e urbanização de forma crítica, como metodologia de ensino, para causar impacto sobre os alunos, incitando-os a pensarem criticamente sobre as ações da sociedade, sobre os planejamentos e ações políticas e sobre as tecnologias que são utilizadas sobre esses recursos.

Os alunos precisam compreender que a diferença entre a vida e a morte depende de um abastecimento e consumo constante de água (MACHADO, 1996). As medidas para sanar os problemas de abastecimento e de conservação da qualidade da água encontram-se descaracterizadas do verdadeiro sentido da Educação Ambiental, de preservar o direito à saúde, universalizando os serviços de saneamento e propagando o ideal de conscientização para dias melhores, boa saúde, cooperação mútua e solidariedade (MACIEL; DOMINGUES, 2001).

O crescimento da população urbana e a expansão da cidade de São Paulo aumentaram a percepção sobre os problemas relacionados à água, desde o abastecimento e tratamento da água, aumento da contaminação dos corpos d'água, inundações, produção de sedimentos, até chegar a deterioração da qualidade da água (TUCCI, 2006).

A discussão e o ensino em relação à água e o processo de urbanização permitem aos alunos envolverem-se em ações que possibilitem a preservação desse recurso. Segundo Rocha (2003) as crianças são os melhores investimentos em relação às questões ambientais, pois são mais sensíveis aos acontecimentos e, estimuladas, poderão se tornar adultos participativos da sociedade.

Podemos estimular a cidadania dos alunos com discussões acerca da preservação e manutenção da água, estimulando o uso racional e consciente dela além de colocar em prática a situação que todos estão vivendo.

O grande crescimento populacional junto com o processo de urbanização de diversas regiões intensifica a escassez de água em algumas regiões, e está diretamente ligada à ocupação do solo por fatores antrópicos, à poluição e contaminação dos corpos de água superficiais e subterrâneos (BACCI; PATACA, 2008).

Conforme a cidade se urbaniza, em geral, ocorrem alguns dos seguintes impactos: aumento das vazões máximas devido à impermeabilização de superfícies, aumento da produção de sedimentos e a deterioração da qualidade de água (TUCCI, 2006). O educador ao ter base teórica para colocar em discussão os aspectos de má gestão e falta de planejamento que ocorreram durante o crescimento da cidade, estimula a participação dos alunos a elaborarem soluções para a problemática exposta.

A urbanização nas cidades acaba causando impactos no escoamento da água. Dentre esses impactos temos as enchentes que podem ser classificadas em dois tipos: o primeiro, causado pela ocupação do solo com superfícies impermeáveis e rede de condutos e escoamentos; o segundo tipo é causado por fatores naturais e causam enchentes que ocorrem no leito dos rios e acabam atingindo as populações que ocuparam essa região.

A urbanização pode causar outros impactos como: a redução de infiltração da água no solo, que tende a diminuir o nível de água dos lençóis freáticos devido à falta de alimentação, ocasionando também uma diminuição do escoamento subterrâneo, e conseqüentemente temos o aumento do escoamento superficial, causando as enchentes discutidas acima; o aumento das vazões máximas, devido à substituição da cobertura natural, ocasiona a diminuição da evapotranspiração, uma vez que a superfície urbana não permite a retenção de água como a cobertura vegetal e não permite a evapotranspiração das folhagens e do solo, diminuindo o retorno da água para a atmosfera; o aumento de temperatura nas cidades formando as ilhas de calor pode aumentar a incidência de chuvas, que por sua vez causam as enchentes; o aumento dos sedimentos e materiais sólidos, devido às novas construções, podem levar a poluição e a contaminação dos aquíferos (TUCCI, 2006).

Os mananciais urbanos são fontes de água disponíveis para abastecer a população em suas necessidades, eles podem ser superficiais ou subterrâneos. Os superficiais são formados pelos rios superficiais e a sua bacia hidrográfica, os subterrâneos são formados pelos aquíferos. À medida que ocorre a urbanização há o aumento do consumo de água com qualidade e a degradação dos mananciais por resíduos urbanos e industriais, ocasionando o

tratamento de água e esgoto mais intensivo e aumentando os custos para a utilização da água (TUCCI, 2006). Com a grande expansão do centro urbano de São Paulo, a população mais pobre da cidade foi realocada para a periferia, onde se encontra a maior parte desses mananciais, agravando ainda mais o problema dos recursos hídricos (ROCHA, 2003).

A contaminação dos mananciais urbanos e a redução dos seus níveis é uma realidade que estamos vivendo. Em 2014, o sistema da Cantareira, devido à redução das chuvas no verão, perdeu tanto o volume hídrico que chegou a seu volume residual, necessitando de um tratamento com mais produtos químicos para deixar a água de boa qualidade para o consumo humano e conseqüentemente aumentando os custos para a empresa distribuidora e para o consumidor. Não só a conta de água aumentou, mas a conta de luz também, a redução dos níveis de água nas represas interfere tanto na qualidade da água que chega às torneiras das casas, como também na quantidade de luz distribuída a elas. Observamos que o quadro geral da cidade em relação aos recursos hídricos leva à criticidade da situação atual, por isso os alunos devem construir conhecimentos que possibilitem a compreensão do quadro atual e da mudança de hábitos.

O conceito de qualidade da água é relativo, porque deve ser levado em consideração o objetivo e o fim a que se destina, isto é, se uma água é de qualidade para determinada aplicação pode não o ser para outra (MENDES; OLIVEIRA, 2004).

Muitas das represas que abastecem São Paulo ficam entre a qualidade aceitável e a medíocre, sendo necessária a utilização de estações de tratamento de água para a distribuição pública. Na figura 5 existe a representação da qualidade da água presente na Bacia Alto do Tietê, mostra situação crítica dos recursos hídricos apresentando qualidade ruim e péssima da água.

Maciel e Domingues (2001) também destacam o compromisso, que nós educadores, temos de formarmos alunos críticos, pensantes, conscientes dos acontecimentos desse mundo, principalmente as questões ambientais complexas que envolvem a nossa sociedade.

Devido à globalização e à complexidade do mundo atual, os pesquisadores e educadores de vários níveis estão cientes de que os saberes fragmentados não dão conta de resolver os problemas que demandam conhecimentos específicos, relacionados a um objetivo comum e central, por isso discute-se a importância da interdisciplinaridade no ensino, fazendo com que o aluno tenha uma visão integrada sobre as relações existentes entre o homem, meio

ambiente, sociedade e tecnologia (PONTUSCHKA *et al.*, 2007). A falta do desenvolvimento integral das geociências, da integração dos diversos conhecimentos, contribui para perpetuar a visão imediatista e utilitarista da natureza (COMPIANI, 2005).

A educação ambiental no ambiente escolar não é só uma prática, mas sim se consolida como uma filosofia de educação, presente em todas as disciplinas e possibilita uma concepção mais ampla do papel da escola no contexto ecológico local e planetário contemporâneo (REIGOTA, 1999).

Ao estudar sobre a água e a urbanização pude perceber o quanto essa temática se torna importante dentro do contexto educacional. Ao mesmo tempo em que buscava informações, construía novos conhecimentos pela temática o que auxiliou muito na elaboração e reestruturação da sequência didática. Tentei ao máximo vincular todas as esferas envolvidas como a ciência, a tecnologia, a sociedade e o próprio meio ambiente, para que os alunos também pudessem ter uma visão ampla sobre o que estavam estudando.

1.1 Ciclo da água

A água é um tema múltiplo, cheio de ramificações a serem estudadas, discutidas e interligadas para que se construa um conhecimento comum e íntegro em relação a ela. Abordar esse tema é falar da relevância desses conhecimentos em variadas dimensões, é falar sobre a sobrevivência da diversidade de espécies presentes em nosso planeta, da conservação e equilíbrio da biodiversidade e das relações de dependência entre seres vivos e ambientes naturais (BACCI; PATACA, 2008).

Apresento como o ciclo da água¹⁰ é abordado na maior parte dos materiais didáticos que utilizei até hoje, para fomentar uma noção básica de como é trabalhado no contexto educacional. Nos livros didáticos e apostilas ele é estudado a partir de imagens ou esquemas, como essa que apresento abaixo:

¹⁰ A água presente em nosso planeta está sujeita a processos cíclicos que recebem o nome de ciclo hidrológico ou ciclo da água.

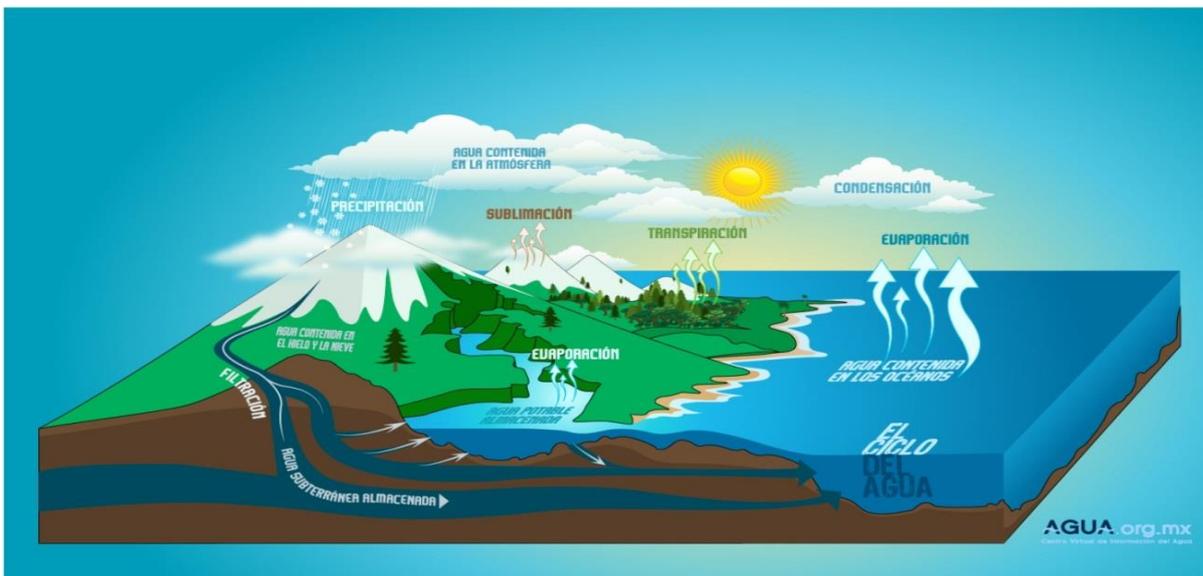


Figura 3: Representação sobre o ciclo da água¹¹.

A figura 4 foi retirada do livro de ciências adotado na escola, *Natureza & Cotidiano*¹². Essa coleção foi adotada em todas as séries do ensino fundamental, porque é um material que traz textos complementares que ajudam a compreender os fenômenos naturais.

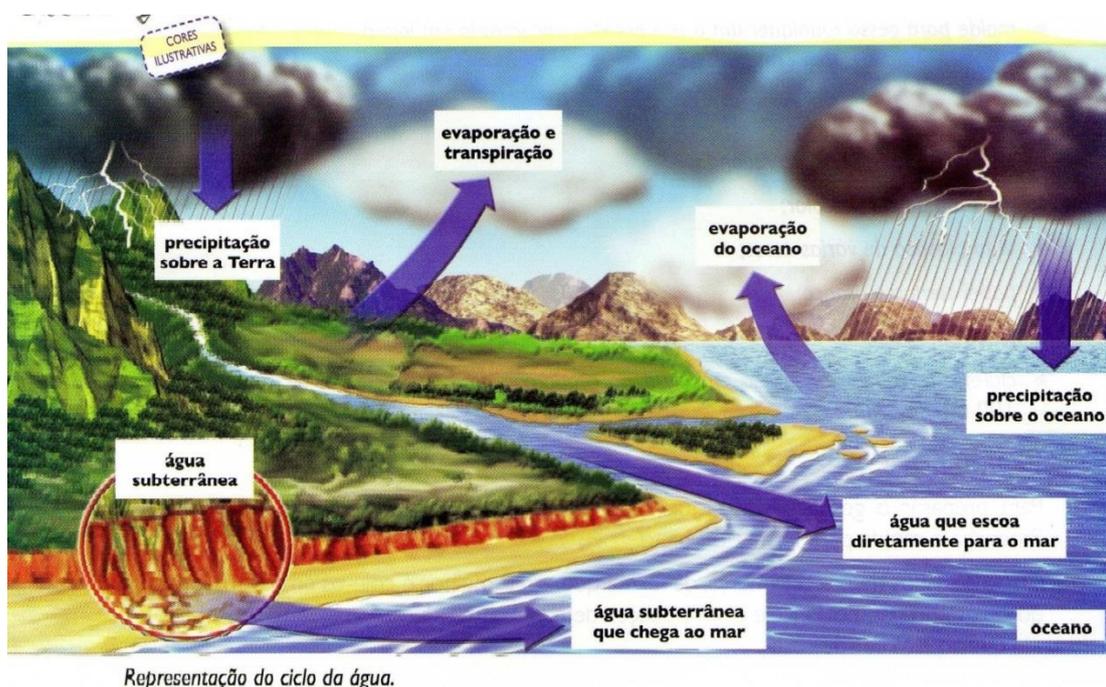


Figura 4: Representação do ciclo da água. Retirado do livro *Natureza & Cotidiano*, pg 76.

¹¹ Imagem retirada do site:

http://www.agua.org.mx/h2o/index.php?option=com_content&view=category&id=1118&Itemid=300009.

Acesso em 11/09/2014 às 21:32h

¹² *Natureza & Cotidiano*, dos autores Silvia Trivellato, Marcelo Motokane, José Trivellato, editora FTD, edição de 2008

Pude observar que as abordagens das duas figuras, 3 e 4, são semelhantes, ambas esquematizaram os fenômenos presentes no ciclo hidrológico. Na figura 3 não aparecem representações de rios, o que pode levar os alunos a pensarem que toda a água desagua no mar. A Figura 4 está mais estruturada, mas não apresenta locais urbanizados. Essa falta de representação acaba levando os alunos a acreditarem que esse fenômeno só ocorre em ambientes naturais.

Além das imagens, existem textos explicativos que descrevem os fenômenos presentes no ciclo hidrológico.

O livro didático adotado também apresenta os seguintes capítulos relacionados à água: A importância da água; Propriedades da água; A água e seu tratamento; A água na agricultura; Água, máquinas e trabalho humano. Todos esses conteúdos foram trabalhados durante o segundo bimestre de 2014. Com a base de conhecimentos desenvolvidos durante o segundo bimestre, acrescentadas das atividades propostas pela sequência didática, estimei os alunos a construir conhecimentos permitindo a formação de posicionamentos críticos em relação à situação de estresse hídrico de São Paulo.

Imagens, textos complementares, assim como a realização de algumas experiências, são utilizados há muito tempo pelos educadores para explicar o ciclo hidrológico. Os materiais, em geral, não discutem aspectos associados à urbanização¹³, não fornecem textos ou atividades que ajudem na compreensão desses processos.

Observei que, nos materiais didáticos, não há abordagem sócio histórica sobre a urbanização de São Paulo nem sobre os impactos causados no ambiente durante esse processo. Também não há o apontamento dos fatores sociais que influenciaram nas demandas de recursos naturais.

Ao ampliar a visão e o conhecimento do aluno sobre o tema, facilito a compreensão dos problemas existentes relacionados aos recursos naturais, os impactos associados à urbanização e ao mau uso da água. Todo esse contexto de problematização e realidade vivida pelos alunos foi o disparador para a seleção do vídeo “Entre Rios”, utilizado de apoio na sequência didática, auxiliando os alunos a compreenderem alguns fatores históricos e sociais sobre a urbanização de São Paulo e os problemas com os recursos hídricos.

¹³ Aspectos associados a urbanização: como a impermeabilização do solo devido à presença de concreto e asfalto, a diminuição da infiltração e captação da água, assim como a diminuição da evapotranspiração devido a destruição das matas ciliares e construções nas várzeas dos rios.

É necessário que todos saibam enfrentar a problemática do estresse hídrico. Situar a água na perspectiva da educação ambiental, dentro das aulas de ciências, é buscar práticas eficientes para a conservação e preservação desse bem natural. A humanidade hoje busca pela sua própria necessidade, criar formas de reaproveitamento da água (MACIEL; DOMINGUES, 2001).

O tema água é abrangente e fundamental, deve estar presente no contexto educacional, tanto na educação formal como na não formal, com enfoque na ética e na formação de cidadãos conscientes do lugar que ocupam no mundo, num mundo real, dinâmico, que parte do local e se relaciona com o global, onde todas as coisas podem tomar parte de um processo maior, de um sistema integrado (BACCI; PATACA, 2008).

Percebendo a necessidade de mudanças em relação a determinados temas, como a água e o processo de urbanização, alguns autores como Compiani (2007) afirmam que é possível praticar um ensino mais contextualizado, situar espaço-temporalmente os fenômenos, ou seja, levar em conta seu aspecto histórico e assim compreender a complexidade do contexto e causalidade de um fenômeno.

A realidade vivida pelos alunos com a falta de água instiga-os a questionarem a raiz dessa problemática, assim como enxergar esse processo como um fenômeno em cadeia, com suas ações, reações e consequências.

A contextualização da problemática relacionada à vivência dos alunos traz ferramentas inusitadas para auxiliar a construção do conhecimento, principalmente porque não existe uma única fonte de informação, mas várias, como as mídias de massa, as informações que são trazidas de casa dos conhecimentos de seus familiares e também do próprio conhecimento construído coletivamente durante as atividades escolares.

O problema atual relacionado à água está associado à maneira pela qual a nossa sociedade passou a usá-la indiscriminadamente, encontrando sempre novos usos, sem avaliar as consequências ambientais em relação à sua quantidade e qualidade (BACCI; PATACA, 2008). Dessa maneira, os educadores devem sempre promover discussões e práticas de ensino que estimulem a conscientização sobre a utilização desse recurso pela sociedade e pelo próprio indivíduo. Só é possível construir essa conscientização pela compreensão dos seus significados e dos fenômenos envolvidos no processo (MACIEL; DOMINGUES, 2001).

Bacci e Pataca (2008) apresentam que a educação para a água não pode estar centrada somente nos usos que fazemos dela, focando sempre na humanidade, mas na visão de que a água é um bem que pertence a um sistema maior integrado, que é um ciclo dinâmico sujeito às interferências humanas. Dentro do ambiente escolar devemos levar os nossos alunos a compreender a origem da água, o ciclo hidrológico, a dinâmica fluvial, o fenômeno das cheias, bem como os riscos geológicos associados aos processos naturais (assoreamentos, enchentes) é essencial para que possam entender a dinâmica da hidrosfera e suas relações com as demais esferas terrestres.

Maciel e Domingues (2001) relatam que a água precisa ser entendida como elemento e preocupação da Educação Ambiental. O homem precisa ser educado, a fim de se conscientizar sobre sua ação sem planejamento, sem conhecimento, transforma-se em uma relação perigosa, que afeta todos os organismos vivos em nosso planeta, inclusive nós mesmos. As medidas contra os problemas precisam ser globais, pois sabemos que todos nós precisamos de água potável e de boa qualidade.

1.2 Bacias Hidrográficas

Para iniciar o capítulo sobre as bacias hidrográficas expliquei como são constituídas, classificadas e como funcionam essas estruturas, dessa maneira podemos compreender porque elas são importantes nos estudos do meio, principalmente para entender como a urbanização influencia no ciclo da água e na distribuição dos recursos hídricos.

As bacias hidrográficas são áreas que funcionam como receptoras naturais das águas das chuvas, sendo separadas topograficamente entre si. Podem ser definidas como uma área fechada topograficamente num ponto do curso de água, de forma que toda a vazão afluyente possa ser medida ou descarregada através desse ponto (GARCEZ; ALVAREZ, 1988).

A água da chuva é captada inicialmente pela vegetação das espécies mais altas. Nesse momento parte da água é devolvida à atmosfera através da evaporação, que é somada à transpiração dos vegetais, designada evapotranspiração. O restante da água que não evapora, escorre por galhos, ramos e troncos até chegar ao solo. Quando chega ao solo ela é absorvida. A capacidade de absorção está relacionada ao tipo de solo encontrado, que está associado à

sua porosidade e permeabilidade, por exemplo, solos argilosos absorvem menos água que solos arenosos.

O solo tem uma capacidade de absorção e quando chega ao limite dessa capacidade a água passa a escoar pela superfície em um processo conhecido por escoamento. Em relevos mais íngremes a densidade da drenagem é maior por conta da ação da gravidade, ocasionando um processo erosivo mais intenso. A vegetação natural tem um papel importantíssimo nesse processo, porque os seus galhos, folhas e raízes, tornam-se obstáculos naturais, diminuindo a velocidade com que a água atinge o solo, facilitando sua infiltração e amenizando dessa forma o processo erosivo. A vegetação nativa¹⁴ é importante para a distribuição de água nos mananciais, essas áreas contribuem para manter o microclima, para conservar o solo e no processo de interceptação, precipitação interna, escoamento pelos troncos e fluxos de água no solo, além do deflúvio final da bacia (FINOTTI *et al.*, 2009).

As bacias hidrográficas podem ser entendidas por meio de dois aspectos: pela rede hidrográfica na qual classificamos as ordens dos rios como rios de primeira, segunda, terceira ordem, assim consecutivamente e pelo relevo, interflúvios, vertentes, leito fluvial, leito do vazante, leito maior, leito menor e perfil longitudinal de um rio (TEODORO *et al.*, 2007).

Todo o volume captado por elas é escoado por meio de uma rede de drenagem das áreas mais altas para as mais baixas, até se concentrarem em um rio principal, que dá o nome de bacia. Assim, em uma bacia existem muitas microbacias, estas são unidades fundamentais para a conservação e o manejo. A preservação e recuperação de florestas nessas regiões contribuem para a conservação dos recursos hídricos assim como a atenuação dos picos de vazão, a influência na qualidade da água e a proteção dos corpos d'água.

Para a compreensão dos fenômenos que afetam a distribuição da água para a população de São Paulo levo em consideração os dizeres de Guerra e Cunha (1996). Segundo os autores as bacias hidrográficas são consideradas excelentes unidades de gestão dos elementos naturais e sociais, porque nelas é possível acompanhar as mudanças introduzidas pelo homem e a respectiva resposta à natureza.

¹⁴ A Lei nº 12.651/12, o Novo Código Florestal, dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, principalmente da mata ciliar em regiões urbanas. Essas matas são fundamentais para a proteção e conservação das bacias hidrográficas (MANTOVANI *et al.*, 1989).

A cidade de São Paulo apresenta uma rede de bacias hidrográficas interligadas que sofreram alterações devido ao processo de urbanização, como o Sistema Cantareira, que a cada ano tem a diminuição dos seus níveis de água devido ao aumento da demanda.

O movimento de percolação¹⁵ é muito mais lento, porque o caminho que a água percorre tem um grau maior de dificuldade. Quando essa água atinge a região saturada tende a ficar acumulada, preenchendo os poros do solo, rochas sedimentares e as fraturas das rochas. Dentro da bacia hidrográfica, a água contida nessa região tende a percolar em direção ao leito fluvial. O volume de água captado pelo leito fluvial é escoado para fora da bacia e retornará para o ambiente por meio de evaporação e precipitação sobre aquela região.

Segundo Lima (1976) existem várias causas para o desenvolvimento do manejo de bacias hidrográficas como o melhor conhecimento do ciclo hidrológico, o aumento da demanda de água em relação ao rápido desenvolvimento tecnológico, o crescimento da população e da urbanização intensificam a demanda de recursos naturais e o reconhecimento das bacias hidrográficas como a melhor unidade natural para o manejo dos recursos hídricos.

Na região metropolitana de São Paulo, o rio Tietê e seus afluentes constituem a chamada Bacia Hidrográfica do Alto do Tietê, uma bacia de cabeceira com vazão média de apenas 90 metros cúbicos por segundo. Sua estrutura geomorfológica, maciço e cristalino, pouco poroso e permeável, assim como a intensa urbanização nessa região, contribuiu para agravar a situação da degradação das águas, fazendo com que a disponibilidade hídrica por pessoa seja apenas de 200 metros cúbicos ao ano (FRACALANZA, 2006).

A bacia hidrográfica do Alto do Tietê sofre interferências de uma urbanização intensa e o uso desordenado da água acarretaram quatro grandes problemas: as enchentes, a poluição extrema dos rios, córregos e represas, a vulnerabilidade dos mananciais e a produção de energia elétrica com o desperdício das águas (ROCHA, 2003).

Mesmo sabendo que no Brasil existe uma disponibilidade hídrica privilegiada, com cerca de 12% de reserva de água doce do total mundial (MMA, 2003), ele apresenta problemas relacionados a essa disponibilidade entre regiões, algumas são afetadas com escassez e outras com abundância, além disso existe o agravante do mau uso do recurso e da poluição.

¹⁵ Quando a água atinge o solo que ainda tem a cobertura natural, ela infiltra rapidamente devido a grande permeabilidade das camadas próximas à superfície. Geralmente à medida que vai se aprofundando, a porosidade diminui devido à compactação do solo. Esse movimento da água dentro do solo é chamado de percolação.

Rocha (2003, p.157) caracteriza geograficamente a bacia hidrográfica do Alto do Tietê possibilitando a compreensão de vários fatores:

[...]É interessante situarmos geograficamente a bacia do Alto Tietê. O rio nasce em Salesópolis, a uns 100 km daqui; é seccionado em Pirapora por uma barragem. Esse pedaço da bacia é o Alto Tietê, abrangendo 34 municípios na região metropolitana de São Paulo. Nele vivem 17,5 milhões de pessoas. Um enorme aglomerado humano numa área relativamente pequena, menos de 6.000 km², talvez a segunda maior em densidade demográfica do mundo. Ao norte e ao sul da bacia estão as formações florestais: na serra da Cantareira e na serra do Mar. Uma região com um padrão de chuvas muito bom, considerado elevado, com uma média de 1.500 mm por ano; e na fronteira com o topo da serra do Mar esse índice chega até a 3.000 mm por ano. O rio Tietê, correndo de leste para oeste, e os seus afluentes, todos com uma drenagem centrípeta, formam uma imensa planície, ao longo do processo geológico.

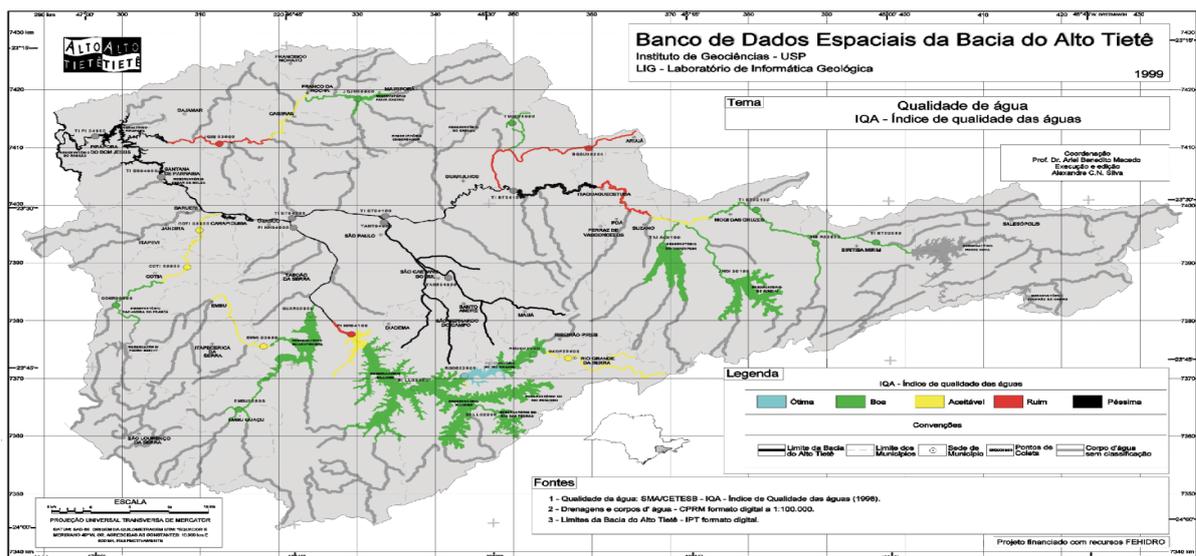


Figura 5: Representação da qualidade da água da Bacia Alto do Tietê. Com as representações em: (azul-ótima), (verde-bom), (amarelo-aceitável), (vermelho-ruim), (preto-péssimo). Organizado por Rocha (2003).

Dos corpos d'água que são classificados com a qualidade péssima, são justamente aqueles que se encontram nas áreas mais urbanizadas. Seguindo-se o curso do Tietê, pode-se notar que a partir de Mogi das Cruzes a qualidade da água se torna aceitável, próxima a

Suzano ruim, e em Itaquaquecetuba até Pirapora do Bom Jesus, no limite da Bacia do Alto Tietê, péssima (FRACALANZA, 2006).

Segundo Bacci e Pataca (2008), as bacias são palcos de processos naturais e sociais, uma vez que se caracterizam por fatores físicos e também são influenciadas pela ocupação humana e pela ação dos diversos grupos sociais que nela habitam.

Philipi Jr (2008) demonstra as principais alterações presentes no ambiente urbano entre eles, o autor destaca a alta densidade demográfica, desproporção entre áreas naturais e áreas degradadas, elevado volume de resíduos, alteração significativa da biodiversidade local, desbalanceamento dos ciclos biogeoquímicos, principalmente o ciclo da água. Dentre as mudanças climáticas locais observadas nos espaços urbanos como aumento de material particulado, temperatura e precipitação, com diminuição da umidade relativa e da velocidade dos ventos, além disso, a urbanização modifica a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos.

No Brasil, a Lei nº 9.433/97 dispõem as prioridades em relação ao uso da água, e estabelece que: “em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais”. A proteção jurídica das águas brasileiras sofreu grande mudança com a aprovação e sanção da Lei nº 9.433/97, que passou a considerar a água como um bem de domínio público, recurso natural limitado e dotado de valor econômico.

Fellipe e Magalhães Junior (2008) elaboraram uma tabela com os impactos e consequências gerais no sistema hídrico, além de apresentarem as consequências para as nascentes, essas informações ajudam na compreensão de vários fatores relacionados aos recursos hídricos. Reestruturei algumas informações e refiz a tabela, como apresento abaixo:

Tabela 2: Impactos e consequências gerais no sistema hídrico e as consequências para as nascentes, Felipe e Junior (2008), modificada por Soler, A.

ASPECTOS AMBIENTAIS	CONSEQUÊNCIAS GERAIS NO SISTEMA HÍDRICO	IMPACTOS PARA AS NASCENTES
Impermeabilização do solo	<ul style="list-style-type: none">- Aumento da quantidade e da velocidade do escoamento inicial.- Redução da recarga dos aquíferos.- Intensificação dos processos erosivos, aumento da carga sedimentar para os cursos d'água,	<ul style="list-style-type: none">- Descaracterização;- Redução da vazão;- Desaparecimento.

	assoreamentos e inundações.	
Depósitos de Resíduos (combustível, esgoto, lixões, etc).	- Poluição das águas subterrâneas;	- Redução na qualidade da água.
Retirada de água subterrânea	- Rebaixamento do nível freático.	- Redução da vazão - Desaparecimento
Retirada da cobertura vegetal	- intensificação dos processos erosivos, assoreamentos e inundações. - Diminuição da retenção de água. - Aumento da energia dos fluxos superficiais.	- Descaracterização - Redução da Vazão - Desaparecimento
Construções inadequadas em áreas de preservação permanente. Invasão. Ocupação irregular.	- Drenagem de nascentes - Atterramento - Enchentes	- Descaracterização - Desaparecimento
Canalização de rios	- Aumento da velocidade e da energia dos fluxos. -Alteração no padrão de rios e influência/efluência dos rios.	-Descaracterização - Desaparecimento
Ilha de calor	- Alteração no padrão de chuvas. - Alteração no padrão de recarga.	- Alteração de vazão.

A bacia hidrográfica pode ser usada como local de atividades voltadas para ensinar o método geral de conhecimentos sobre a origem da água, o ciclo hidrológico, os aquíferos, a relação precipitação-vazão e serve para inseri-la num amplo e complexo processo de interação na natureza e relacioná-la com a sociedade (usos múltiplos, ocupação de áreas de mananciais, riscos geológicos, poluição, contaminação e gestão dos recursos hídricos) (BACCI; PATACA, 2008).

Para desenvolver um trabalho ambiental, com o foco crítico, devemos propor o estudo da bacia hidrográfica como referência para análise de aspectos relacionados aos recursos hídricos. Esse tipo de estudo propõe discutir os problemas hídricos em escala espacial, na qual atuam fatores de degradação, além da possibilidade de estudar aspectos de conservação dos solos e das matas ciliares para a preservação dos recursos hídricos. Tomar a bacia hidrográfica como unidade de análise, permite colocar os alunos em contato com diferentes agentes sociais, essas experiências oferecem oportunidades valiosas para que eles entendam a

necessidade da participação de toda comunidade nos processos de transformações de ações e conhecimentos.

Uma educação ambiental na perspectiva crítica deveria fornecer elementos para a formação de um sujeito capaz de identificar as situações conflituosas e se posicionar diante dela (CARVALHO, 2004). O desenvolvimento de atividades se torna essencial porque oferece caminhos para alterar nossas práticas pedagógicas tanto quanto nos contextos escolares quanto em outros contextos educacionais (KRASILCHIK *et. al*, 2008).

É necessário realizar uma educação voltada para o ambiente, e somente a partir de ações locais, da sensibilização e da conscientização dos indivíduos como cidadãos participantes no processo de construção de uma nova sociedade é que podemos modificar o destino dos problemas globais que assolam o planeta, e a água é uma questão primordial (BRAGA *et al.*, 2003).

Segundo Romera e Silva (2004), a educação deve facilitar a percepção e a avaliação das contradições locais, sendo a construção do conhecimento um fator de mediação na gestão de conflitos entre culturas, comportamentos diferenciados e interesses de grupos sociais, para que as transformações pretendidas pela sociedade se realizem. Para o enfrentamento da crise em que a sociedade atual está inserida e das futuras gerações, é necessário mudarmos nossa forma de ver o mundo e partirmos para uma compreensão da complexidade da realidade (MORIN, 2004).

Segundo Bacci e Pataca (2008) a contextualização desenvolve um conhecimento que situa toda informação em relação de inseparabilidade com seu meio ambiente - social, cultural, econômico, político e natural - e incita a perceber como esse o altera ou o explica de outra maneira, tornando-se um pensamento complexo. Sendo assim, passa a ser fundamental entender a complexidade da relação homem-natureza na realidade local. Essa compreensão no ambiente escolar, por meio da formação dos professores e dos alunos, é que poderá fazer a diferença na formação de indivíduos críticos, participativos, prontos a enfrentar os problemas ambientais e uma possível crise dos recursos naturais disponíveis, dentre eles a água.

Dessa forma, as bacias hidrográficas se tornam elementos fundamentais para a compreensão da situação atual de estresse hídrico na cidade, facilitando o entendimento dos processos que levaram à diminuição da sua qualidade e quantidade.

1.3 Relação água/biosfera

A biosfera¹⁶ é um sistema dinâmico, em constante transformação, que precisa a todo o momento renovar as suas substâncias através de processos, conhecidos como ciclos biogeoquímicos. Esses ciclos permitem a manutenção da vida nessa esfera e mantêm constante a concentração dessas substâncias, produzindo uma situação de equilíbrio.

Ao considerar toda essa estrutura dinâmica é impossível dissociar a água. Suas propriedades possibilitaram a evolução dos seres vivos, desde os seres procariontes unicelulares até os eucariontes pluricelulares. Essa substância mostra-se essencial à vida principalmente por estar presente nas células, como principal constituinte do citoplasma, onde ocorre a maior parte das reações químicas fundamentais para a vida.

Existem duas reações químicas essenciais para a vida, a respiração celular, também conhecida como oxidação da glicose, e a fotossíntese. A água participa das duas reações, sendo produto da respiração celular e um reagente da fotossíntese. Elas estão relacionadas entre si, uma é o inverso da outra (MACHADO, 1996).

Um dos ciclos biogeoquímicos mais importantes é o da água. Ela em estado líquido é um dos elementos essenciais para a manutenção da biosfera, apesar de ser a substância mais abundante, cobrindo cerca de 70% dela, o déficit hídrico é o maior fator limitante da produtividade em escala global (LIMA, 2000).

A quantidade de água existente na Terra tem se mantido constante ao longo dos tempos, mesmo com a existência do ser humano e a sua crescente demanda por esse recurso. Essa água está em permanente circulação entre os três maiores reservatórios existentes: oceanos, com cerca de 96,6%, atmosferas, com 0,013% e continentes com 3,4% (HARTMAN, 1994).

Segundo Machado (1996) o ciclo global da água envolve dois componentes fundamentais, um de natureza geoquímica e outro de natureza biogeoquímica. O primeiro está relacionado à movimentação da água entre os oceanos e os continentes, proporcionada pela

¹⁶ A biosfera compreende o conjunto de todos os ecossistemas do planeta, considerado o maior nível de organização ecológica. É nas interações das esferas terrestres que ocorre a associação entre os fatores bióticos e abióticos da natureza, ou seja, onde ocorre a inter-relação entre os fatores que tem vida, como os seres vivos, e os fatores que não tem vida, como a água, as rochas, o solo e a atmosfera.

atmosfera. O segundo é constituído por subciclos que são determinados pelas transferências de energia e água à superfície terrestre e a sua relação mútua, este sofre interferência da vegetação e das ações do homem.

O homem afeta diretamente o equilíbrio da biosfera com o desmatamento, a poluição a utilização excessiva dos recursos naturais, a ampliação das áreas urbanizadas e a devastação da biodiversidade.

Falei do desmatamento e da ampliação da urbanização, porque a vegetação interfere diretamente no ciclo hidrológico no processo de evapotranspiração. A vegetação rasteira e os resíduos florestais afetam o escoamento da água na superfície e a sua penetração no solo. O crescimento das raízes e a decomposição afetam a infiltração, percolação, o escoamento da água e a umidade relativa do solo.

Existe uma relação direta entre a vegetação e a água, a degradação ou escassez de um perturba profundamente a existência e a qualidade do outro. A vegetação exerce uma função fundamental de equilíbrio do fluxo da água entre o solo e a atmosfera, uma vez que ela regula as perdas de água do continente para a atmosfera por transpiração e redistribui a precipitação continental mediante a interceptação pela cobertura vegetal. Quando diminuimos a cobertura vegetal, afetamos diretamente todos esses processos (ADUAN *et al.*, 2004).

A infiltração é importante para regular a vazão dos rios e também evita os fluxos repentinos que podem provocar inundações. Como as cidades são locais que apresentam áreas de solo impermeável, essa característica intensifica a quantidade de água que escoando provocando inundações.

Segundo Lima (1986) o processo de interceptação da água da chuva pela vegetação, quando há a remoção da cobertura vegetal, além de afetar a redistribuição da precipitação e a economia de água no solo, desempenha significativa influência sobre a qualidade da água.

Quando há diminuição da cobertura vegetal temos como consequência o aumento o escoamento hídrico, a redução da infiltração da água no solo, a redução da evapotranspiração, a ocupação do solo para os mais variados usos, a alteração na qualidade da água através do aumento da turbidez, da eutrofização e do assoreamento dos corpos d'água (BRAGA, 1999).

A ampliação das áreas urbanizadas sem o devido planejamento, o aumento da demanda hídrica para as mais diversas atividades, a remoção da cobertura vegetal e alteração

do solo, todas essas ações acabam destruindo lentamente o equilíbrio do ciclo hidrológico e da biosfera.

1.4 Usos da água: Recurso ou bem natural

A água pode ser vista de duas maneiras, como um recurso ou como um bem natural. A temática relacionada à água que mais preocupa a população é a sua escassez (MACIEL; DOMINGUES, 2001), a falta ou não abundância desse recurso para as atividades básicas diárias é o que mais preocupa a população. O consumo desordenado e a poluição da água estão tornando imprópria para o consumo humano. A junção de vários fatores leva a inferir que esse recurso não pode ser mais entendido como um bem comum, pois o seu consumo em excesso pode acarretar a escassez, dessa maneira a água deve ser entendida como um recurso essencial ao desenvolvimento econômico e social dos países (BARROS; AMIN, 2008).

Como os recursos hídricos podem ter múltiplos usos, o abastecimento público é reconhecido como prioritário diante das outras demandas, a água também é utilizada para o abastecimento industrial, lazer, geração de energia elétrica, usos agrícolas entre outras atividades.

Com a ampliação e desenvolvimento das cidades há o aumento da necessidade desse recurso, os habitantes dessas regiões necessitam de água para higiene pessoal, ingestão e preparo de alimentos, e uma parcela menor, para o lazer. Outra parte expressiva dessa água é destinada ao uso industrial, principalmente na cidade de São Paulo, além de ser utilizada em outras demandas como a agrícola e a geração de energia (RIBEIRO, 2011).

Algumas das utilizações da água prejudicam fortemente a sua qualidade a ponto de não poder ser mais utilizada ou mesmo se tornar impactante ao ambiente. A renovação dos recursos hídricos depende da capacidade dos processos biogeoquímicos, que tem como fator recuperar a qualidade da água e disponibilizá-la novamente na quantidade original.

Dentro das grandes cidades, como São Paulo, à medida que há o crescimento populacional e econômico, menos se respeita o ciclo natural da água e, em consequência a essas ações, ela vai se degradando e se tornando imprópria para o consumo (BARROS; AMIN, 2008). Esse problema relacionado à distribuição de quantidade e qualidade dos

recursos hídricos dentro das grandes cidades está associado à sua má gestão. Outro agravante é a disputa pela utilização da água por uma elevada gama de atividades econômicas. Podemos evidenciar que todas essas ações da humanidade só mostram que enquanto o consumo sobe, as reservas de água potável estão diminuindo, dessa maneira, conforme o tempo passa, cada vez menos as pessoas terão acesso à água de boa qualidade.

Ribeiro (2011) discute sobre a problemática do estresse hídrico em São Paulo e sobre a oferta hídrica¹⁷. Não basta chover, é preciso ter condições de armazenamento da água para depois tratá-la e distribuí-la. No caso de São Paulo, quando chega o verão e as intensas chuvas, não existe a capacidade de armazenar toda a água que cai na superfície e ela acaba se tornando uma ameaça, pois agrava a situação de deslizamento e enchentes na cidade.

A crise relacionada aos recursos hídricos está embasada em vários aspectos – sociais, econômicos, culturais, tecnológicos e ambientais – causados pelo aumento da pobreza, em escala mundial, na falta de saneamento básico em diversas regiões do mundo, na poluição dos rios e aquíferos, na derrubada das matas, na expansão das regiões para a agricultura e pecuária, no aumento da urbanização e industrialização, na ocupação de áreas mananciais, na má gestão dos recursos hídricos. A crise dos recursos hídricos é discutida por diversos autores, que têm a visão de mundo contrária ao puro utilitarismo dos bens naturais (CARVALHO, 2004; LOUREIRO, 2004). Para compreender a amplitude do tema água faz-se necessário compreender a relação homem-natureza ao longo do tempo (BACCI; PATACA, 2008).

Os governos, assim como a população, devem se conscientizar de que a água é um bem que se apresenta em quantidade limitada e a custos crescentes (BARROS; AMIN, 2008). Portanto, propostas de redução de consumo e reutilização da água são muito viáveis para a sociedade atual.

A crise dos recursos hídricos referida é resultado de um longo processo de apropriação e destruição da natureza, que se intensificou com o desenvolvimento do capitalismo industrial, baseado na apropriação da natureza. O desenvolvimento científico e tecnológico caracteriza a sociedade moderna que também é caracterizada por uma grande fragmentação social e cultural em que o conhecimento se apresenta cada vez mais compartimentado (BACCI; PATACA, 2008).

¹⁷ Oferta hídrica: é a quantidade de água disponível por habitante em uma unidade territorial, ela pode ser obtida pela soma da água renovada com o estoque hídrico, cujo resultado deve ser dividido pela população da unidade territorial (RIBEIRO, 2011).

Essas situações de escassez são preocupantes, porque enquanto o consumo de água aumenta por habitante, aumenta também a quantidade de lixo e esgoto jogados nos corpos d'água. A água é um recurso fundamental à vida de todos os seres vivos e está se tornando cada vez mais escassa. Além da degradação ambiental que contamina os mananciais, o abastecimento mundial de água sofre a ameaça do grande desperdício. A maior parte da população não dá o devido valor a esse recurso tão importante, considerando-a como fonte inesgotável. Medidas preventivas e campanhas de conscientização para o bom uso são algumas ações para combater o desperdício e reduzir as perdas (MACIEL; DOMINGUES, 2001).

Segundo os dados apresentados por Ribeiro (2011) o Sistema Cantareira é responsável por cerca de quase metade da distribuição de água para a cidade de São Paulo, o que me leva a acreditar que seja um dos fatores que agravou a situação atual, ele também levanta os aspectos de poluição das represas Billings e Guarapiranga pela instalação de um polo industrial às suas margens, contaminando as suas águas e diminuindo a capacidade de oferecer água de qualidade à população.

Segundo Compiani (2007) dependendo da escala e do ponto de vista de quem está interpretando, um problema socioambiental terá diferentes perspectivas de enquadramento teórico e prático. As dimensões de espaço e tempo, muitas vezes não tratadas dentro do ensino de ciências, apresentam uma grande relevância para a compreensão das questões relativas ao meio ambiente na educação. Apresentam-se como estratégias educativas sem as quais a compreensão integrada do meio ambiente é praticamente impossível (BACCI; PATACA, 2008).

Para compreender a situação atual, de acordo com a Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente no Brasil a região Sudeste tem 6% dos recursos hídricos, sendo que 10,8% dele está na superfície, à região abrange 42,65% da população do país. Se não houver uma administração dos recursos hídricos na região a população sofrerá cada vez mais com a diminuição da distribuição e da qualidade da água. A população deve começar a se conscientizar que a água deixou de ser um bem natural para se tornar um recurso, plausível de escassez.

1.5 História da Urbanização de São Paulo e seus impactos sobre os recursos hídricos

O fenômeno de expansão das cidades e o processo de urbanização¹⁸ afetam diretamente os recursos naturais, todas as atividades desenvolvidas, sejam elas industriais, domésticas ou rurais, necessitam em maior ou menor grau dos recursos naturais, principalmente dos hídricos. A utilização inadequada deles pode levar a uma situação de escassez, segundo Fracalanza (2006) o problema está associado ao modo de apropriação, a degradação decorrente e da poluição direta e indireta.

Para compreender a situação atual de São Paulo, devemos estudar como ocorreu a urbanização e como foram trabalhadas as questões de demandas de água e energia elétrica, principalmente porque a maior parte da origem energética do país é obtida através de hidroelétricas (FORESTI, 2006; ROCHA, 2003; FRACALANZA, 2004; JANES, 2003).

Por mais de três séculos a cidade de São Paulo cresceu sem alterar as conformações de sua bacia hidrográfica, mesmo em meados do século XIX, a conformação geográfica dos rios e várzeas paulistanos ainda eram muito semelhantes aos dos meados do século XVI o ponto de vista ecológico, os rios já estavam modificados, já havia uma modesta alteração nos traçados, as águas já recebiam uma pequena carga de esgoto e resíduos, houve uma alteração na região das várzeas, com a introdução de animais e plantas domesticadas e exóticas e detrimento as matas ciliares, assim afetando a fauna e a flora local (JANES, 2012).

A cidade se expandiu de uma forma estrondosa e como consequência, os seus impactos ao ambiente foram feitos na mesma proporção. Em 1872 a cidade possuía 31 mil habitantes, em menos de cem anos, em 1920 a cidade já possuía 579 mil habitantes, uma situação muito preocupante em relação aos danos causados ao ambiente (PINTO, 1994).

Conforme a cidade foi expandindo e a população aumentando, a demanda pelos recursos naturais também aumentou, e como consequência e a degradação ambiental. O

¹⁸ A urbanização é um processo de desenvolvimento econômico e social, resultado de uma mudança de economia rural para uma de serviços centrada em áreas urbanas, um processo que foi marcante no século XX (TUCCI, 2008).

suprimento de recursos foi insuficiente para tamanho desenvolvimento, a cidade passou por racionamentos e começou a se preocupar com a falta de água e de energia elétrica. Para compreender como ocorreu esse processo que atingiu, e ainda atinge a cidade, voltamos para estudar e analisar a história da urbanização de São Paulo, destacando quais épocas foram críticas para a cidade e para a população.

Em relação à demanda de energia elétrica, a Light chega a São Paulo em 1889, nessa época já existia a Cia de Água e Luz de São Paulo, que fornecia eletricidade e iluminação, mas não atendia toda a demanda que a cidade precisava, fato que nem a própria Light conseguirá atender com o passar dos anos (PASCHEKES, 1986).

No decorrer do desenvolvimento de São Paulo, no ano de 1920, a configuração natural da bacia hidrográfica dos arredores de São Paulo, já não era mais suficiente para oferecer o potencial hidroelétrico que até então havia sido utilizado. Em 1925, devido ao prolongamento da seca na região, acabou impondo um severo racionamento, reduzindo cerca de 70% do consumo habitual de energia elétrica. Diante de um quadro crítico para o desenvolvimento, começam a serem pensadas ações para a intervenção desse problema, como a construção de reservatórios de água. A configuração inicial do Tietê passa a ser insuficiente para a cidade e começam a serem realizadas diversas obras e alterações para tornar a bacia socialmente necessária, transformando-a para fins de aproveitamento das correntes de água para a geração de energia elétrica (FORESTI *et al.*, 2006).

A preocupação na época era o desenvolvimento da cidade, sem energia elétrica o avanço se tornava lento, essa situação não era agradável aos moradores e governantes da época. O importante para São Paulo era crescer e gerar capital, e para isso eram necessários a energia elétrica e a água. Nesse quadro, entra o investimento do capital estrangeiro, para que a cidade pudesse progredir e expandir ainda mais.

O investimento do capital estrangeiro, na expansão e industrialização da cidade, traz novas relações sociais. Essas ações culminam com investimentos na infraestrutura de transportes, na iluminação pública, água e esgoto, e na geração e distribuição de energia elétrica. Essas intervenções fazem os habitantes se sentirem mais próximos do que imaginam ser os grandes centros europeus. Todas essas modificações na infraestrutura e no modo de vida fazem aumentar a demanda por água e energia elétrica (FORESTI *et al.*, 2006).

Para dar suporte ao crescimento da cidade, muitas modificações foram feitas durante anos em São Paulo, todas essas alterações serviam para aumentar a distribuição de água e energia elétrica para os moradores, atividades agrícolas e industriais que se instalaram e se desenvolveram na região. Para compreender essas mudanças, pego como referência o estudo de Foresti (2006) e o descrevo resumidamente a seguir. Em 1901 é inaugurada a Usina de Santana do Parnaíba no Rio Tietê, que oferecia uma quantidade razoável de energia elétrica para a cidade. Ela foi modificada várias vezes pela Light até 1912, para ampliar a sua capacidade de distribuição. Desde 1952, até hoje, passou a se chamar Estação Elevatória de Águas Edgard Souza e a integrar o sistema de aproveitamento hidrelétrico do Rio Tietê e seus afluentes. Para suprir a necessidade elétrica da cidade outras usinas foram construídas, uma usina de vapor, a Paula Souza em 1912, e a usina Utuporanga em 1914 em Sorocaba, no rio homônimo, afluente do Tietê. Em 1925 foi construída, às pressas, a Usina de Rasgão, em Pirapora do Bom Jesus, também no Rio Tietê, que ficou pronta em onze meses, devido ao racionamento elétrico que a cidade estava passando. O descompasso entre oferta e demanda de energia elétrica em São Paulo, por conta do intenso crescimento urbano e da dinamização das indústrias, era e ainda é insustentável. Inicialmente houve a construção de dois reservatórios, a Billings e o Rio das Pedras, além das usinas elevatórias de Pedreira e Traição, que permitiram direcionar as águas dos afluentes do Tietê para esses reservatórios de São Paulo. Nos anos seguintes a mantenedora da cidade de São Paulo, foi a usina de Cubatão, as águas da Bacia do Tietê foram, significativamente, encaminhadas para o funcionamento da usina (FORESTI *et al.*, 2006).

O processo de urbanização da cidade de São Paulo foi intenso principalmente depois de 1950, nesse momento foi estreitando a disputa entre a cidade e as águas do rio. Esse primeiro grande conflito originou o problema das enchentes, principalmente a partir dos anos de 1970, quando a urbanização se tornou vertiginosa, sempre às custas das margens do Tietê e seus afluentes: Aricanduva, Tamanduateí e Pinheiros. Na periferia das cidades encontramos os mananciais, estruturas de extrema importância para a manutenção dos recursos hídricos, por volta dos anos 90 houve uma expulsão efetiva da população pobre para as periferias, iniciando a questão da proteção dos mananciais (ROCHA, 2003).

Desde o início do século passado, a administração pública já se preocupava com a questão do suprimento de água e energia para a capital, além dos problemas de inundações do Tietê. Frente a essas preocupações:

“A essa altura, a poderosa Light já visava instalar uma usina hidroelétrica a partir do lançamento do rio Grande no Cubatão. Também construía uma represa de terra no rio Guarapiranga, afluente do Pinheiros, por sua vez tributário do Tietê. E, então, foi dado o xeque-mate na proposta de Saturnino de Brito, por meio da astuciosa oferta de colaboração no abastecimento de água à cidade, por meio da represa de Guarapiranga. Como consequência, a adutora da Guarapiranga foi rapidamente construída e não se falou mais em represamento do Alto Tietê para o saneamento da capital. Não bastasse a manutenção do rio Tietê em regime de vazão variável, sem regularizá-lo através do represamento das águas a montante de São Paulo, a Light ainda represou o rio à jusante, por meio do alteamento da barragem de sua velha usina de Santana do Parnaíba (Edgard de Souza) e a complementar construção de outra barragem, próxima a Pirapora. A consequência notória foi o aparecimento de inundações antes não existentes, que atingiam até o Tamanduateí. Também o suprimento de água potável aguardava solução. Atingido um ponto crítico, a Light decidiu permitir, para adução aos municípios do ABC, a retirada de água de sua represa Billings. Ocorre que esta se encontrava muito poluída pelos esgotos de São Paulo, obrigando a administração pública a um caríssimo, porém indispensável, tratamento, além de outras providências destinadas a atenuar a contaminação. Por fim, com o suprimento de água na capital já sob ameaça, eis que ela é trazida de outras bacias. Assim, a partir de fins dos anos 1960 e início dos anos 1970, passou-se a implantar um projeto que se resolveu arbitrariamente designar como Sistema Cantareira. Ao invés de represar o Alto Tietê, ia-se buscar água quase no centro do estado, captando-a dos formadores do rio Piracicaba, prejudicando esse rio e as cidades que ele abastece. Por outro lado, porém, ocorria que a usina hidroelétrica do Cubatão (Henry Borden), para cujo funcionamento pleno a Light sujeitara a cidade a tantos agravos ecológicos, já podia começar a preparar-se para um futuro papel secundário”. (FORESTI *et al.*, 2006, pg. 10-11).

Podemos, através desse trecho, observar quando o Sistema Cantareira se torna fundamental para o abastecimento da cidade e ver que desde aquela época os impactos à ele já eram notados. Em 1907, tendo em vista a necessidade do abastecimento público de água para a cidade, foi inaugurada a represa do Guarapiranga. Tendo em vista a demanda de energia para a cidade, em 1925 foi feita a Represa Billings e, em 1926, a Usina de Cubatão.

Na década de 1970, se propôs a Legislação de Proteção dos Mananciais, mas ela não foi capaz de controlar a ocupação predatória das sub-bacias, ao sul, e da Serra da Cantareira, ao norte da região metropolitana de São Paulo. Desde aquela época via-se a necessidade de programar ações para a preservação das bacias hidrográficas como um todo. Em 1997 se instituiu uma Nova Lei dos Mananciais, a lei estadual n. 9.866/97, que dispõe sobre as

diretrizes e normas de recuperação das bacias hidrográficas e mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo, desta vez tentando superar as dificuldades e problemas enfrentados pela antiga lei de 1990 (BENATTI ALVIM, 2003). Devido às dificuldades de aplicação da lei, as áreas de mananciais, durante vários anos, foram sofrendo impactos devido às ocupações indevidas em suas regiões, a quantidade de poluentes e esgotos lançados nessas regiões aumentaram e hoje sofremos as consequências dessas ocupações indevidas. Para situar esses problemas utilizo os dados abaixo:

“Em 1975, havia cerca de 5 mil loteamentos que não constavam no mapa do município; em 1987, 49% das favelas encontravam-se junto aos córregos; e, em 1990, 56% da população residia em favelas, cortiços e habitações precárias”. (FRACALANZA, 2006; p.37)

Fracalanza (2006) realizou um estudo de levantamento dos impactos causados ao Rio Tietê, e diretamente, a Bacia do Alto do Tietê, relacionadas às atividades humanas. A pesquisadora levanta, inicialmente, os impactos que foram causados com o complexo cafeeiro na cidade de São Paulo, no final do século XIX, as intensificações das atividades na região culminaram com a degradação da qualidade da água, resultando em alterações socioespaciais. Houve alterações do uso do território resultando em crescimento econômico, e como consequência, houve transformações nos territórios decorrentes das atividades desenvolvidas que resultaram em degradação da qualidade da água dos rios da cidade. Essas modificações estão relacionadas, indiretamente, as ações promovidas na cidade e, diretamente, a obras realizadas nos leitos dos rios da região. Com todas essas modificações a cidade de São Paulo começa a ter enchentes, segundo Seabra (1995) as cheias são fenômenos geofísicos, naturais e episódicos, no entanto, as enchentes, se transformam em problemas humanos socialmente produzidos. As ações que transformam o espaço urbano, intensificam os efeitos da cheia.

Outros fenômenos, que foram marcos, em relação à qualidade da água é que em 1873 houve a colocação dos primeiros paralelepípedos na cidade, iniciando o processo de impermeabilização dos solos e do aumento do fluxo de águas afluentes aos rios durante o período de chuva. No final do século XIX e início do XX, houve registros de poluição direta das águas do Rio Tietê pela criação de gado e suínos em suas várzeas, principalmente nos núcleos de Mogi das Cruzes, São Miguel e Guarulhos. Nesse mesmo período outra fonte de poluição direta ao rio foram os despejos de resíduos sólidos e líquidos, de origem domiciliar e industrial, além de receber o destino final da coleta de esgoto, sem tratamento. Essas modificações passam a contribuir direta e indiretamente para o assoreamento do leito dos rios

que resultam na degradação das águas do Rio Tietê e seus afluentes. Entre as décadas de 1930 e 1980, aumentou a concentração de indústrias na cidade de São Paulo, que acabou intensificando os problemas de poluição, diminuindo ainda mais a qualidade da água (Fracalanza, 2006). Dois fatos agravaram ainda mais essa situação, o término das obras de reversão do curso do Rio Pinheiros, no âmbito do projeto Serra, que possibilitou o início do bombeamento das águas dos rios Tietê e Pinheiros para o reservatório Billings, com o objetivo de gerar energia na usina hidrelétrica de Henry Borden, em Cubatão, em 1950, o outro fator foi a interligação da rede de esgotos em São Paulo, em 1955. Ambos os projetos aumentam a demanda de descarga de esgotos e resíduos nos rios, aumentando ainda mais a poluição e degradando de forma aguda a qualidade da água na cidade (FRACALANZA, 2006; SÃO PAULO, ESTADO, 1992).

A partir dos quadros de degradação das águas, elaborados por Fracalanza (1992) baseados em Bueno (1994), reelaborei um quadro para facilitar a compreensão e visualização dos acontecimentos:

Tabela 3: Quadro do histórico sobre a degradação das águas Fracalanza (2002), modificado por Soler (2016).

Anos	Ações
1873	Início da impermeabilização dos solos da cidade de São Paulo, através da colocação de paralelepípedos, contribuiu para a modificação do fluxo das águas.
1894	Retificação do Rio Tamanduateí: aumento da velocidade de vazão das águas e inundações relacionadas a pontos de estrangulamento.
Final do séc. XIX	Contaminação das águas do rio Tietê pela criação de gado e suínos nas várzeas do rio, causando uma poluição direta das águas.
Início do séc. XX	O Rio Tietê começa a receber resíduos sólidos e líquidos da cidade de São Paulo, o rio era o destino final do esgoto sem tratamento.
1950-1960	Retificação dos Rios Pinheiros e Tietê, ocupação das várzeas e impermeabilização do solo.
1975	Existência de 26 mil loteamentos irregulares, favelas, cortiços e habitações precárias.
1987	49% das favelas de SP se encontram junto a córregos, com a poluição direta dos mesmos.
1990	56% da população do município de São Paulo vivem em loteamentos irregulares com situação precária.

Ao realizar esse levantamento histórico, baseados principalmente nos estudos de Fracalanza (2006), pudemos ver que a devido ao processo de urbanização de São Paulo, a cidade sofreu com a impermeabilização dos solos, com a modificação do ciclo hidrológico,

com a poluição dos mananciais, fazendo com que a água se tornasse cada vez mais imprópria para o uso e causando uma situação de escassez hídrica, que ainda acomete a cidade.

Agora veremos outros aspectos que estão associados à diminuição e degradação dos recursos hídricos em São Paulo. Para isso devemos saber que a água é usada em proporções diferentes em cada área de desenvolvimento da sociedade. No estudo de Macuso e Santos (2003) eles apresentam essas proporções do seguinte modo: a agricultura usa cerca de 65% da água produzida, 25% é utilizada pelas indústrias e 10% para diversos tipos de consumo humano. Sabendo dessas proporções podemos desenvolver ações que diminuam o consumo em todas as áreas e compreender porque a urbanização aumentou a demanda por esse recurso.

O meio ambiente é formado pelo espaço natural e pela população que são dinâmicos e inter-relacionados e se não for controlado pode levar a uma situação de desequilíbrio (TUCCL, 2008).

Os grandes problemas relacionados à água na região metropolitana de São Paulo, não acontecem por obra da natureza, esses problemas estão todos ligados ao modo de apropriação e utilização da água, cuja função social é quase sempre colocada em segundo plano. Eles estão relacionados à má utilização da água, à disputa entre os grandes consumidores, prejudicando o interesse geral, e a poluição generalizada que ameaça o meio ambiente (ROCHA, 2003). As políticas aplicadas aos recursos hídricos sempre deram prioridade à geração de energia elétrica em detrimento do uso para o abastecimento da população (VICTORINO, 1999). Essas políticas acabaram por traçar o destino dos recursos hídricos na bacia, conduzindo a uma crise permanente (FRACALANZA, 2006).

Destacando os problemas:

“A água é suprida de fontes existentes à montante ou em bacias vizinhas ou, ainda, da água subterrânea (ou combinações destas). Após o uso da água pela população, a mesma retorna para os rios sem tratamento ou pelo extravasamento das fossas. Desta forma, o esgoto polui os rios, que não podem ser usados como fonte de abastecimento. O abastecimento procura utilizar água de fontes sem contaminação, jogando água poluída para jusante. Como o desenvolvimento ocorre para montante, com o tempo, as fontes existentes são contaminadas pelos novos desenvolvimentos, além de competir com a agricultura pelo uso da água. Quando a cidade não tem capacidade de suprir a população, esta procura por seus próprios meios obter água perfurando poços ou comprando água (aumentando de forma exponencial o custo da água). A população pobre tende a perfurar poços rasos, já contaminados pelo esgoto

enquanto que a população de maior renda perfura poços profundos, mais seguros, mas que podem produzir rebaixamento dos níveis do terreno pelo esgotamento da água. Em regiões costeiras, isto pode produzir intrusão salina” (TUCCI, 2008, p. 117).

Os dois maiores problemas dentro da região metropolitana de São Paulo que acabam afetando os recursos hídricos em sua quantidade e qualidade é a poluição dos rios e represas por esgotos domésticos e industriais e a má utilização da água, além de existir uma disputa cega entre os principais setores e usuários: irrigação, abastecimento público e setor hidrelétrico. Há também duas ações que agravam o abastecimento de água em São Paulo um é a perda de água no sistema, que está relacionada à falta de investimento na manutenção da estrutura de distribuição, e o outro a falta de racionalização de seu uso, todos nós gastamos muita água, por exemplo, a agricultura na região do Alto do Tietê consome o dobro de água do que seria necessário para manter a mesma produtividade (ROCHA, 2003).

Para que haja um ambiente urbano sustentável que inclua a conservação ambiental, saúde e aspectos socioeconômicos, os serviços de águas urbanas das cidades devem incluir o abastecimento de água, esgotamento e tratamento de esgotos, drenagem e resíduos sólidos. O que pode ser observado em uma cidade grande igual a São Paulo é que a gestão das águas urbanas não é centralizada e sim fragmentada (TUCCI, 2008).

A reutilização da água limpa que sai das estações de tratamento de esgoto é uma forma de racionalização, não só nos processos produtivos, mas também nos serviços municipais, evitando o consumo de água potável mas essas ações ainda são feitas em escala moderada (ROCHA, 2003).

Quando os resíduos urbanos são dispostos de forma inadequada, são levados pela água da chuva diretamente para os rios e podem contribuir como carga de poluentes. A remoção da cobertura vegetal para a ocupação também interfere na qualidade e na quantidade dos recursos hídricos. Devido às várias modificações causadas pela urbanização, esses fenômenos irão interferir diretamente no ciclo hidrológico (FINNOTTI *et al.*, 2009).

A urbanização também aumenta as áreas impermeáveis e a canalização, o que aumenta os picos de cheia e sua frequência para a mesma precipitação. A urbanização também aumenta a velocidade da água e a produção de sedimentos e dos resíduos sólidos que escoam para a drenagem. Da forma que as cidades são planejadas e desenvolvidas torna-se desastrosa a

demanda de recursos naturais, o que agrava ainda mais serviços envolvidos na proteção e manutenção desses recursos de forma descentralizada.

Os problemas de recursos hídricos não podem ser enfrentados isoladamente. Eles estão intrinsicamente associados ao uso do solo, ao sistema viário e de transporte e principalmente à questão da habitação, ou seja, a outras políticas públicas (ROCHA, 2003).

Esse conjunto de problemas afetou drasticamente o abastecimento da região metropolitana de São Paulo e a solução adotada foi à importação maciça de água de outras bacias (FRACALANZA, 2006). A crise hídrica em São Paulo já existe há muito tempo e está piorando a cada ano que passa, devido à má gestão dos recursos.

2. Água e Urbanização: construção de uma sequência didática

2.1 Sequência Didática: Bases Teóricas e Construção

Ao mesmo tempo em que sou professora também sou aluna de mestrado e pesquisadora na área da educação. Estou sempre preocupada com a formação de meus alunos. Reconstruo minhas práticas de ensino visando estimular a construção de conhecimentos relacionados a uma determinada temática, permitindo que o aluno possa analisar as suas ações em relação ao ambiente e à sociedade.

A proposta é estimular os alunos a participarem de forma ativa e cooperativa para a construção de seus próprios conhecimentos, tornando-se capaz de enxergar os problemas ambientais e sociais e agir sobre eles. Segundo Thiollent (2011) a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social que tem uma estreita associação com uma ação ou resolução de um problema coletivo, no qual os participantes e pesquisadores estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo para a resolução do mesmo.

Ao elaborar a sequência didática, busquei associar uma temática atual e problematizadora a fim de estimular a participação dos alunos, fazendo com que expressassem suas ideias e conceitos em cima das atividades realizadas, compartilhando seus conhecimentos com os demais colegas.

Preciso, como Paulo Freire, despertar a curiosidade epistemológica a partir de uma aprendizagem significativa, utilizar uma proposta atual, que condiz com a realidade vivida por eles, aumentar a capacidade de compreensão do problema e fazer com que se tornem mais críticos de suas ações.

Como professora há alguns anos, observo a participação e a produção dos alunos durante as aulas de ciências. Pude notar que essas construções podem ocorrer nos mais variados espaços, tanto dentro da esfera escolar como fora dela. Levantar os conhecimentos prévios sobre determinado assunto instiga a criança a trazer suas experiências para compartilhá-las com seus colegas. Essa participação pode ser enriquecida com a utilização de situações problema.

Através das pesquisas para a elaboração da sequência didática, ampliei e formei concepções e conceitos que anteriormente não existiam, a forma de pensar como ministrar determinado conteúdo também modificou durante o percurso da pesquisa.

Quanto mais aprofundava as pesquisas no tema abordado, mais ideias surgiam, mais ações e concepções eram formadas. Mesmo após o término da aplicação da sequência didática, coleta dos dados e análise, continuei ampliando os meus conhecimentos sobre água e urbanização, possibilitando o desenvolvimento de bases mais sólidas para a discussão dos resultados obtidos, aumentando a minha percepção crítica sobre as informações veiculadas pelas mídias e a forma de abordá-las no contexto escolar.

Fazendo a análise da atual situação socioambiental, em que algumas partes da cidade estão ficando sem água, abordei o tema com meus alunos para conscientizá-los. Para isso, precisei levantar os aspectos fundamentais, como o ciclo da água e o processo de urbanização, discutir a má gestão de recursos hídricos e os aspectos políticos que envolvem a distribuição e manutenção da água para possibilitar a compreensão do que está acontecendo na cidade.

A pesquisa-ação possibilita a relação entre professor-pesquisador e alunos-indivíduos ativos, na construção de conhecimentos que podem ser utilizados tanto na esfera individual, de cada um dos participantes, como também podem ser aplicados na sociedade, em forma de intervenção e orientação em relação ao problema proposto. Dentro do contexto educacional a pesquisa-ação tem como um de seus objetivos a construção e a reconstrução do sistema de ensino, para isso, há a necessidade de produzir ideias que antecipem o real ou que delineiem um ideal (THIOLLENT, 2011).

Ao compreenderem como o ciclo da água é afetado pela urbanização, os alunos estarão preparados para associar novos conhecimentos, dessa forma poderão formar uma base constituída de opinião própria e coletiva, e expor de forma concreta seus aprendizados.

Para alcançar o objetivo da sequência didática precisei estimular a valorização e o uso consciente da água, além de discutir sobre os problemas de reabastecimento e manutenção dos níveis de água nas represas de São Paulo. Mesmo que não tenha sofrido tamanha diminuição nos seus índices, a Represa do Guarapiranga sofre diretamente com o ocorrido, pois passa também a suprir regiões que eventualmente sofram com a falta de água.

Para estimular essa construção de conhecimento selecionei o Parque de Ciências e Tecnologia da USP (CienTec), que fica localizado na região sul do Estado de São Paulo, na Avenida Miguel Stéfano, 4200, Água Funda, integrando o Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI), conhecido popularmente como Parque do Estado. Esse parque foi selecionado porque apresenta um roteiro que discute o ciclo da água e mostra alguns mananciais da região. Os monitores levantaram a discussão com os alunos sobre os aspectos da importância da conservação dos mananciais para a manutenção dos recursos hídricos, além de fazerem uma trilha na qual explicaram o funcionamento do ciclo hidrológico. Os monitores são muito ativos e estimulam a todo o momento a participação dos alunos, possibilitando a integração de todos durante as atividades.

A instituição de ensino não aceitou a excursão ao Parque Guarapiranga devido aos altos índices de acidentes e mortes que existem na represa. A escola achou mais prudente só trabalhar no CienTec, principalmente porque os alunos são crianças entre 10 a 12 anos de idade.

Além da visita utilizei reportagens relacionadas à represa e à demanda de água, vídeos que demonstram as interferências da urbanização sobre os recursos hídricos. A intenção foi estimular e analisar como os alunos relacionam as informações oferecidas e os espaços visitados para produzirem os seus conhecimentos.

As necessidades surgidas na vida e as experiências vividas pelos alunos ocasionam processos de produção e criação de conhecimentos, construídos individual ou coletivamente, que podem ser organizados socialmente. A educação tem a função de socializar as culturas e conhecimentos, mas despertar potencialidades, reflexões e críticas acerca da realidade e das possibilidades de sua modificação.

2.2 Sequência didática

Antes de iniciar, acho interessante trazer ao público leitor a problematização sobre a importância do planejamento da sequência didática. A estruturação e elaboração das atividades fazem com que o educador pense na sua prática e os objetivos que quer alcançar, a metodologia da pesquisa-ação auxilia nessa proposta, porque possibilita um movimento constate entre a ação e a reflexão (THIOLLENT, 2011).

A elaboração de uma sequência didática leva em consideração diversos fatores para que se atinja um bom resultado. “A sequência didática é um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos” (ZABALA, 1998, p. 18).

Dividi a minha sequência didática em três momentos: pré-campo, campo e pós-campo. Essa divisão auxiliou no planejamento das atividades e na coleta dos dados. Quando faço a segmentação, proponho três momentos de estudos diferenciados. O pré-campo, que apresento os conhecimentos prévios dos alunos e as construções das concepções básicas sobre o tema estudado; o campo, que apresento os ganhos que as excursões didáticas podem dar a essa construção e a mudança de postura dos alunos durante essas atividades; e o pós-campo, que apresento os resultados atingidos durante toda a sequência didática, mostrando como os conhecimentos construídos permitem ao aluno a compreensão dos fenômenos e a colocação da resolução dos problemas estudados.

Essa estruturação da sequência didática em três momentos, pré-campo, campo e pós-campo, é estudada e utilizada pelo grupo de pesquisa da minha orientadora, Ermelinda Motinho Pataca, que mostra a importância da elaboração das ações em cada uma dessas fases propostas.

A produção de uma sequência didática está relacionada às práticas de planejamento didático e constitui um exercício interessante sobre a percepção realizada durante a escolha e a visita ao local, as pesquisas realizadas em relação a ele, e as articulações entre as metodologias de ensino que serão utilizadas (PATACA, 2015).

As sequências didáticas podem ser consideradas como uma maneira de situar as atividades, elas não podem ser vistas apenas como um tipo de tarefa, mas como um critério que permite identificações e caracterizações preliminares na forma de ensinar (ZABALA, 1998).

O planejamento da sequência didática permitiu a definição dos parâmetros a serem desenvolvidos, o que proporcionou a compreensão do que seria estudado, como o tema, os objetivos, conteúdos, práticas, seleção do local para a atividade em campo e a avaliação de cada aula (PATACA, 2015).

Ao elaborar a sequência didática utilizei como base estruturadora um conjunto de funções que, para ZABALA (1998), são relações interativas necessárias e que favorecem o processo ensino-aprendizagem, a partir do planejamento do professor. São elas:

“(a) planejar a atuação docente de uma maneira suficientemente flexível para permitir a adaptação às necessidades dos alunos em todo o processo de ensino/aprendizagem; (b) contar com as contribuições e os conhecimentos dos alunos, tanto no início das atividades como durante sua realização; (c) ajudá-los a encontrar sentido no que estão fazendo para que conheçam o que têm que fazer, sintam que podem fazê-lo e que é interessante fazê-lo; (d) estabelecer metas ao alcance dos alunos para que possam ser superadas com o esforço e a ajuda necessários; (e) oferecer ajuda adequada, no processo de construção do aluno, para os progressos que experimenta e para enfrentar os obstáculos com os quais se depara; (f) promover atividade mental auto estruturante que permita estabelecer o máximo de relações como o novo conteúdo, atribuindo-lhe significado no maior grau possível e fomentando os processos de metacognição que lhe permitam assegurar o controle pessoal sobre os próprios conhecimentos e processos durante a aprendizagem; (g) estabelecer um ambiente e determinadas relações presididos pelo respeito mútuo e pelo sentimento de confiança, que promovam a autoestima e o autoconceito; (h) promover canais de comunicação que regulem os processos de negociação, participação e construção; (i) potencializar progressivamente a autonomia dos alunos na definição de objetivos, no planejamento das ações que os conduzirão a eles e em sua realização e controle, possibilitando que aprendam a aprender; (j) avaliar os alunos conforme suas capacidades e seus esforços, levando em conta o ponto pessoal de partida e o processo por meio do qual adquirem conhecimento e incentivando a autoavaliação das competências como meio para favorecer as estratégias de controle e regulação da própria atividade” (ZABALA, 1998, p. 92-93).

Uma das etapas fundamentais da minha sequência didática foi a excursão didática com a atividade em campo. Para elaborar as atividades em campo utilizei as categorias didáticas¹⁹: ilustrativa, indutiva, motivadora e investigativa (COMPIANI; CARNEIRO, 1993). As atividades criadas têm a proposta de serem motivadoras e investigativas, estimulando a criatividade e a construção de conhecimento pelos alunos. Baseada nos mesmos autores realizei atividades formativas possibilitando que o aluno fosse processador e fonte de informações, que participasse ativamente junto com o educador da construção do seu conhecimento, e que desenvolvesse habilidades de interação, capacidade de generalização e promoção de autonomia, pensamentos e ações.

As excursões didáticas e as atividades em campo são formas alternativas de valorizar a participação dos alunos em relação ao estudo proposto, estimulando ações cognitivas de observação, extrapolação, indução e síntese. Os objetivos propostos ao realizar essas atividades são: adquirir representações e exemplificar fenômenos da natureza; sugerir problemas e permitir uma primeira elaboração de dúvidas e questões; desenvolver habilidades, estruturar hipóteses, resolver problemas e elaborar sínteses; desenvolver novas atitudes e valores (COMPIANI; CARNEIRO, 1993).

Baseada nos estudos realizados percebi a importância de estruturar as atividades, separá-las em momentos diferenciados para que pudesse enxergar os ganhos de cada etapa realizada e repensar as ações e objetivos propostos.

Para facilitar a visualização e compreensão das atividades que foram realizadas na sequência didática, apresento na tabela abaixo às informações sobre os temas, conteúdos, estratégias didáticas, registros e avaliações feitas a cada aula proposta. No final apresento os objetivos gerais, além do público selecionado para a aplicação.

Tabela 4: Caracterização da sequência didática aplicada.

Aulas	Tema	Objetivos	Conteúdos	Estratégias Didáticas	Registros	Avaliação
1	Ciclo da água	Compreender o ciclo da água; Conhecer os	Conhecimento sobre o funcionamento e importância sobre o ciclo da água	- Organização da turma em círculo - Levantamento de conhecimentos prévios	- Gravação dos discursos sobre os conhecimentos prévios	- Produções dos discursos durante as discussões

¹⁹ Ilustrativa: serve para mostrar ou reforçar os conceitos já vistos em sala de aula; Indutivas: visam guiar sequencialmente os processos de observação e interpretação, para que os alunos resolvam um problema dado; Motivadora: visam despertar o interesse dos alunos para um dado problema ou aspecto a ser estudado; Investigativa: propicia aos alunos resolver um determinado problema, ou formular, um ou vários problemas técnico-práticos diferentes.

		fenômenos envolvidos no ciclo hidrológico; Ser capaz de identificar esses fenômenos como cíclicos.		- Perguntas orientadas - Utilização de um objeto educacional do MEC - Discussão sobre a animação assistida - Utilização do desenho presente no livro didático da escola	- Desenhos em papel sulfite	realizadas - Análise dos desenhos sobre a compreensão do ciclo da água
2	Os impactos da urbanização da cidade de São Paulo no ciclo da água	Entender o processo de urbanização e como a cidade se desenvolveu em relação a seus recursos hídricos; Identificar as ações que podem causar impactos sobre o ciclo hidrológico.	Conhecimento sobre o processo de urbanização da cidade de São Paulo	- Visualização do vídeo Entre Rios - Discussão direcionada sobre o processo histórico da urbanização da cidade - Demonstração das imagens propostas por Tucci (2006) sobre balanço hídrico e geometria de escoamento	- Gravação dos discursos produzidos durante a discussão -Elaboração de um texto com a temática sobre a urbanização e o ciclo da água	- Análise das produções escritas e discursos
3	Conhecendo a represa Guarapiranga e discutindo a crise da água na cidade de São Paulo	Conhecer o histórico e a situação atual da Represa Guarapiranga; Identificar as ações locais que causaram impactos nessa represa; Compreender a situação atual do Sistema Cantareira; Entender a situação atual dos recursos hídricos dentro da cidade de São Paulo.	Histórico sobre a Guarapiranga	- Leitura de um texto que aborda o histórico da represa Guarapiranga. - Visualização de uma reportagem que fala sobre os problemas da Guarapiranga - Leitura de reportagens que falam sobre a crise de água na cidade de São Paulo	- Gravação da discussão sobre os textos. - Elaboração de pequenos textos e esquemas que expressassem os conhecimentos construídos sobre o tema aprendido	- Análise dos textos e esquemas produzidos pelos alunos. - Verificação das produções orais realizadas.
4	Conhecendo o Parque Estadual Fontes do Ipiranga	Conhecer o histórico e a estrutura do PEFI; Identificar o CienTec dentro dessa estrutura.	Histórico e Estrutura do PEFI	- Pesquisa no site oficial do Parque Fontes do Ipiranga (PEFI) - Discussão sobre a pesquisa realizada	- Gravação das discussões realizadas sobre o histórico do PEFI - Anotações sobre a pesquisa realizada	- Elaboração dos discursos e pesquisas realizadas
5	Atividades em campo	Compreender a importância de	Atividades voltadas para o conhecimento	- Visualização de um vídeo sobre a história	- Fotografias - Desenhos e	- Análise da construção

		<p>conservação das áreas de mananciais.</p> <p>Identificar a importância da vegetação para o ciclo hidrológico.</p> <p>Ir a campo e ver como esse ciclo atua no ambiente.</p> <p>Integrar os conhecimentos pré-campo com as atividades realizadas em campo.</p>	<p>do ciclo da água e o problema da crise hídrica na cidade de São Paulo</p>	<p>do Parque CienTec</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utilização de um caderno de campo com as atividades direcionadas. - Acordo com os monitores do parque com os objetivos das atividades - Aplicação das atividades no Parque CienTec da USP 	<p>produção escrita realizadas no caderno de campo.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gravação dos discursos dos alunos durante as atividades 	<p>feita durante as atividades propostas</p>
6	<p>Construindo conhecimentos sobre a água e a urbanização</p>	<p>Ser capaz de compreender o funcionamento do ciclo hidrológico.</p> <p>Entender como a urbanização causa impactos aos recursos hídricos.</p> <p>Propor formas de redução de consumo de água.</p> <p>Identificar que todas as áreas da sociedade usam em maior ou menor grau esse recurso.</p> <p>Reconhecer que a água é fundamental para a manutenção da vida em todo planeta.</p>	<p>Conhecimentos sobre o ciclo da água e o processo de urbanização da cidade de São Paulo</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Discussão sobre os conhecimentos construídos até o momento - Questionamento orientado sobre os impactos que o processo de urbanização pode causar ao ciclo hidrológico 	<ul style="list-style-type: none"> - Gravação das discussões - Produção de texto 	<ul style="list-style-type: none"> - Análise das construções e discussões realizadas - Comparação das construções realizadas pré-campo, campo e pós-campo.

Objetivos gerais: Estimular a construção do conhecimento sobre a temática água e urbanização, de forma que as atividades desenvolvam concepções e conceitos para a formação de um aluno crítico e participativo da sociedade atual.

Público: Alunos do sexto ano do ensino fundamental de uma escola particular da Zona Sul do Estado de São Paulo.

A partir dessa introdução passamos para a descrição da aplicação e seleção de materiais para as atividades.

2.3 Atividades Pré-Campo

Para elaborar os temas e as atividades a serem realizadas no pré-campo, tive que selecionar quais eram os objetivos dessa etapa, esses englobam o desenvolvimento do conhecimento inicial sobre a água e a urbanização.

Ao desenvolver a sequência didática proposta, foquei o ensino de ciências para uma formação crítica visando à construção da cidadania nos alunos.

Segundo Matthews (1994) o objetivo de ensinar os conhecimentos da esfera científica é proporcionar a instrumentalização dos indivíduos, em relação ao desenvolvimento de capacidades cognitivas necessárias para que eles compreendam o mundo natural, sem desvincular que esse processo está inserido em um contexto histórico e sujeito a interferências econômicas, sociais e políticas.

Quando o aluno compreende os conhecimentos científicos, ele pode associar que a atividade científica, vista pelo meio educativo, é indispensável para as ações conscientes dos indivíduos e na transformação da sociedade (CACHAPUZ *et al.*, 2005).

Para construir os conhecimentos em torno do tema, os alunos realizaram atividades que estimularam a participação para a elaboração de conceitos e concepções sobre os impactos causados pela urbanização, sobre a situação atual e histórica da represa Guarapiranga e sobre a crise hídrica que acometeu São Paulo. Todos esses conhecimentos se tornam essenciais para o desenvolvimento das atividades e construção de uma postura crítica em relação aos fatos estudados.

Desenvolvi, durante o pré-campo, a exploração do histórico e da estrutura do parque CienTec, o conhecimento prévio do local auxiliou os alunos a se localizarem melhor e a reconhecerem a estrutura e a dinâmica de funcionamento do parque.

A pedagogia que apoiamos é a freireana, defende que o aluno deve se expressar, participar ativamente das aulas e ser sujeito ativo na construção do conhecimento, o educador deve reforçar a capacidade crítica do aluno, sua curiosidade e deve evitar a sua submissão (FREIRE, 2010).

Tema 1: Conhecendo o Ciclo da água

Para abordar esse tema em sala de aula utilizei duas aulas, totalizando uma hora e quarenta minutos de atividades direcionadas. Antes de iniciar as atividades comecei a sondar os conhecimentos prévios dos alunos. Ao analisar o histórico dos estudos sobre conhecimentos prévios, vi que existe um consenso entre os educadores e pesquisadores que seguem a linha construtivista, quando discutem a importância de se conhecer e considerar as concepções previamente construídas pelos alunos antes de introduzir qualquer nova informação, esses conhecimentos servem de base para planejar estratégias que possam auxiliar os alunos a resolverem os conflitos cognitivos daí gerados (CARVALHO; BUSSOLAN, 2009).

Para levantar os conhecimentos prévios sobre o tema a ser abordado, utilizei um questionário com perguntas direcionadas sobre o ciclo da água, que apresento logo abaixo:

- O que é o ciclo da água? (Essa pergunta serviu de base para ver se o que os alunos sabiam sobre o ciclo hidrológico).
- Como o ciclo da água acontece no campo? E na cidade? (Utilizei os termos campo e cidade porque acredito ser mais fácil de compreender como ambiente com vegetação preservada e com vegetação alterada, ou seja, regiões urbanizadas. Essa questão serviu para sondar o conhecimento dos alunos sobre o funcionamento do ciclo hidrológico).
- Onde encontramos a água na natureza? Onde encontramos água nas cidades? (O intuito da pergunta era identificar se conheciam as fontes de água na natureza e onde poderiam encontrá-las nos centros urbanos).
- De onde vem a água que usamos em casa? (Aqui ponho outra questão para permear o conhecimento sobre a origem da água que chega à casa dos alunos, para ter uma ideia de onde eles acham que vem esse recurso).

- Como a água que usamos para as nossas atividades diárias e para beber volta para a natureza? (Essa pergunta foi essencial para identificar se os alunos compreendiam que o ciclo hidrológico é um fenômeno cíclico).

Através dessas perguntas sondei quais eram os conhecimentos prévios dos alunos, o que entendiam sobre o ciclo da água e como ele estava associado às suas vidas.

O próximo passo foi utilizar um objeto educacional do MEC que explica o ciclo hidrológico através de uma animação. Ele possibilitou os alunos a explorarem o ciclo hidrológico, ir e voltar em seus fenômenos, ver os tipos de transformações que a água sofre durante todo esse percurso. Como as imagens utilizadas nos materiais didáticos perdem a dinâmica cíclica do fenômeno, esse recurso possibilitou essa visualização, facilitando a sua compreensão. Ressalto que mesmo utilizando o objeto educacional, muitos alunos retornaram ao livro didático para analisar a imagem contida nele.

A opção por uma educação que valoriza a imagem, não é menos disciplinada ou mais espontaneísta, mas é uma forma de buscar um entendimento mais afetivo do mundo e uma comunicação mais abrangente e inclusiva. Para deixarmos de ser observadores ingênuos que confundem representação com realidade, temos que levar a sério a decifração das imagens, especialmente no mundo atual. O uso da imagem na educação exige planejamento e aprendizado, seu uso deve envolver informação, conhecimento, preparo e gestão como todas as outras atividades educativas (COSTA, 2013).

A mídia é importante dentro do contexto escolar (PECHULA, 2012). Ao selecionar o tema o educador deve ter cuidado de ver qual mídia vai usar e se a informação transmitida por ela é verídica ou não, por isso selecionei esse objeto educacional do MEC, que é uma fonte confiável, para trabalhar o ciclo hidrológico.

A divulgação do conhecimento científico na mídia faz com que o cidadão comum, seja ele criança, jovem ou adulto, tome contato cada vez mais frequentemente com o mundo da ciência, sem se dar conta do papel estratégico que ela ocupa nas sociedades modernas (CALDAS, 2006). A utilização estruturada dos meios de comunicação pode contribuir para uma leitura crítica da sociedade e dos próprios meios (BATISTA, 2007). Por isso, como educadores podemos selecionar o material que iremos oferecer aos alunos, para que possam construir um conhecimento adequado sobre a temática estudada, e que consigam propor soluções para os problemas apontados.

As mídias são capazes de atingir diferentes públicos através de diversos assuntos, acabam tendo um potencial multidisciplinar e ajudam na compreensão de diversos contextos. Alguns tipos de mídias são distribuídos para as escolas como revistas e jornais, muitos desses produtos têm informações científicas que colaboram para a elaboração de novos conhecimentos (CALDAS, 2006). A abrangência da mídia pode tomar grandes proporções porque é um dos principais meios de divulgação de notícias acerca das ciências, tecnologias e sociedade (DIÓRIO; RÔÇAS, 2013).

Podemos ver a importância das mídias no contexto da sociedade, levando a possibilidade de enxergá-las como materiais didáticos em potencial para serem utilizados em sala de aula (DIÓRIO; ROÇAS, 2013) e auxiliar a construção do conhecimento. Neste contexto, Citelli (2004) reforça que o professor, cada vez mais, deve se mostrar como um facilitador da aprendizagem, isso porque hoje a escola disputa com uma rede de comunicações paralelas que envolvem os alunos. O educador pode trabalhar com mensagens emitidas pelos meios de comunicação de massa, e estar disposto a auxiliar na compreensão das mensagens transmitidas.

Após as discussões e a visualização do objeto educacional do MEC, os alunos expressaram seus conhecimentos através de um desenho sobre o ciclo da água, que analisei nos resultados presentes no capítulo três da dissertação. Com frequência as crianças utilizam a linguagem verbal e escrita para expressar seus conhecimentos sobre um determinado assunto, principalmente dentro do ambiente escolar. Além desses tipos de linguagens as crianças podem expressar seus conhecimentos e concepções de outras formas como, por exemplo, através de desenhos e representações.

Os desenhos e imagens são formas de pensar e estruturar as conceituações sobre o mundo, ou seja, os desenhos podem nos mostrar como aquela criança vê os acontecimentos que ocorrem ao seu redor, nos mostrando a sua percepção de mundo e seus conhecimentos sobre ele (ALMEIDA, 1990). Segundo as concepções da autora e minha vivência como educadora, vejo a importância de analisar os desenhos para compreender como os alunos constroem seus conhecimentos e saberes.

Srouf (1978) diz que o pensamento não trabalha diretamente com o concreto, mas com representações mentais desse mesmo concreto, portanto os desenhos elaborados pelos alunos

podem ser representações de seus conhecimentos e situações vividas por eles, por isso se faz tão importante o seu estudo e análise.

As atividades para desenvolver o primeiro tema envolveram o levantamento dos conhecimentos prévios, a visualização do objeto educacional do MEC e o estudo da imagem sobre o ciclo da água contida no livro didático. Para compreender o que os alunos construíram até o momento, toda a produção sobre esse tema.

Tema 2: Os impactos da urbanização da cidade de São Paulo no ciclo da água

Para abordar esse tema utilizei duas aulas, totalizando uma hora e quarenta minutos de atividades. A primeira atividade que propus foi assistir o documentário Entre Rios: A urbanização de São Paulo.

Selecionei esse, pois em nossa sociedade, dinâmica e informatizada, existe a necessidade de mudanças nos processos educacionais. Essas mudanças podem tornar o processo de ensino aprendizagem mais prazeroso e atrativo tanto para o educador quanto para os alunos.

Krasilchik e Marandino (2004) em sua pesquisa identificam que a ampliação de diferentes iniciativas de alfabetização científica nos últimos anos foi dada por meio de revistas científicas, jornais e produção de vídeos.

Dessa forma a utilização de mídias no espaço formal de ensino se torna fundamental para estimular a construção do conhecimento, principalmente na esfera científica. Articulo a ciência em um contexto tecnológico, político e social trazendo aspectos importantes para a construção do conhecimento individual e coletivo.

Hoje lidamos com uma nova geração, batizada de “Geração Digital”, que desde cedo tem contato e convive com novas tecnologias, os quais têm contribuído na produção de uma vida completamente diferenciada das gerações anteriores (FILHO; LEMOS, 2008). Como educadores, nessa nova era digital, devemos nos preparar para selecionar materiais que possam nos ajudar no contexto escolar e se tornar interessante para essa nova geração. O conhecimento para a juventude de hoje se torna um objeto a ser adquirido como e quando ele

é necessário através da interação social e dialógica em vez da recepção passiva (OSBORNE, 2007).

Segundo Reis (2004) o Ensino de Ciências deve assegurar ao aluno uma educação voltada para o exercício pleno da cidadania, contribuindo para a sua formação crítica e autônoma, capacitando o indivíduo a compreender o mundo em que vive e estimulando a escolher seus próprios caminhos. A utilização de mídias no espaço formal de ensino pode auxiliar a alcançar esse tipo de formação, a seleção de vídeos, reportagens de jornais, sites da internet, objetos de ensino trazem a realidade vivida por eles à sala de aula.

Alguns repertórios didáticos, como os museus de ciências, leituras e consultas em sites de divulgação científica, auxiliam no desenvolvimento de conhecimentos científicos, principalmente na formação crítica dos educandos (KRASILCHICK; MARANDINO, 2004). Outros repertórios didáticos como os meios de comunicação em massa têm grande influência na atualidade, mas no âmbito escolar nenhum desses repertórios consegue substituir o livro didático, porque ele possui a função intrínseca de ser o meio de informação mais constante e o principal recurso didático aplicado no sistema de ensino atual (PECHULA *et al.*, 2012).

Esse documentário foi selecionado porque, além de interessante e atrativo, traz uma visão ampla do processo de urbanização da cidade de São Paulo durante vários anos. O documentário foca o desenvolvimento da cidade em detrimento dos seus rios e escoamento de água. Esse tipo de abordagem auxilia os alunos a compreenderem a forma como São Paulo foi urbanizada, e como não foi dado o devido valor de preservação aos recursos hídricos.

Esse documentário torna-se um recurso didático importante e essencial para a temática trabalhada, ilustra e explica as alterações que foram ocorrendo durante o processo de urbanização da cidade, com o foco científico, cultural e social, integrando os diversos conhecimentos para a compreensão do processo, sendo riquíssimo em informações.

Nesse contexto de uma sociedade da informação, para que ela seja participativa é importante que os cidadãos compreendam os fenômenos que envolvem a sociedade, as ciências, a tecnologia e o meio ambiente, sendo capazes de fazer uma leitura crítica do mundo e das próprias mídias, se apropriando de conhecimentos para exercer a cidadania (CHASSOT, 2006).

Após a visualização do documentário ocorreu uma discussão com os alunos para levantar os aspectos que tinham aprendido com ele. Durante essa discussão apresentei os esquemas elaborados por Tucci (2006) que mostram o escoamento superficial em áreas com cobertura vegetal preservada e em áreas urbanizadas. As imagens do autor podem ajudar a compreender o problema de recarga dos aquíferos em áreas urbanizadas, assim como entender o fenômeno das enchentes.

Quando utilizamos desenhos e esquemas no ensino, estimulamos a utilização da linguagem visual que é mais inclusiva, pois temos a capacidade de ver se desenvolver, sem que tenhamos que fazer grande esforço nesse sentido. É muito diferente da aprendizagem da leitura e da escrita, nas quais as crianças devem aprender a decifrar os códigos e interpretá-los. Com o amadurecimento cognitivo e o fortalecimento da identidade vão fazendo do olhar um mecanismo mais competente na relação que mantemos com o mundo, por isso a compreensão visual do mundo é mais abrangente e não coloca entre as imagens e os observadores nenhum obstáculo intransponível (COSTA, 2013).

Assim como no processo de compreensão da linguagem escrita, a linguagem visual compreende vários níveis de apreensão de uma mesma coisa, sobre um mesmo fenômeno ou uma mesma obra. A compreensão do que vemos depende da nossa capacidade de perceber o que está incorporado na constituição de uma imagem, seus conceitos, suas referências, enfim, instaurar um diálogo para perceber a profundidade de suas implicações (COMPIANI, 2013).

Abaixo mostro as figuras utilizadas na atividade proposta e presente na sequência didática, elas representam o balanço hídrico em relação à superfície de escoamento nas cidades e em áreas com cobertura vegetal preservada, associada como campo pelos alunos.

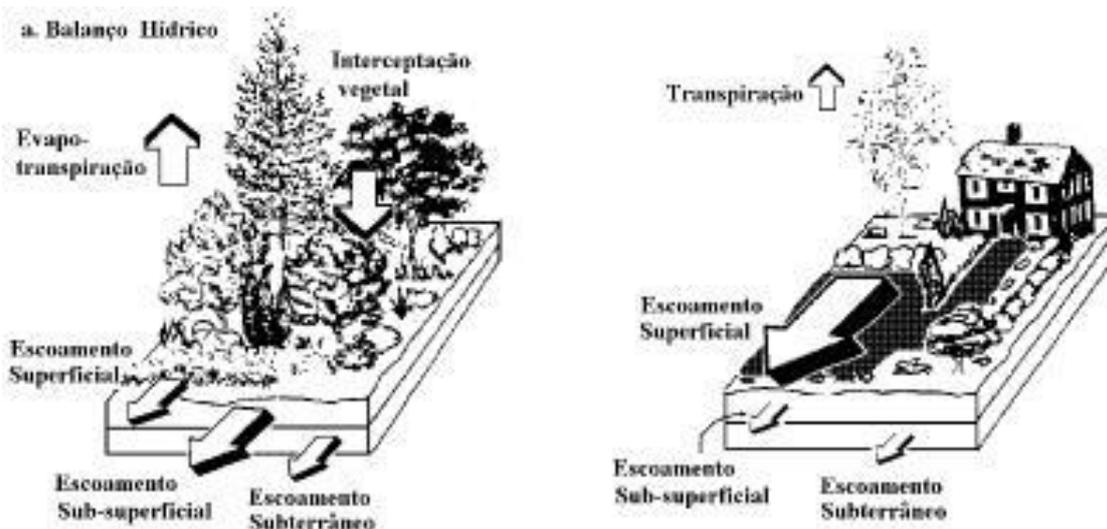


Figura 6: Balanço Hídrico. Região com cobertura vegetal preservada e região urbanizada (TUCCI, 2006).



Figura 7: Geometria de escoamento. Região com cobertura vegetal preservada e região urbanizada (TUCCI, 2006).

As imagens são excelentes instrumentos para estimular a construção do conhecimento em crianças. Segundo Gaydeczka (2013) para ler imagens ou se alfabetizar visualmente, é preciso desenvolver a observação de aspectos e de traços constitutivos presentes no interior da imagem, sem extrapolar para pensamentos que nada têm a ver com ela. Assim como um texto, a imagem pode produzir várias leituras de um único fenômeno. A análise das imagens nos ajuda a compreender a intenção de utilizá-la no ensino de determinado conteúdo, além de

auxiliar nas análises das informações que uma imagem pode conter, como fizemos no capítulo três.

Durante a análise das imagens, abri uma roda de discussão com os alunos para levantar os aspectos em relação aos problemas que a urbanização pode vir a causar ao ciclo hidrológico. Direcionei as discussões realizadas com as perguntas abaixo:

1. Como a urbanização da cidade de São Paulo interferiu no ciclo da água nessa região? (O objetivo foi verificar se o aluno compreendeu o funcionamento do ciclo hidrológico e se reconheceu alguns impactos da urbanização nesse ciclo).
2. Porque ocorrem enchentes nas cidades, como em São Paulo, e não ocorrem no campo²⁰? (Nessa questão levantei os aspectos comparativos de infiltração de água no solo nas regiões citadas para analisar se os alunos compreenderam a relação existente entre ela e tipo de cobertura).
3. Que medidas podem ser tomadas para diminuir o impacto da urbanização no ciclo da água? (Essa pergunta tem o intuito de estimular os alunos a se posicionarem em relação aos impactos causados aos recursos hídricos e proporem formas de diminuí-los).
4. Existe alguma relação entre a urbanização e a poluição dos rios? (Essa pergunta leva os alunos a associarem o aumento da população juntamente com o aumento de resíduos produzidos por ela, de existir maior possibilidade de habitações ilegais e liberação de resíduos nos corpos d'água).
5. Existe alguma relação entre a urbanização e a diminuição dos níveis de água nos reservatórios da cidade de São Paulo? (Essa é outra pergunta que faz com que os alunos associem o fenômeno de urbanização com o aumento da demanda dos recursos hídricos, ela é tão alta que acaba afetando os reservatórios de água da cidade).

Após o término das atividades, os alunos elaboraram um texto para escrever sobre os conhecimentos construídos até aquele momento, isso ajudou a analisar como estávamos conduzindo em relação à formulação de concepções e conceitos sobre a água e a urbanização e passar para os estudos do tema três.

²⁰ Utilizo novamente a palavra campo para designar os locais onde tem a cobertura vegetal preservada.

Tema 3: Conhecendo a Represa do Guarapiranga e Discutindo a Crise de água na cidade de São Paulo.

Utilizei uma hora e quarenta minutos para desenvolver atividades voltadas aos conhecimentos sobre a represa Guarapiranga e a crise hídrica da cidade.

Selecionei quatro textos em forma de reportagem. O primeiro texto discute inicialmente o histórico da represa Guarapiranga. Além do texto utilizei um vídeo produzido em 2010, em forma de reportagem, sobre a mesma represa, mostrando que, os problemas detectados e apontados naquela época, persistem até hoje.

Os outros dois textos utilizados apresentam informações para discutir a situação da crise hídrica em São Paulo. Esses textos trazem questionamentos sobre as ações governamentais em relação ao estresse hídrico da cidade, mostrando que a situação foi se agravando durante os anos. O último texto acrescentado à discussão aborda como a gestão pública está administrando esse recurso.

Os educadores de Ensino de Ciências têm avaliado criticamente a utilização de livros didáticos e apontado seus problemas e limites, em contrapartida, inicia-se a discussão sobre a utilização de outros veículos de informação e de divulgação científica, como as mídias, os museus de ciências e as feiras de ciências. Pesquisadores apresentam a eficiência da utilização de instrumentos midiáticos de divulgação científica para a transmissão do conhecimento em sala de aula, mas levanta os aspectos de cuidado que o educador deve tomar ao utilizar esses tipos de mídias, sendo um mediador da construção do conhecimento (PECHULA *et al.*, 2012).

Pude observar que os textos selecionados traziam informações importantes como o histórico da represa e os acontecimentos ao seu redor, apontando as modificações que causaram impactos na demanda hídrica e na qualidade da água. Os alunos se interessaram muito sobre as informações contidas nesses textos, assim como no vídeo assistido, principalmente porque apresentava informações sobre a represa que distribui água para as suas residências. Além disso, muitos deles juntamente com as famílias, frequentam a região da represa em finais de semana e férias para se banhar, fazer piqueniques e se divertir.

Em contra partida, os outros textos que discutem a crise hídrica na cidade de São Paulo e levantam aspectos sociais e governamentais, não atraíram tanto os alunos. Durante a sua leitura pude perceber a distração de alguns e o desinteresse de outros. Dessa forma, repensei a atividade e não aplicaria mais três textos consecutivos, eles poderiam ser fragmentados em duas atividades diferentes, juntamente com a visualização de reportagens que discutem esse mesmo assunto.

Utilizo nessa proposta a avaliação dos desenhos realizados pelos alunos, assim como sua produção escrita e esquemas construídos por eles. Ao analisar os desenhos e narrativas produzidas pelos alunos, assim como Compiani (2013), podemos perceber que ora os desenhos são mais generalizantes que a escrita, ora são singulares, ora não apresentam nenhum tipo de escrita, essa complexidade de formas está associada ao contexto espaço-temporal. Cada aluno apresenta uma especificidade de representação através dos desenhos, ora utilizam a escrita para explicá-los, outra, o desenho já se auto explica, a análise dos desenhos permite a compreensão dos conhecimentos construídos pelos alunos durante a sua vida escolar.

Segundo Almeida (1990) a criança, desde cedo, descobre uma relação entre o mundo concreto e as marcas que produz no papel, ou seja, o desenho passa a ter uma representação e uma intenção. Analisando os dizeres da autora podemos ver que os desenhos, desde cedo, representam os conhecimentos que as crianças vão adquirindo durante a sua vida e as compreensões que desenvolvem da sua leitura do mundo, essas representações vão se alterando com o tempo e ficam mais precisas. Segundo Costa (2013) a imagem desperta emoções e promove reações, impactando o observador, enquanto o texto escrito exige o processo de decifração e leitura, e estabelece um distanciamento entre o texto e o seu leitor.

As expressões cotidianas, como a narração e o desenho, têm um grande potencial no ensino de Ciências porque, como forma e estrutura de pensar, auxiliam na construção e organização de nosso conhecimento, principalmente nas salas de aula em que ricas relações entre visões científicas e cotidianas são postas (COMPIANI, 1998). A promoção de novas habilidades cognitivas auxilia no desenvolvimento de modos de “ver”, “ler” e “explicar” o mundo com novos procedimentos e novas organizações conceituais (TEIXEIRA *et al.*, 2006).

Como os autores citados, acredito que as imagens possam ser uma excelente ferramenta para a análise da construção do conhecimento. Durante todo o percurso e

aplicação da sequência didática, pude observar que os desenhos orientavam a formação de conceitos e conhecimentos pelos alunos, permitindo a eles a organização das ideias durante todas as etapas de aprendizagem, e a nós, a análise dos conhecimentos construídos em cada uma delas.

Tema 04: Conhecendo o Parque Estadual Fontes do Ipiranga

Para conhecer o Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI), e o Parque de Ciência e Tecnologia da USP (CienTec), utilizei uma aula de cinquenta minutos para desenvolver as atividades.

Na atividade proposta, os alunos conectados a computadores em rede na escola, pesquisaram o histórico e a estrutura do PEFI²¹, para posteriormente pesquisarem o CienTec, onde visitaram e realizaram as atividades de campo.

Estou utilizando um recurso tecnológico para auxiliar a construção de conhecimentos. Durante as pesquisas os alunos anotavam os aspectos que encontravam e achavam interessantes, para posteriormente expor aos demais colegas da sala.

Essa atividade teve como objetivo sondar o local onde ocorreu as atividades em campo, possibilitando aos alunos conhecer sua estrutura, localização e atividades desenvolvidas.

Para o leitor entender o motivo da escolha desse local é necessário conhecer um pouco da história e do desenvolvimento do parque de CienTec, que faz parte PEFI. Esse parque foi a sede do desenvolvimento e aplicação das atividades em campo propostas por nossa sequência didática.

O Parque CienTec conta com 141 hectares, das quais 120 são de mata. Mesmo sendo uma região de preservação ambiental, sofre muito com problemas de invasões, lançamentos de esgoto, cultivos e criações impróprias para a região, além da degradação das áreas de mananciais. Além do parque CienTec, o PEFI engloba também o Zoológico, o Jardim Botânico, a Secretaria da Agricultura, o Hospital Psiquiátrico, o Centro de Exposições

²¹ Site oficial do PEFI: hospedado no link: <http://www.condepefi.sp.gov.br/>.

Imigrantes, o Centro de Esportes, Cultura e Laser, integrados, para sua gestão, no Conselho de Defesa do PEFI sendo conhecido como CONDEPEFI (MASSABKI, 2013).

Algumas informações sobre o histórico e desenvolvimento do Parque CienTec²² foram retiradas de seu próprio site.

O Parque de Ciência e Tecnologia da Universidade de São Paulo foi criado em 2001, ocupando o sítio original do Observatório de São Paulo, localizado na Água Funda (MASSABKI, 2013). O parque remonta à criação da Comissão Geográfica e Geológica da província de São Paulo, criada em 1886.

Em 1928, com o crescimento da cidade de São Paulo, um novo observatório foi construído no bairro da Água Funda, onde hoje se localiza o Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI). Isso aconteceu porque o Observatório antigo se localizava na região da Avenida Paulista e passou a ser prejudicado pela iluminação pública e alterações geofísicas, causadas pela passagem dos bondes e urbanização da região (MASSABKI, 2013). Em 1930 foi criado o IAG, Instituto Astronômico e Geofísico, ligado a Universidade de São Paulo, na década de 1990 o IAG foi deslocado para o campus da Água Funda, e desde 1934 o IAG vinha crescendo e gradualmente e havia a necessidade de ampliação dos seus edifícios.



Figura 8: Evolução da implantação, desde o projeto até os dias atuais. Acervo digital do CienTec. À esquerda: Implantação. Traçado regulador. Projeto Original (ALYPIO LEME DE OLIVEIRA, 1930). Ao centro: Foto aérea do conjunto concluído (1942). À direita: Foto aérea recente, com a inclusão de edifícios construídos ao longo da ocupação da área (2002). Imagem retirada de Massabki (2013).

²² Site do CienTec, disponível para acesso público e presente no seguinte link: (<http://parquecientec.usp.br/breve-historico-do-parque-cientec/> - Acesso em: 23/09/2014 às 09:41h).

Em relação à localização e ocupação do espaço dentro de PEFI, segundo Toledo (1999), ele apresenta um significativo patrimônio histórico, artístico, arquitetônico, científico e ambiental, constituindo o conjunto harmônico entre os edifícios construídos e o ambiente. Já Mantovani e Massambani (2004) mostram que a região onde está localizado o PEFI é carente de serviços culturais, mas estão inseridos nesse espaço o Zoológico e o Jardim Botânico. Portanto optou-se por desenvolver atividades de divulgação científica com um núcleo de visitação animal (Zoológico) e vegetal (Jardim Botânico), e nas demais ciências (o novo centro – futuramente o parque CienTec).

Em 2011 foi criado o Parque CienTec, vinculado à Pró-Reitoria e Cultura e Extensão Universitária. A Reitoria da USP passou, em 2012, a considerar o Parque CienTec como uma “Reserva Ecológica da USP”, com uma área de 112 hectares, visando protegê-la como área especial de interesse ambiental, declarada de caráter de preservação permanente e destinada apenas à conservação, restauração, pesquisa, extensão e ensino.

Devido a essas características o parque CienTec tornou-se extremamente atrativo e funcional para o ensino e para a educação ambiental. Dentro de uma mancha verde na cidade de São Paulo, o parque pode ser utilizado para vários fins educacionais, como o nosso.

O CienTec foi desenvolvido para ser um Centro de Ciência e Tecnologia, que são museus voltados para a divulgação das diversas áreas de ciência e tecnologia, apoiando as suas atividades na interatividade para atrair o público, sendo importantes agentes de inclusão social. Esses centros, assim como os museus tradicionais, necessitam de espaços para a apresentação de seus acervos e para exposições temporárias (MASSABKI, 2013).

Abaixo apresento imagens retiradas do Google Earth, para demonstrar a mancha verde do PEFI na cidade de São Paulo. O CienTec está dentro dessa mancha, como mostra o indicador vermelho na imagem, sendo um ótimo local para o desenvolvimento de atividades em campo e de ampliação de conhecimento para a educação ambiental.

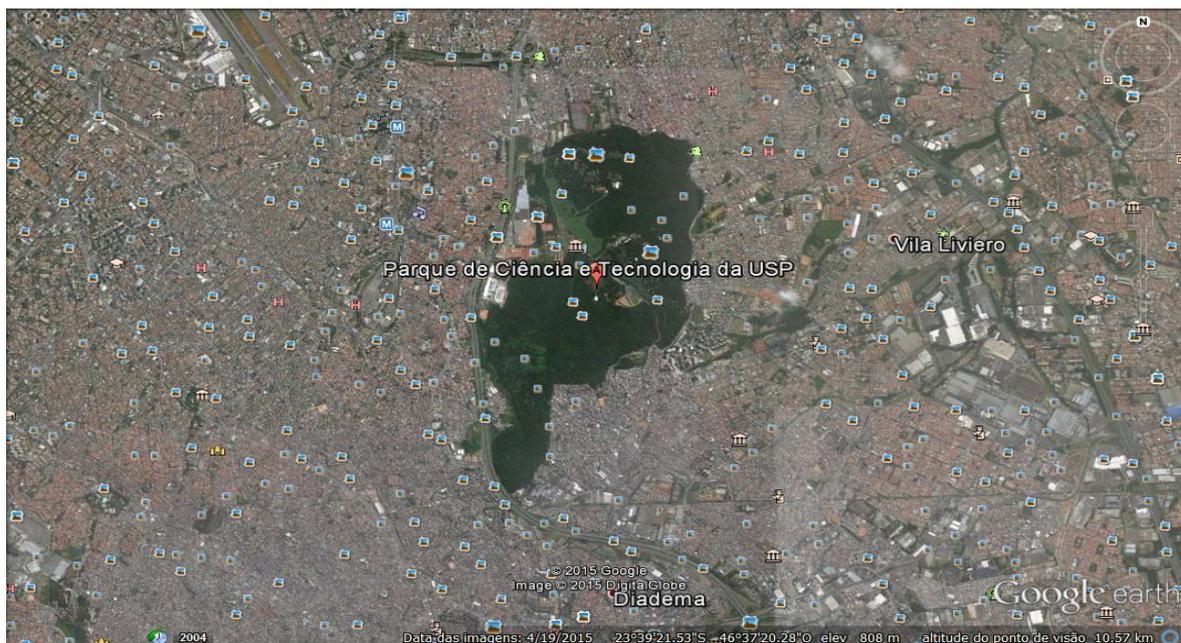


Figura 9: Parque Estadual Fontes do Ipiranga. Google Earth. Data: 14/06/2015 às 18:13



Figura 10: Parque CienTec da USP. Encontra-se dentro do Parque Estadual Fontes do Ipiranga em São Paulo.

Estudando a estrutura e histórico do parque CienTec, podemos ver que ele tem a missão de “Atuar na difusão da Ciência e da tecnologia colaborando para promover o desenvolvimento socioeconômico do país, instruindo e despertando vocações para a ciência e para a tecnologia”, assim como “Ser um centro de excelência para a difusão do conhecimento nas áreas da ciência e da tecnologia” (MANTOVANI; MASSAMBANI, 2004).

Para aproveitar a grande área verde que tem e a sua localização privilegiada, o CienTec desenvolveu a maior parte das suas exposições ao ar livre, como a alameda do

Sistema Solar, o cercado Meteorológico, a Exposição de Energias Alternativas, a esfera de Granito e o Vertedouro. O CienTec vem mostrando ao longo dos anos sua responsabilidade ambiental e social, desde sua origem vem desenvolvendo curso de educação ambiental, atividades de conscientização, além de ter realizado atividades de manejo (MASSABKI, 2013).

Segundo o autor o Parque CienTec é diferenciado por:

“a) Não tem uma administração centralizada, mas é, ao contrário, constituído por diversas instituições, ligadas a diversas secretarias de estado; b) Essas instituições exercem atividades variadas, muitas das quais não necessitariam ou nem deveriam estar localizadas num parque estadual; c) Algumas dessas instituições apresentam patrimônio arquitetônico tão importante quanto o patrimônio ambiental (Instituto de Botânica e Parque CienTec); d) Apresenta grande parte de sua área já antropizada. Somando-se as áreas das Zonas de Patrimônio Histórico e Cultural; de Uso Intensivo; e de Uso Conflitante, temos 39,5% do total da área do PEFI; e) A visitação do Parque, em virtude principalmente da presença do Zoológico, já é altíssima, da ordem de 1,5 milhões de visitantes por ano” (MASSABKI, 2013, pg. 13).

Segundo o mesmo autor, no que se refere ao CienTec:

“a) Que ele é um parque diferenciado, que necessita ser olhado de acordo com seu contexto também diferenciado; b) Que sua visitação já é muito superior à média da das unidades de conversação, em vista da presença ali do Zoológico de São Paulo; No que se refere ao CienTec: c) Que apresenta patrimônio arquitetônico significativo e que deve ser preservado; d) Que sua missão associada à divulgação da ciência e da tecnologia tem importante impacto social, especialmente considerando a ênfase que a instituição tem dado ao público proveniente de escolas públicas; e) Que tem pautado suas ações pela promoção do respeito ao meio-ambiente em geral e pela conservação e proteção do seu patrimônio ambiental em particular; f) Que as edificações pré-existentes não são adequadas nem suficientes para funcionar como áreas de exposição” (MASSABKI, 2013, pg. 15).

O Parque Estadual Fontes do Ipiranga tem sua origem no século XIX, a partir de uma lei que autorizava o reforço do abastecimento de água em São Paulo, que declarou de utilidade pública os terrenos da Bacia do Ribeirão do Ipiranga, pertencentes à época a diversos proprietários. O parque inicialmente era 22% maior do que é hoje.

A área do parque evidencia as riquezas naturais presentes no lugar e coloca ainda como referência na área dos conhecimentos científicos de botânica e zoologia. Em 1928 instala-se o Jardim Botânico.

No ano de 1942 a função do Parque se reafirma com a criação do Departamento de Produção Animal e com a reorganização do Departamento de Botânica por volta de 1946, no mesmo ano é criado o Instituto Astronômico e Geofísico (IAG), incorporado à Universidade de São Paulo.

Em 1957 instala-se no Parque o Hospital Psiquiátrico e o Departamento de Assistência aos Psicopatas. Um ano depois, em 1958 é criada a Fundação Parque Zoológico de São Paulo.

Em 1969 a Siderúrgica Alliperti é desapropriada para a ampliação do Jardim Botânico. Já no início da década de 70 começam as obras da construção da Rodovia dos Imigrantes e muitas áreas foram incorporadas pelo DERSA.

Em 1972 é criado o Parque Simba Safári, recentemente a Fundação Parque Zoológico assumiu as atividades, alterando o sistema de gestão e passou a denominar com Zoo Safári.

Em 1974 existe a Fundação do Bem-Estar do Menor – Pró-Menor (FEBEM/SP). Em 2001 a área que pertence a FEBEM é transferida a Secretaria de Assistência e Desenvolvimento Social, onde foi criado o Centro de Esportes, Cultura e Lazer.

Atualmente no PEFI ainda estão localizados o Hospital CAISM Dr. David Cipriano da Costa Filho, o 97º Distrito da Polícia Militar e o 2º Batalhão da Polícia Ambiental do Estado de São Paulo, importantes colaboradores na segurança dos usuários do PEFI e vigilância deste Centro de Conservação de Biodiversidade e do Patrimônio Histórico destinado à pesquisa, cultural, lazer, saúde, centro de negócios, exportação e desenvolvimento nacional.

As Instituições que fazem parte PEFI são: a Fundação Parque Zoológico, o Zoo Safári, o Jardim Botânico de São Paulo, Centro de Exposição Imigrantes, Parque de Ciência e Tecnologia da USP (Parque CienTec USP), Instituto Geológico, Centro de Esporte, Cultura e

Lazer, Centro de Atenção Integrada a Saúde Mental e o Centro de Logística e Exportação CELEX.

Ao analisar o histórico de criação e desenvolvimento do PEFI e do CienTec, podemos ver que as áreas são voltadas para a conservação e pesquisa. Devido a essas características selecionamos esse local para aplicar algumas atividades da nossa sequência didática, principalmente por ter a preservação de algumas nascentes e de parte da vegetação local.

Outro fator que favoreceu a escolha do Parque CienTec é a possibilidade da variedade de atividades que ele oferece além dos monitores estarem preparados para as atividades educacionais.

2.4 Atividades em Campo

2.4.1 Excursões didáticas

Os espaços fora do ambiente escolar, conhecidos como não formais, são percebidos como recursos diferenciados, como é o caso dos museus, que permitem a possibilidade de ver, tocar e aprender fazendo (BIANCONI; CARUSO, 2005). Os museus também possuem uma cultura própria, pois guardam relação com o saber de referência, mas possuem um saber próprio, o saber museal (CHEVALLARD, 1991), sendo então determinado pelas relações entre diferentes saberes (BERNSTEIN, 1996).

A utilização de museus no Ensino de Ciências se torna importante porque proporciona atividades e interações que não podem ser vividas nos espaços formais de ensino. A escola não pode proporcionar todas as informações científicas que os cidadãos necessitam, portanto ela deve proporcionar iniciativas para que os alunos saibam como e onde buscar conhecimentos necessários para a sua vida. Espaços não formais como o museu podem promover uma ampliação do conhecimento, além das atividades desenvolvidas nesses locais propiciarem uma aprendizagem²³ e contribuir para um ganho cognitivo (LORENZETTI, 2001).

²³ A aprendizagem segundo Vygotsky se produz na e pela linguagem, isto é, é na interação com outros sujeitos que formas de pensar são construídas por meio da apropriação do saber da comunidade em

No museu deve ocorrer a educação não formal, caracterizada por desenvolvimento de conhecimentos através das experiências proporcionadas por ele. Esse tipo de educação se dá fora dos quadros do sistema formal de ensino (BIANCONI; CARUSO, 2005). O público escolar brasileiro, nos últimos anos, tem tido uma acentuada presença em museus de ciências (PADILLA, 1998), e cada vez mais os professores das diferentes áreas se interessam por esse espaço com o objetivo de proporcionar um melhor aproveitamento do mesmo pelos alunos (MARANDINO, 2001). Os museus são espaços diferenciados, com uma cultura própria e espera-se que ele ofereça ao público uma forma de interação com o conhecimento, diferente do apresentado na escola (VAN-PRAET; POU CET, 1992).

Existem muitos professores preocupados em ensinar os conteúdos formais necessários, como também ampliar a cultura científica de seus alunos para além desses. Por isso, muitos deles utilizam a visita aos museus como uma ampliação dos conhecimentos e práticas ensinados em sala de aula. Ao visitar o museu, a perspectiva deve ser a ampliação da cultura, mas estabelecendo relações com os conhecimentos que estão sendo trabalhados concretamente em aula. Para a escola, dois ganhos se dão: os conteúdos de aula se tornam mais dinâmicos e o aluno percebe diferentes formas de articulação entre os temas abordados (MARANDINO, 2001).

Foi pensando nessas novas possibilidades de construção de conhecimento oferecidas por esses locais que selecionei o Parque CienTec para a realização das atividades em campo. Utilizando os espaços não formais de ensino, como os museus de ciências, amplio as possibilidades de aprendizado dos alunos.

Muitos estudos mostram a interação museu-escola. As análises desses resultados podem auxiliar em termos qualitativos na compreensão sobre as potencialidades de aprendizagem em espaços não formais de educação em ciências. A relação estabelecida entre os sujeitos e o conhecimento em espaços como este pode ser considerada diferente da escola, trata-se de outro tempo, de outro espaço físico e de outra forma de organização do saber científico (MARANDINO, 2001).

que está inserido o sujeito. O trabalho humano, que une a natureza ao homem e cria, então, a cultura e a história do homem, desenvolve a atividade coletiva, as relações sociais e a utilização de instrumentos. Os instrumentos são utilizados pelo trabalhador, ampliando as possibilidades de transformar a natureza, sendo assim, um objeto social (CASTORINA, 1988).

A visita em espaços não formais como o museu pode contribuir para despertar o interesse pela memória científica brasileira nos alunos, já que o acervo muitas vezes guarda a história científica brasileira, o que aprofunda o sentido de cidadania (BRUNO, 1998). Além disso, a experiência da visita em museus, sob o ponto de vista do tema da aprendizagem, pode abrir espaço para a participação de alunos que geralmente não se manifestam na sala de aula e dar oportunidade para que outros conteúdos, além dos formais, possam surgir e ganhar legitimidade (MARANDINO, 2001).

Museus e escolas são espaços sociais que possuem histórias, linguagem, propostas educativas e pedagógicas próprias. Socialmente são espaços que se interpenetram e se complementam mutuamente, ambos são imprescindíveis para a formação do cidadão cientificamente alfabetizado (MARANDINO, 2001). Entende-se que o museu, no que se refere à sua dimensão educativa, é também um local de produção de saberes próprios (KRASILCHIK, MARANDINO, 2004).

Os museus de Ciência e Tecnologia são apontados como espaços dinâmicos com atributos particulares para a aprendizagem da ciência. As atividades apresentadas nesses espaços aumentam a curiosidade, o senso de observação, a criatividade e o interesse pela ciência, estimulando e desenvolvendo a alfabetização científica prática e cultural (CAZELLI, 1992).

Vendo todas essas possibilidades que os museus proporcionam e o atual contexto socioambiental, optei por colocar algumas atividades orientadas nesse espaço, com o intuito de estimular a curiosidade, a criatividade e o interesse sobre a temática da água e urbanização em meus alunos.

Ao visitar um museu sugere-se que os alunos tenham um roteiro previamente preparado pelo professor, discutido em sala, enfatizando os objetivos da visita, os aspectos que devem ser analisados e anotados. Através das saídas a campo, os alunos poderão realizar observações diretas, contribuindo para a construção do conhecimento científico (LORENZETTI, 2001). Pensando nessa proposta é que desenvolvi o caderno de campo, orientando os alunos das atividades que seriam realizadas antes de irem a campo, para que pudessem aproveitar ao máximo a visita.

Acredito que os museus de ciências apresentam grande capacidade de estimular a construção do conhecimento científico, tecnológico, social e ambiental, por ser um ambiente com conhecimentos próprios histórico-sociais.

2.4.2 A importância das atividades em campo no Ensino de Ciências

Durante o meu percurso como educadora pude ver que algumas atividades, como as realizadas em campo, são uma ótima proposta para ampliar os conhecimentos construídos no espaço formal de ensino. Toda a atividade, para ter um bom resultado, deve ser planejada com antecedência, ser bem explorada e de preferência, ser interdisciplinar. As atividades de campo constituem uma importante estratégia para o ensino de ciências, uma vez que permitem explorar uma grande diversidade de conteúdos, motivando os estudantes, possibilitando um contato direto com o ambiente e facilitando a compreensão dos fenômenos (VIVEIRO; DINIZ, 2009).

As atividades de campo motivam a participação ativa dos alunos nas aulas de ciências, permitindo uma ação interativa com o ambiente, integrando conhecimentos, facilitando a construção do conhecimento e estimulando a procura por novos saberes.

Procuro a todo o momento proporcionar aos meus alunos um ensino de qualidade, para isso, é indispensável que haja um planejamento adequado que articule os trabalhos em campo com as atividades realizadas em sala de aula (VIVEIRO; DINIZ, 2009). Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) apresentam o “estudo do meio” como uma modalidade da ação de “busca de informações em fontes variadas” (BRASIL, 1998).

Envolver, positivamente, aspectos afetivos e emocionais, favorece uma motivação para o desenvolvimento e realização da atividade de campo, despertando uma atração que impulsiona o aluno a se aprofundar nos aspectos estudados e vencer os obstáculos que se interpõem à sua aprendizagem (TAPIA; FITA, 1999).

Ao adequar e possibilitar uma maior gama de atividades aos alunos, o professor estimula e motiva uma aprendizagem significativa.

“A aprendizagem será significativa quando a referência do conteúdo estiver presente no cotidiano da sala de aula e quando se considerar o conhecimento

que o aluno traz consigo, a partir da sua vivência. Torna-se relevante conhecer e compreender as características do meio em que se vive e, conseqüentemente, o cotidiano, ampliando o entendimento da complexidade do mundo atual. O espaço traz em si, as condições naturais de sua formação, que se manifestam de maneiras variadas nos diversos lugares, de acordo com as possibilidades de uso que decorrem da ação humana com suas características sociais, culturais, econômicas e, conseqüentemente, com as suas formas de organização” (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2006).

Quanto maior diversidade de atividades oferecidas, a possibilidade da construção de conhecimentos em relação a determinado tema aumenta. Essa ação fornece subsídios para que os alunos passem a compreender de maneira mais fácil o conteúdo trabalhado (BUENO, 2003).

Para desenvolver as atividades de campo devemos ter uma boa compreensão dos seus objetivos e desenvolvimento. Um trabalho de campo:

“compreende não só a saída propriamente dita, mas as fases de planejamento (incluindo a viabilidade da saída, os custos envolvidos, o tempo necessário, a elaboração e a discussão do roteiro, a autorização junto aos responsáveis pelos alunos, entre outros aspectos), execução (a saída a campo), exploração dos resultados (importante para retomar os conteúdos, discutir as observações, organizar e analisar os dados coletados) e avaliação (verificando, por exemplo, se os objetivos foram atingidos ou mesmo superados, quais aspectos foram falhos, a percepção dos alunos sobre a atividade)” (VIVEIRO; DINIZ, 2009, pg.4).

Assim como Jacobi (2005), contemplamos essas práticas como constituintes de um sistema maior, a qual ele denomina como educação para a cidadania. Esse tipo de educação é entendido como a capacitação dos sujeitos para realizar suas escolhas, tomar decisões políticas e se assegurar de modo digno nas estruturas da sociedade por meio da autonomia, liberdade e responsabilidade.

As atividades de campo permitem a sensibilização acerca dos problemas ambientais, nelas surgem oportunidades de reflexão sobre valores, imprescindíveis às mudanças comportamentais e, sobretudo, atitudinais (CARVALHO, 1998). “Esses tipos de atividades

estimulam as ações de investigação, ela é a busca de caminhos que possam nos possibilitar decodificar o mundo, perceber a relação que há entre as nossas vidas e questões mais globais através de temas geradores” (FREIRE, 1987, p. 56).

Nesse contexto, em que o aluno se vê inserido na sociedade e no ambiente, há uma nova ênfase para a educação escolar diante da necessidade de repensar essas relações, onde as atividades de campo são:

“fundamentais à compreensão das questões ambientais em sua complexidade, propiciando uma visão articulada das diferentes esferas de repercussão de um problema ambiental em estudo. Isto favorece a compreensão dos problemas socioambientais na escola, bem como contribui para a formação de cidadãos críticos e participativos em busca da melhoria da qualidade de vida” (SANTOS; COMPIANI, 2005, p. 2).

Quando proponho a atividade de campo, permito aos alunos o contato direto com o ambiente e a possibilidade de interação com situações reais. Dessa forma, estimo a participação ativa do aluno na construção de seu conhecimento e na formação de propostas para a resolução de problemas. Segundo De Frutos (1996) uma atividade de campo permite que “o aluno se sinta protagonista de seu ensino, sinta que é um elemento ativo e não um mero receptor de conhecimento”.

Essa nova forma de ver o ambiente, faz com que o aluno se conscientize da situação temporal, espacial e cultural, fazendo-se emergir e possibilitando-o de cada vez mais intervir em seu mundo, criticamente e com responsabilidade (FREIRE, 1997).

2.4.3 Tema 5: Atividade em campo.

Apresentei todas as referências bibliográficas que foram bases para a elaboração e realização das atividades propostas em campo. Essas levaram aproximadamente 3 horas para serem realizadas. Durante todo o nosso percurso pelo CienTec fomos acompanhados por dois monitores.

Antes de irmos a campo, li e analisei o roteiro de estudos com os alunos, orientando-os o que deveria ser observado e realizado em cada etapa proposta. Esse tipo de orientação ajuda os alunos a organizarem suas ideias e suas anotações no caderno de campo.

Para relembrar os alunos das pesquisas realizadas sobre o Parque, assistimos a um vídeo que fala sobre o PEFI e o CienTec.

A atividade em campo se iniciou com a análise do percurso até o parque. Nesse momento os alunos analisaram as paisagens levantando locais onde a cobertura vegetal estava mais preservada, e os locais onde quase não se observava esse tipo de cobertura. Como o caminho que realizamos acessou as principais vias, a maior parte do cenário visto era concreto e asfalto. Isso foi realizado de forma proposital, porque quando entrássemos nas vias de acesso do PEFI a visão do ambiente muda radicalmente, passamos a ver muito mais áreas com cobertura vegetal preservada, do que áreas sem essa constituição.

Quando chegamos ao CienTec conversei com os dois monitores que nos acompanharam. Situei-os das atividades que seriam realizadas e o objetivo delas. Muito receptivos, os monitores se organizaram de forma que ambos pudessem ajudar nas atividades. Eles eram biólogos de formação, que ajudou muito em relação às explicações dadas por eles.

As atividades giraram em torno da trilha ecológica. Essa etapa foca a visualização de um local de vegetação preservada, aonde os monitores vão explicando sobre a fauna e a flora. Outra etapa é a discussão da localização e manutenção dos mananciais da região, e a abordagem da conservação da bacia hidrográfica. Os monitores focavam os recursos hídricos em suas falas, principalmente para ajudar os alunos a compreenderem os fenômenos envolvidos no estudo do campo.

O mais interessante de toda a atividade foi ver como os alunos mudaram de postura em relação aos questionamentos envolvidos. Muitos alunos que não se posicionavam em sala de aula, ou que copiavam as respostas dos demais colegas, se mostraram mais ativos e participativos durante a trilha, questionavam a todo o momento os monitores, indagando as informações que lhes eram passadas, comparando com a realidade vivida por eles. Muitas vezes durante as atividades vi em suas falas reproduções do que viam e ouviam nos noticiários televisivos, mostrando que esse tipo de mídia influencia muito em suas concepções e na construção de seus conhecimentos.

Depois da discussão iniciada pelos monitores sobre a importância da conservação dos mananciais, os alunos precisaram preencher uma das suas atividades do caderno de campo, com suas percepções sobre essa importância. Além disso, tiveram que responder as perguntas abaixo:

1. Qual é a importância dos mananciais para a manutenção da água? (Essa questão foi elaborada com o intuito de sondar se os alunos compreendiam ou não essa importância).
2. Quais problemas a degradação dos mananciais podem trazer para o ciclo da água e para a sociedade? (Essa pergunta teve o objetivo de analisar se os alunos foram capazes de associar a manutenção da qualidade da água em relação à conservação dos mananciais)
3. Quais os problemas que a urbanização pode causar aos mananciais? (Essa pergunta direciona o aluno a se questionar que algumas ações humanas, relacionadas a urbanização podem afetar diretamente os mananciais, e com isso afetar a distribuição da água para a população)

Essas perguntas norteiam as concepções de base para que os alunos compreendam a situação de estresse hídrico da cidade de São Paulo. Outra parte presente no caderno de campo é um espaço para que o aluno desenhe a área urbanizada e a área natural, lembrando que essa área natural é a que tem parte da vegetação preservada. Outra atividade presente é a conclusão do que viram durante toda a trilha ecológica, levantando as conclusões que tiraram depois da atividade em campo.

A seguir mostro uma foto que foi tirada durante a atividade em campo:



Figura 11: Início da Trilha ecológica. Foi abordado com os alunos os impactos que eles causavam só de passar por aquele caminho. Também foram levantados os aspectos da fauna e flora locais e introduzidos pelo homem.

A saída a campo e o estudo do ambiente propicia que professores e alunos analisem a sociedade em conjunto com a natureza como forma de contemplar suas mais variadas particularidades. E, de modo eficaz, encarar as questões sociais ao mesmo tempo em que se atenta aos problemas ambientais. Focando atingir os objetivos de nossa sequência didática, esse vínculo é imprescindível, uma vez que as questões do meio ambiente são frutos da construção de um contexto social subsidiado por conflitos e diversidade de interesses (JACOBI, 2003).

2.5 Atividades Pós-Campo

Essa última atividade foi desenvolvida para analisar o processo de construção de conhecimentos nos alunos. Ela foi essencial para que pudéssemos analisar os ganhos qualitativos durante todo o processo e também para pensar em novas propostas para trabalhar com esse tema. A pesquisa-ação forneceu bases para realizar as discussões e apontamentos presentes nessa fase da pesquisa.

Tema 6: Construindo conhecimentos sobre a temática: Água e a urbanização da Cidade de São Paulo.

Para desenvolver as atividades relacionadas ao tema, e discutir todos os elementos usados até o atual momento, utilizamos três aulas, que totalizam duas horas e quarenta minutos.

Nesse momento estimei os alunos a integrarem os conhecimentos construídos para desenvolverem as concepções necessárias para o entendimento da situação atual de estresse hídrico de São Paulo.

Para iniciar a discussão sobre o aprendizado, retomei com os alunos alguns conhecimentos e situações vividas na saída de campo e nas atividades da sequência didática. Nesse instante foquei a discussão na relação existente entre o ciclo hidrológico e a urbanização, levantando os aspectos de interferência e impactos que poderia haver.

Pude ver nesse momento as facilidades e dificuldades apresentadas pelos alunos na construção de seus conhecimentos, além de compreender quais atividades foram mais significantes nessa construção.

Para avaliar a construção do conhecimento em meus alunos, viabilizei a análise dessas através de algumas expressões que se deram de algumas formas que cito e descrevo abaixo:

1. Discussão sobre o que aprenderam com a sequência didática e a saída a campo. (Essa parte da discussão se tornou fundamental para compreender quais foram os conhecimentos construídos até o momento. Durante essa atividade pude ver os aspectos significativos da construção do conhecimento de cada aluno e dessa forma repensar uma nova maneira de abordar a temática com o aluno e retomar alguns conceitos).

A discussão inicial foi orientada com perguntas como:

1. O que você aprendeu sobre o ciclo da água? (Essa pergunta orienta a análise da compreensão do ciclo hidrológico, do entendimento de um fenômeno cíclico que repõe o recurso, mas que não garante a qualidade do mesmo)
2. Como a urbanização da cidade de São Paulo interfere no ciclo da água? (Nesse momento orientei a análise do entendimento dos impactos que a urbanização pode causar nos recursos hídricos, essa pergunta permite compreender se os alunos conhecem ou não, as ações que causam impactos no ciclo).
3. Quais são os aspectos negativos da urbanização para o funcionamento desse ciclo? Quais problemas causam à sociedade? (Mais uma pergunta para orientar a compreensão em relação aos impactos que a urbanização pode causar aos corpos d'água e ao ciclo hidrológico, além de levarem aos alunos a pensar sobre os problemas que a sociedade sofre em relação a esse impacto ambiental).
4. Destaque alguns aspectos dos problemas que a urbanização causa ao ciclo da água? (Essa pergunta orienta o aluno a organizar as suas ideias e destacar quais são os fenômenos e ações, que associadas à urbanização, causam interferência no ciclo da água).
5. Levante alguns aspectos de estarmos com problemas no abastecimento de água na cidade de São Paulo? (Aqui questionei a associação das informações fornecidas

com a realidade vivida pelos alunos, a crise hídrica da cidade de São Paulo. Nesse momento pude observar a forte colaboração das mídias nos discursos dos alunos, e que também, ajudaram muito nessa compreensão).

6. O que podemos fazer para que não haja mais situações de racionamento de água na cidade de São Paulo? (Pude analisar se os alunos são capazes de propor soluções ao problema abordado, posso também ver se são capazes de se posicionar em relação às ações da sociedade e de seus governantes frente à crise hídrica que a cidade toda está passando).

2. A elaboração de um pequeno texto que mostre a interferência da urbanização no ciclo da água. (Nessa parte os alunos deviam expressar na produção escrita os conhecimentos sobre os impactos que a urbanização pode causar no ciclo hidrológico, como por exemplo, a impermeabilização dos solos, a diminuição da absorção e drenagem da água, diminuição da qualidade e quantidade dela e poluição dos corpos d'água e mananciais).

Após a discussão pude comparar os momentos em relação à construção dos conhecimentos, o que tinham antes de irem a campo, o que construíram durante o campo e o que permaneceu após todas as atividades realizadas. Dessa forma podemos analisar o processo de construção de conhecimentos nos alunos, que será realizado no próximo capítulo.

Tema 7: Avaliação: Analisando as construções sobre a temática.

Essa última etapa da sequência didática se refere à avaliação bimestral dos alunos, formal, de acordo com os padrões exigidos pela unidade escolar. A avaliação bimestral tem como conteúdo a temática trabalhada e os conhecimentos que abrangem as atividades aplicadas na sequência didática.

Esse material também foi utilizado como análise da construção dos conhecimentos, dessa vez, de forma individual, destacando as facilidades e dificuldades apresentadas por cada aluno, porque cada um realizou a avaliação de forma individual.

A avaliação bimestral dos alunos foi elaborada com 10 questões que abordavam a temática da água e a urbanização de São Paulo, as questões eram simples e abordavam os principais tópicos discutidos durante toda a sequência didática. A prova bimestral de ciências que foi aplicada aos alunos encontra-se no apêndice 3 dessa dissertação.

A avaliação é um instrumento de análise da aprendizagem. Podemos qualificar as construções de conhecimentos através das produções realizadas durante toda a sequência didática e também através desse instrumento.

As questões da avaliação continham perguntas sobre o ciclo da água, sobre os reservatórios na natureza, questões que discutiam sobre a água potável e a economia dela na cidade, questões que questionavam a interferência da urbanização no ciclo da água e questões que levantavam o questionamento dela ser um recurso infinito. A última pergunta que fecha a avaliação e pede uma análise do que aprenderam durante o bimestre.

Finalizo esse capítulo para iniciar as análises das produções realizadas pelos alunos.

3. Aplicação da Sequência Didática

3.1 Resultados obtidos nas atividades

Para abordar amplamente o tema água e urbanização, desde o início da sequência didática, discuti sobre o problema da distribuição de água em São Paulo. Desenvolvi todas as atividades pensando em sanar as dúvidas dos alunos em relação ao tema.

Para que o leitor compreenda melhor as escolhas realizadas, deve saber que a escola e as residências dos alunos encontram-se em um bairro mais periférico da zona sul da cidade, conhecido como Parque Sabará, que durante o ano sofreu racionamento de água. Essa situação ajudou na discussão e desenvolvimento do tema trabalhado.

As notícias veiculadas pelos meios de comunicação em massa passaram a discutir e mostrar diariamente, o problema de estresse hídrico da cidade. Muitas vezes, nas falas dos alunos, observei a reprodução dessas informações, principalmente quando falavam sobre o volume morto²⁴ do Sistema Cantareira.

Para os alunos, assim como para a população em geral, o volume morto da represa é a água mais suja e impura. Essa informação é mostrada principalmente na televisão. Observando as falas dos alunos em relação a isso temos: “Estamos recebendo água poluída” ou “Essa água que está chegando é muito ruim, não dá nem pra beber!”, “Minha mãe tá comprando água, porque essa que está vindo da SABESP não presta” e “A água está chegando branca, meu pai falou que é porque colocaram muito cloro, a água esta muito suja”. Notei que além da reprodução das falas presentes nas mídias os alunos também reproduzem as de seus pais e familiares.

²⁴ Volume Morto de uma represa: é a quantidade de água que se encontra abaixo das comportas. Parta ser drenada é necessária à utilização de bombas.

Observei durante todo o percurso da sequência didática a curiosidade dos alunos e a vontade de colocarem a sua opinião em relação ao tema discutido, principalmente porque todos sabiam e viviam, em maior ou menor grau, o problema do racionamento de água.

Outro fator importante que observei foi a participação deles em campo, muitos dos alunos que pouco interagiam nas discussões feitas em sala de aula, passaram a agir ativamente, questionando os monitores do parque.

Os dados foram coletados através dos desenhos, esquemas, textos e das gravações dos discursos dos alunos durante as atividades, além do preenchimento do caderno de campo.

Além dos dados coletados também realizei anotações das produções dos alunos. Irei descrever o processo da construção do conhecimento acima das produções mais significativas. Utilizei para a análise as categorias propostas por Tamaio (2000) acrescidas de algumas criadas por mim, além dos referenciais teóricos que foram base para a elaboração da sequência didática.

As categorias propostas por Tamaio (2000), aperfeiçoadas durante o processo, servem para mapear o nível de elaboração conceitual dos alunos, além de agrupar os conhecimentos em relação às concepções sobre a água e a urbanização, como apresento abaixo:

1. Utilitarista: O aluno vê a água como um recurso natural a serviço do desenvolvimento da sociedade. Segundo Tamaio (2000) esse tipo de visão é dualística, porque o aluno interpreta a natureza como fornecedora de recursos ao homem, sendo uma leitura antropocêntrica. Esse tipo de visão foi a que mais apareceu durante as atividades.
2. Naturalista: a água e o ciclo hidrológico são vistos como intocados, ou seja, não sofrem interferências do homem. Segundo Tamaio (2000) essa visão apresenta uma tendência pragmática de encarar a natureza, ela não sofreu ações e transformações pelo homem. Nessa visão os alunos não conseguem ver que o homem faz parte da natureza. Essa posição também apareceu em diversas atividades.
3. Científica (Catastrófica): quando a natureza é infalível. A natureza é vista como uma máquina inteligente e quando é agredida pelo homem, ela responde a essas agressões (TAMAIIO, 2000). Esse tipo de visão também aparece nas produções dos

alunos, principalmente quando falavam das enchentes e da falta de água, sendo um “castigo” da natureza ao homem.

4. Socioambiental: Nessa abordagem o aluno compreende que o homem e a paisagem são elementos constitutivos da natureza, e que ele se apropria dela. O resultado dessa ação foi gerado e construído em um processo histórico (TAMAIIO, 2000).
5. Tecnicista: quando os indivíduos resolvem as problemáticas ambientais com o uso de tecnologias. Não há a preocupação de se evitar o problema, mas existe a proposta de remediar e tratar do impacto depois que ele foi causado.

Após apresentar as categorias que irei utilizar como apoio, começo a descrever e analisar as construções obtidas a cada tema trabalhado, levantando os aspectos que foram positivos, as propostas que não deram certo, e apontar quais ações poderiam ser mudadas com o objetivo de melhorar o processo de ensino-aprendizagem.

3.2. Pré-Campo

3.2.1 Tema: O ciclo da água e as concepções prévias sobre a natureza

Iniciando a análise da sequência didática pela primeira aula, na qual o tema central é “Conhecendo o ciclo da água”, levantei os conhecimentos prévios dos alunos. Ao identificar esses conhecimentos o educador consegue propor um ponto de partida para iniciar as atividades. Utilizarei as categorias propostas por Tamaio (2000) para analisar as produções dos alunos e dessa forma compreender como os conceitos foram se transformando ao longo da sequência didática.

Para realizar esse levantamento, organizei os alunos em um grande círculo de modo que todos pudessem visualizar os demais colegas. Esse tipo de disposição facilitou a interação dos alunos nas discussões. Além da organização, preparei uma série de perguntas direcionadas. Para organizar a fala deles, assim como os registros, foi proposto que cada um falasse de uma vez, quando um dos colegas terminasse a frase o outro poderia iniciar a sua fala.

A primeira pergunta feita foi: O que é o ciclo da água? Por ser o primeiro tema a ser discutido e a primeira atividade a ser gravada, senti que os alunos não estavam à vontade, alguns não falavam e outros diziam que não sabiam, só para não terem a fala gravada. Quando percebi o desconforto deles, parei a gravação, expliquei que somente eu a ouviria, dessa forma eles passaram a interagir melhor e falar sem se preocuparem.

Com as falas iniciais dos alunos, notei que apresentaram uma visão naturalista, e que entendiam o ciclo da água como um fenômeno linear, com início e fim, desta forma, para eles o ciclo inicia-se nas nascentes e termina nos rios ou mares. Alguns alunos não sabiam explicar o que era o ciclo da água.

Os livros didáticos, com as suas imagens estáticas, ajudam os alunos a perdurarem a ideia de um ciclo linear, com começo e fim. É interessante que o professor busque através de vídeos e animações a demonstração de como esse fenômeno ocorre, ajudando a desmistificar essa linearidade.

Vale ressaltar que a temática já havia sido trabalhada durante o segundo bimestre do ano letivo, de maneira mais superficial. Com as respostas dadas à primeira pergunta, notei que a temática devia ser retomada e aprofundada, para que compreendessem o seu funcionamento.

Continuando a análise das produções, a segunda pergunta realizada foi: “Como o ciclo da água acontece no campo e na cidade?”. Resolvi utilizar a palavra campo, para discriminar os lugares que permanecem com a cobertura vegetal preservada, e cidade para lugares que apresentem essa cobertura parcialmente ou totalmente removida.

Quando realizei a segunda pergunta já estava esperando que os alunos associassem o ciclo da água novamente a um processo linear. Observei que a maioria dos alunos associou o ciclo da água na cidade ao percurso que ela faz dentro dos encanamentos até chegar às residências, um deles falou da precipitação e da dificuldade da água ser absorvida no solo devido à presença de asfalto e ao processo de urbanização. Foi unanime, de qualquer forma, a compreensão do ciclo da água dentro das cidades como um processo linear, com início e fim.

Um dos alunos fez a associação da importância da vegetação nesses locais, relacionando a sua presença com a capacidade de absorção de água no solo e manutenção dos corpos d'água. De qualquer forma, nenhum dos alunos apresentou a compreensão do ciclo da

água como um processo cíclico, mas sim, como um linear que beneficia a humanidade. Não associaram a importância da água para os animais, vegetais ou qualquer outro ser vivo a não ser o homem, mais uma vez, vejo a predominância da visão utilitarista.

Na terceira pergunta os alunos foram questionados de onde encontravam a água na natureza e nas cidades. Aqui a colocação natureza está relacionada aos locais onde há pouca interferência do homem, vejo que colocando esse tipo de comparação, talvez acabe estimulando a visão naturalista, ou seja, a natureza é um objeto intocável pelo homem. Depois de todas as atividades realizadas, vejo que, ainda para muitos alunos, a visão naturalista é a predominante.

Muitos alunos falaram que a água podia ser encontrada em rios, lagos e lençóis freáticos, tanto na cidade quanto na natureza, outros citaram a presença dela nas represas e estações de tratamento de água e esgotos.

Observei que a referência de onde eles encontram a água está muito associada ao visual, de estruturas que normalmente já viram, seja pessoalmente ou através de programas televisivos. Notei que se esqueceram da presença da água na atmosfera, e também que ela pode ser encontrada em outros estados físicos.

A quarta pergunta realizada foi: “De onde vem a água que usamos em casa?”. Os alunos responderam, na sua grande maioria, que a água vem das estações de tratamento, outros referenciaram que vinha da chuva.

A última pergunta feita para levantar os conhecimentos prévios dos alunos foi: “Como a água que utilizamos para as nossas atividades diárias volta para a natureza?”.

Vi que a partir dessa exposição de conhecimentos prévios, os alunos passaram a organizar melhor as ideias sobre o ciclo da água. Também observei como expõem o que ocorre diariamente em suas vidas, no caso, a água que volta para a natureza é aquela que não serve mais para eles, mostrando a predominância da visão utilitarista.

Vi que eles associaram a devolução da água para a natureza através de encanamentos, estruturas que aparecem com a urbanização. Nenhum deles pensou na devolução da água de outra maneira, como regando os jardins, a água que evapora das roupas secando no varal, ou das poças de água nas calçadas, entre outras formas. No final, dois alunos apontaram a reutilização da água, mostrando o início da conscientização da proteção dos recursos hídricos.

Ao término da atividade, notei que os alunos tinham dificuldade em reconhecer o ciclo da água como um fenômeno cíclico, eles visualizavam esse processo de uma forma linear, com começo e fim determinados. No final dos questionamentos observei que algumas falas apontavam o início da compreensão de um fenômeno cíclico, mostrando que com o desenvolvimento das discussões, muitos deles foram construindo conhecimentos com os demais colegas, que antes não foram expostos ou ditos.

Outro aspecto importante que notei é que eles davam respostas associadas às suas vivências. Aqui posso destacar a importância do educador em contextualizar os conteúdos ensinados dentro do ambiente escolar. Quando a vivência é real, traz uma base para o desenvolvimento de conhecimentos associados à situação estudada e dá margem para a ampliação da discussão e surgimento de novas propostas de ensino. Durante as atividades, em alguns discursos observei o início da conscientização do uso racional da água, como não lavar os carros e reutilizá-la, o que está envolvido com a situação vivida por todos eles. O pesquisador Freire (2010) também apoia o ensino contextualizado. Trazer as vivências dos alunos, os seus conhecimentos e sentimentos sobre o tema estudado, faz com que ele veja um sentido naquilo que está aprendendo e dessa forma consolide um conhecimento.

Tabela 5: Levantamento prévio sobre os conhecimentos iniciais dos alunos. A tabela apresenta as análises dadas a cada uma das questões.

Pergunta	Respostas	Alunos	Categorias de análises	Aspectos destacados
O que é o ciclo da água?	“É o ciclo que a água percorre desde a nascente até ser desaguada no mar”.	VH e BRN	Naturalista	Os alunos veem a natureza como Intocada, não sofrendo interferências da humanidade. Essas colocações mostraram uma visão naturalista e linear do ciclo. Esses alunos mostraram uma visão utilitarista da água, o uso final ocorre nas residências, para o consumo humano. Eles também apresentaram uma visão linear do fenômeno, onde o término, ao invés de ocorrer na natureza, ocorre nas residências.
	“O desague ocorre nos rios”.	PD e FP	Naturalista	
	“É desde onde nasce a água até ela se tornar potável e sair na torneira da nossa casa”.	RSD e AS	Utilitarista	
“Como o ciclo da água acontece no campo e na cidade?”	“A água percorre por encanamentos até chegar à nossa casa. Podemos usar pra tomar banho, fazer comida”.	MTH	Utilitarista	Novamente o aluno associou a água para utilização pessoal.

	<p>“Por causa da evaporação da água, ela vai para as nuvens. Com a precipitação, na cidade. Como tem muitos prédios, ela bate no chão e fica lá, por causa do asfalto das ruas”.</p>	J e VH	Socioambiental	Os alunos conseguem associar que o homem faz parte da natureza. Apresentaram uma visão realista da não absorção da água pelo solo devido ao processo de impermeabilização dessas superfícies.
	<p>“Na cidade a chuva cai, a água vai para o esgoto, depois é tratada até chegar as nossas casas”.</p>	RSD	Utilitarista	O aluno finalizou o percurso da água em sua residência para a utilização dela. Apareceu também o esgoto, uma estrutura associada a urbanização das cidades.
	<p>“No campo o ciclo da água está nas irrigações das lavouras, agricultura e também pecuária”.</p>	VH e FNT	Utilitarista	O aluno colocou a água a serviço do desenvolvimento das atividades agrícolas. Novamente a água apareceu como recurso para o desenvolvimento da sociedade.
	<p>“No campo é através de encanamentos que têm perto das casas, para levar a água até a lavoura”.</p>	FLP	Utilitarista	O aluno relacionou a água utilizada nas lavouras, com a água presente nos encanamentos das residências.
	<p>“No campo, praticamente toda a água que cai, a vegetação suga, e vai formando uma reserva debaixo da terra”.</p>	MRL	Naturalista	O aluno colocou a natureza como intocada, não existe nenhum fenômeno no campo que impede a absorção de água pelo solo. É como se não existissem superfícies impermeabilizadas nessa região.
	<p>“No campo a água fica no poço tratada e quando eles querem usar a água vão lá e pegam”.</p>	BTZ	Utilitarista	O aluno apresentou uma visão utilitarista, a água está associada ao seu uso pelo homem.
Onde encontramos água na natureza e nas cidades?	<p>“Ela evapora do oceano vai até as nuvens, vira em estado líquido, chove e cai na cidade e nos campos”.</p>	BRN	Socioambiental	O aluno foi capaz de integrar o homem na natureza, cita estruturas inter-relacionadas mostrando que ambas fazem parte de um mesmo contexto. As cidades e campos integram o ciclo hidrológico.
De onde vem a água que	<p>“Do reservatório Cantareira”.</p>	FLP	Utilitarista	O aluno expressou as falas presentes nos meios de

usamos em casa?	“Das estações de tratamento de água e de esgoto”.	MRL	Utilitarista	comunicação de massa. Devido ao racionamento e a falta de água, o Sistema Cantareira é o foco das reportagens e discussões nesse meio. O aluno fez a associação que a água sai diretamente das estações de tratamento e vai direto a sua residência para o consumo.
	“A água vem dos rios, mares, estações de tratamento e SABESP”.	RSN	Utilitarista	Nessa produção notei a visão utilitarista. A todo o momento aparece a SABESP nos noticiários, sendo a principal empresa de distribuição de água para a sociedade.
Como a água que utilizamos em nossas atividades diárias volta a natureza?	“O que a gente faz no banheiro vai pelos canos até chegar à estação de tratamento de água, lá a água evapora, e depois chove devolvendo a água para a natureza. É como se fosse o ciclo da água”.	VH	Utilitarista	O aluno apresentou a água como recurso utilizado por ele. Notei que o aluno apresentou uma visão cíclica e utilitarista da água.
	“A água vai pro ralinho, do ralinho vai pra natureza e depois evapora, ai ela fica na natureza”.	J	Utilitarista	Nessa fala podemos ver que a água que volta à natureza é aquela descartada pelo homem, que não serve mais, aquela que está indo ralo a baixo, apresentando uma visão utilitarista dela.
	“A água que a gente usa vai para os esgotos, volta pro rio e evapora, ai causa as chuvas”.	FLP	Utilitarista	Notei mais uma vez, a visão utilitarista da água. Assim como outros alunos, a água que volta para a natureza é aquela que já foi usada e não serve mais, o que mostra que o recurso está à disposição do homem.

Analisando os conhecimentos prévios dos alunos através das categorias propostas por Tamaio (2000), observei uma predominância de visão utilitarista em relação à água. Essa hegemonia de respostas está associada a como os alunos vêm à água em suas vidas, ou seja, eles a associam com a utilização para a realização de suas atividades diárias. Se observar os

resultados na Tabela 5, verá que existem também algumas posições socioambientais, o aparecimento dessa visão é excelente para mostrar que, em alguns alunos, existe a percepção do homem como parte integrante da natureza, além da compreensão que este é capaz de interferir no equilíbrio dela.

Construindo a concepção do ciclo hidrológico através das imagens

Dando sequência às atividades relacionadas ao primeiro tema, chegou o momento de aprender e interagir com o objeto educacional do MEC. Após demonstrar o objeto e explicar o ciclo hidrológico através dele, deixei os alunos manusearem individualmente e em grupo esse objeto, para que pudessem explorar ao máximo os fenômenos envolvidos.

Durante essa atividade notei o aumento do interesse dos alunos em relação ao tema, principalmente porque conseguiram visualizar a água em movimento dentro do seu ciclo. A utilização desse objeto foi positiva, percebi que muitos alunos exploravam e descobriam fenômenos que pouco conheciam. Durante essa exploração, indagavam uns aos outros sobre as descobertas realizadas e estimulavam a construção de novos conhecimentos.

Depois do resultado obtido com a utilização do objeto educacional, o indico a todos os educadores que querem trabalhar com essa temática, principalmente porque vi resultados, como a compreensão de um fenômeno cíclico e das formas que a água pode ser encontrada dentro dele.

Na próxima atividade, solicitei que eles desenhassem e escrevessem o que entendiam sobre o ciclo da água. Nessa parte tinha expectativa que a maioria dos alunos conseguisse representar o ciclo da água de uma forma dinâmica, devido ao uso do objeto educacional.

Obtive uma diversidade de resultados e uma evolução na concepção estabelecida por esses alunos, como mostrarei a seguir na sequência de desenhos e escrita produzidos por eles.

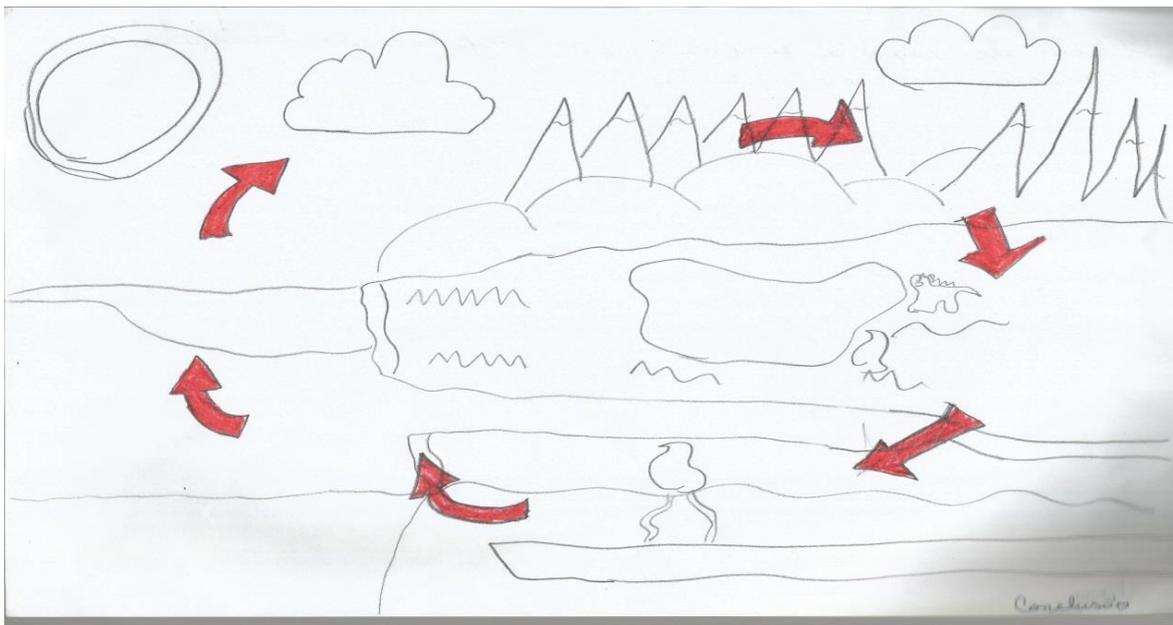


Figura 12: Desenho elaborado por FLP sobre o ciclo da água. “O ciclo da água é composto por: evaporação, transpiração, precipitação, etc...”.

Notei através da imagem que o aluno conseguiu perceber que o ciclo da água é um fenômeno cíclico e que ele depende de vários fatores, representados também em seu desenho. Observei detalhadamente essa produção e vi que o aluno colocou alguns animais e vegetais, expondo o processo de evapotranspiração. Também representou a formação das nuvens, consequência do processo de evaporação da água. Desenhou o lençol freático e corpos d’água superficiais, como os rios e mares, mostrando os locais onde a água pode ser encontrada.

O desenho produzido por FLP é muito rico em elementos visuais, isso mostra o quanto o aluno elaborou os conhecimentos em suas percepções. Valorizo uma educação baseada na utilização de imagens, fazendo com que os alunos busquem uma compreensão mais efetiva do mundo (COSTA, 2013).

Observei nessa representação elementos presentes no objeto educacional, mostrando como ele auxiliou na construção do conhecimento proposto. A utilização de mídias é essencial dentro do contexto escolar (PECHULA, 2012). Na conclusão vi que ele associa o ciclo da água aos fenômenos naturais.

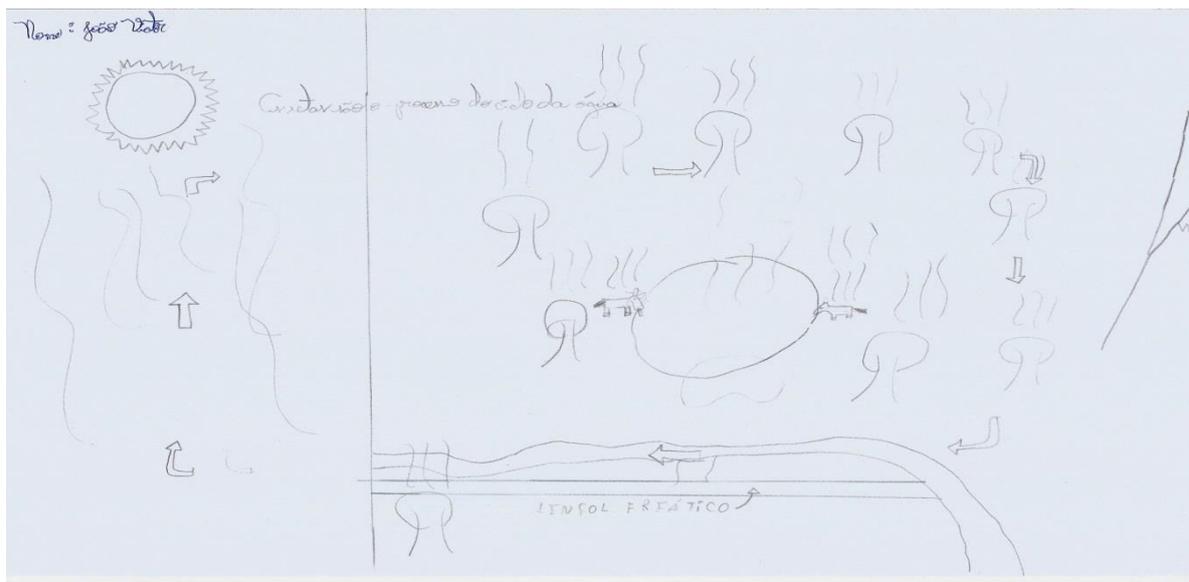


Figura 13: O ciclo da água feito por J: “As setas são o processo do ciclo da água”. Segundo ele: “O ciclo da água é o caminho que a água circula. Com os raios solares a água evapora, assim cai (a chuva), também as folhas e as árvores (participam do processo), a água que fica no solo vai para o lençol freático por meio da infiltração. Com a evaporação as nuvens ficam carregadas e precipitam, essa água vai para oceanos, rios, lagos, etc...”.

J em seu desenho demonstrou que o ciclo hidrológico é um fenômeno cíclico. Colocou algumas palavras para explicar que as setas representam um processo, e para denominar determinadas estruturas, como os lençóis freáticos. Notei que J desenhou animais e vegetais, vi que desses organismos estavam saindo vapores, ou seja, ele representou a evapotranspiração presente nos seres vivos. Deixou bem evidente a presença do lençol freático e a importância do Sol nesse ciclo. Em sua conclusão apareceu a palavra ciclo e o entendimento de uma sequência de fatores que levam à renovação desse recurso, ele citou a precipitação, evaporação e a infiltração da água no solo. Novamente apareceu uma visão naturalista, porque não observei em nenhum momento a presença do homem dentro do ciclo ou mesmo fazendo parte dele. Isso também pode estar associado aos tipos de imagens encontrados nos livros didáticos.

Desde o início da sequência didática, observei a modificação de concepções e conceitos dos alunos, como inicialmente eram produções simples e foram se tornando elaboradas.

O professor pode explorar vários tipos de materiais didáticos para estimular a participação dos alunos na construção dos seus próprios conhecimentos. Materiais diversificados permitem a participação variada de cada aluno. Alguns alunos são mais estimulados por percepções auditivas, outros por percepções visuais, outros manuais, outros

tecnológicos e assim por diante. Como tratamos de uma geração de alunos que nasceu em uma era digital (FILHO; LEMOS, 2008), todo o material informatizado chama mais a atenção deles, estimulando assim a participação nas atividades.



Figura 14: Ciclo da água realizado por BRN: “Evapora. Chega às nuvens. Cai no estado líquido. Uma parte se reinicia nos mares. Ou vão para lençóis freáticos. E que pode ser nascente de rios”. Segundo ele: “É o caminho que a água percorre para não acabar a água”.

Nesse desenho, diferente dos demais, vi que o aluno fez a representação da sequência em forma de quadrinhos. Ele mostra inicialmente o fenômeno da evaporação da água e a formação das nuvens, logo após a precipitação, que cai sobre mares ou lençóis freáticos, e esses podem virar nascentes de rios. Podemos ver nessa representação, como nas anteriores, uma visão naturalista, onde a natureza não envolve o homem e as suas ações. Acredito que essas representações aparecem dessa forma principalmente porque as imagens estudadas não mostram essa relação. O aluno percebeu a importância da absorção de água pelo solo, para repor a água dos lençóis freáticos, e que esses são responsáveis pela formação das nascentes dos rios. Quando li a conclusão de BRN, “É o caminho que a água percorre para não acabar a água”, existe a compreensão do fenômeno cíclico e da devolução dessa água para a natureza, desta forma a água não acaba, diferente das demais conclusões, esse aluno conseguiu captar a finalidade do processo cíclico, que é a manutenção do recurso.

Observei a variedade de representações que cada aluno pode produzir, são formas variadas de representarem um mesmo conhecimento, isso exemplifica que da mesma forma, os alunos pensam e criam as suas concepções de forma diferente sobre um mesmo assunto. Se tratando de formas tão diferentes de representação, podemos levantar a importância de o educador trabalhar com materiais diferentes para o ensino de certa temática e inserir as mídias

nesse contexto (PECHULA, 2012). Cada material proporciona um aprendizado de forma diferente e ajuda o aluno a recriar seus conhecimentos de forma diversa.

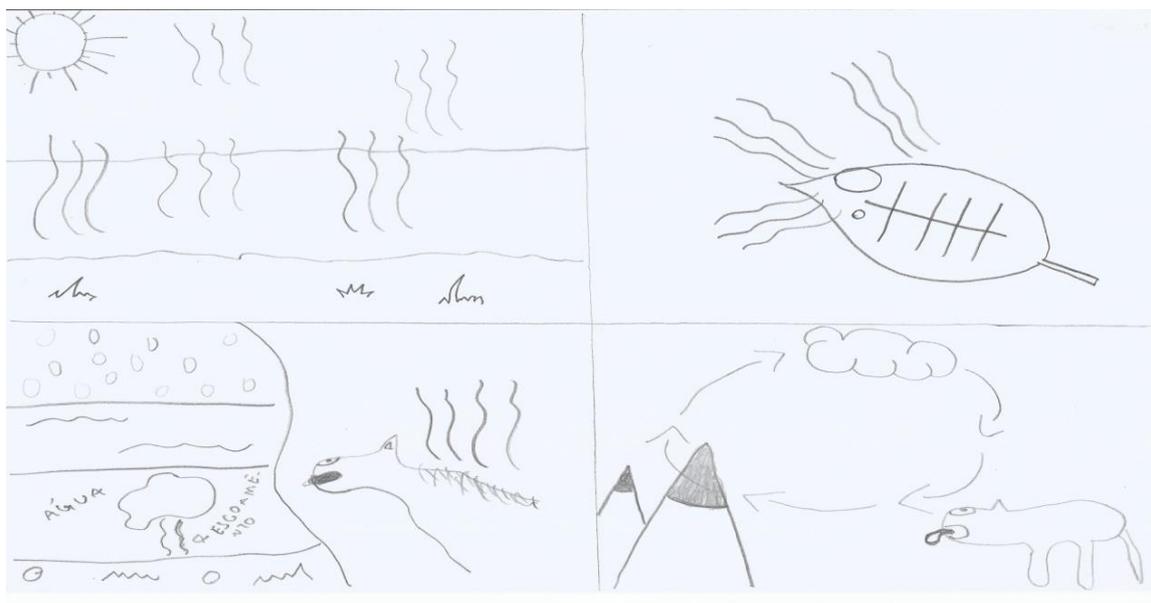


Figura 15: Ciclo da água realizado por VH “Água. Escoamento”. Segundo ele: “É o ciclo que a água percorre: evaporação, condensação, escoamento e etc”.

Visualizei novamente o formato de quadro para organizar os fenômenos representados. Estão presentes nesse desenho algumas setas formando um círculo, novamente aparece a compreensão de um fenômeno cíclico. Vi que a criança fez um parâmetro com o objeto educacional do MEC, principalmente quando desenhou a folha com a gota de água superficial, uma imagem presente nele.

Muitos alunos utilizaram as imagens presentes no objeto educacional para elaborar seus próprios desenhos, é muito comum nessa idade os alunos pegarem um parâmetro de algo que existe para elaborem suas próprias produções, característica que eu observei tanto nos discursos quanto nos desenhos produzidos por eles. Conforme os alunos vão ganhando confiança nos seus conhecimentos, passam a realizar produções originais, com suas próprias bases, mais elaborados e ricos em elementos, como veremos mais à frente.

Comparei as produções e ainda não existe a representação do ser humano dentro do ciclo hidrológico. Percebi que os alunos passaram a compreender que o ciclo da água é um fenômeno cíclico, que representa o movimento que a água faz dentro da atmosfera, as várias etapas que passa até retornar à natureza.

Outra conclusão relevante produzida pelos alunos é a seguinte: “O ciclo da água é essencial para a vida do planeta. Por isso, temos que preservar as nossas florestas” MRL. Ele conseguiu associar a importância do ciclo da água para a manutenção da vida no planeta, relacionando esse aspecto à manutenção das florestas, para permitir a integridade do recurso.

Observei novamente o aparecimento da conscientização da conservação dos recursos hídricos, desta vez, baseado na conservação da mata nativa que permite a infiltração de água no solo, o escoamento de água pelos caules das árvores e a manutenção do ecossistema local.

Esse tipo de concepção é mais bem estruturado do que as formas de conscientização de redução de consumo e reutilização da água, que passam principalmente nos programas televisivos. Os alunos passam a associar a preservação da água através da manutenção da mata nativa e vegetação local, que foi uma discussão desenvolvida com eles, principalmente, na atividade em campo. Tucci (2006) aborda essa associação em seus estudos e vejo a importância de adaptá-los para trabalhar com essas concepções na sala de aula.

Outro aspecto importante dessa atividade foi a presença do compartilhamento de ideias e produções entre eles ao terminarem as atividades. Um mostrou ao outro o que tinha produzido e seus respectivos significados. Vi a importância desse compartilhamento de ideias e produções, porque estimula ainda mais a criatividade. Proporcionar esses momentos em sala de aula é fundamental para o desenvolvimento cognitivo e elaboração de conceitos pelo aluno.

Após o término dessa atividade e análise das produções, respondi alguns questionamentos que foram aparecendo durante o processo e que são essenciais para nortear a compreensão da construção do conhecimento, que apresento abaixo.

Como o uso de desenhos auxiliou na construção dos conceitos?

As imagens utilizadas no objeto educacional do MEC e no livro didático forneceram subsídios para que os alunos elaborassem em suas mentes o conhecimento sobre aquele ciclo observado. Essas representações mentais realizadas foram posteriormente expressas em seus desenhos, apresentados nas Figuras 12, 13, 14 e 15. Notei que eles auxiliaram os alunos a compreender o fenômeno como um todo, desde ser cíclico até a inserção da participação dos seres vivos.

Como os movimentos estavam representados nas imagens?

Os alunos representaram a movimentação da água no ciclo através de flechas e setas, muitas vezes em forma circular, indicando as características cíclicas dele. Outros alunos representaram os movimentos através de uma sequência de quadrinhos com cada etapa do ciclo.

Como os conceitos foram expressos nas imagens? Que símbolos foram utilizados?

Através da análise dos desenhos observei alguns conceitos expressos neles, como o ciclo da água ser um fenômeno cíclico, representado através de setas e segmentos de quadros. A presença de animais e vegetais, desenhados no ciclo hidrológico de forma aleatória e própria de cada aluno, mostrando que eles fazem parte e são importantes para esse ciclo. O desenho dos vapores saindo desses seres, indicando a percepção e importância do processo de evapotranspiração. A representação da presença dos corpos d'água superficiais e subterrâneos indicando a importância dessas estruturas para o funcionamento do ciclo, além da representação dos fenômenos de precipitação, evaporação e infiltração.

Notei a riqueza de representações em todos os desenhos, mostrando como essa ferramenta pode ser utilizada para analisar a construção do conhecimento sobre determinado tema. Algumas percepções se mostraram essenciais para o desenvolvimento de novas concepções como veremos mais a frente.

3.2.2 Tema: As interferências da urbanização no ciclo da água

Na segunda etapa da sequência didática, abordei o tema “As interferências da urbanização no ciclo da água”. Outras sequências didáticas apontadas no trabalho de Pataca (2015) também envolvem a temática da água. Utilizei algumas ideias da pesquisadora e orientadora, para realizar as atividades propostas.

Para estudar o tema realizei atividades que contaram com a visualização do documentário Entre Rios, que discute o processo de urbanização da cidade de São Paulo em torno dos principais rios, além da visualização e discussão sobre as imagens produzidas por Tucci (2006), apresentadas nas figuras 6 e 7, que abordam o escoamento superficial da água. Organizei uma discussão com perguntas pré-definidas para compreender a elaboração de

conceitos realizada por eles. Ao final das atividades, os alunos produziram um texto sobre as interferências que a urbanização pode causar ao ciclo hidrológico.

Levei os alunos à sala de vídeo da escola e dei a orientação de que veríamos um vídeo que falava sobre o processo de urbanização da cidade de São Paulo, os impactos nos corpos d'água e os problemas de abastecimento.

Após assistirem o documentário e antes de realizar as perguntas direcionadas, foram mostradas aos alunos as imagens propostas por Tucci (2006) sobre a vazão dos rios em locais com a vegetação preservadas e nas cidades. A análise dessas imagens foi discutida com eles. Um dos questionamentos levantados era o porquê nos campos não existem enchentes e nas cidades sim. Após o recolhimento dos dados e análises, ao me aprofundar na temática, percebi que cometi um erro conceitual, as enchentes são fenômenos naturais que ocorrem tanto nas cidades quanto nos campos. Quando vi que cometi esse erro, após a finalização da sequência didática, em uma das últimas aulas do ano, retomei o assunto com os alunos e levantei esse aspecto com eles.

Após assistirem o documentário e analisarem as imagens, iniciei a nossa roda para realizar a discussão direcionada. Na primeira pergunta, questionei os alunos em relação às interferências que o processo de urbanização de São Paulo poderia ter causado ao ciclo da água, e de que maneira esse processo afetou a circulação da água na superfície do planeta. Obtive uma variedade de respostas, observei que o compartilhamento das ideias durante as atividades enriqueceu a produção dos alunos, um auxiliou o outro e complementaram as suas construções.

Os alunos, ao responderem essa pergunta, mostraram a reprodução de muitas das falas e expressões vistas no documentário, principalmente quando descrevem o processo de urbanização. A utilização de vídeos enriquece a atividade e ajuda os alunos a compreenderem fenômenos nunca vistos anteriormente.

Nos discursos dos alunos e nas suas expressões vi a compreensão de fenômenos associados à urbanização que interferem no ciclo hidrológico, como a dificuldade da circulação da água e a diminuição da quantidade disponível para a população, tanto em quantidade, quanto em qualidade (BACCI; PATACA, 2008).

Observei que eles apreciaram o vídeo, prestando bastante atenção, questionando a todo o momento algumas das falas presentes no documentário, como “Porque canalizaram esse rio?” AS ou “Porque não usavam os rios ao invés das estradas? Já que os países lá de fora faziam isso!” KK, um deles falou “Eu já passei ai! Nossa! Ai existia um rio, eu nem sabia!” PD, outro indagou “Eu conheço esse rio” J. É muito interessante esse tipo de participação dos alunos, eles trazem as suas vivências e agregam aos conhecimentos dos demais colegas. Contextualizar o conceito trabalhado é essencial para que seja desenvolvido um conhecimento amplo sobre ele (FREIRE, 2010). A utilização de materiais com apoio visual estimula a construção do conhecimento e a elaboração de novas concepções (DIÓRIO; RÔÇAS, 2013).

Como educadora vejo a importância de instigarmos o desejo de conhecimento em nossos alunos, diversificando o material utilizando e tomando cuidado com a faixa etária que será trabalhada. Os materiais, que tem como base a utilização das imagens, estimulam a produção de conhecimentos. Devido a essas concepções acho essencial a utilização de documentários e imagens para trabalhar os conteúdos previstos para o ano. Chassot (2006) levanta a importância de fazer uma leitura crítica desses instrumentos, favorecendo o exercício da cidadania nos alunos.

Na segunda pergunta os alunos responderam a questão: “Porque ocorre enchente nas cidades e não ocorrem no campo?” Novamente a conotação campo se trata de locais onde há pouca interferência na vegetação. Reforço mais uma vez que nessa pergunta feita, houve um erro conceitual, vi que ela foi colocada de forma inadequada, uma vez que os fenômenos das enchentes²⁵ ocorrem em ambos os locais.

No momento da realização da pergunta, esperava que os alunos se lembrassem das imagens apresentadas de Tucci (2006) e do que tinham visto no vídeo. Esperava que associassem campos, que tem a vegetação preservada, com menor incidência de enchentes, e as cidades, com grande incidência desse fenômeno devido à impermeabilização dos solos, às modificações das várzeas dos rios e ao soterramento dos corpos d’água.

Como os alunos moram na cidade de São Paulo é comum no verão ocorrerem chuvas muito fortes, que acaba culminando com desmoronamentos, falta de luz e estragos irreparáveis, além do mais, a quantidade de água que cai não é absorvida pelos solos impermeáveis, ficando na superfície e causando enchentes. É muito maior o foco dado pela

²⁵ Enchentes: são fenômenos naturais de cheia dos rios, ou seja, toda vez que chove mais do que a vazão dos rios, estes enchem e transbordam ocupando a várzea deles, isso pode ocorrer tanto na cidade como no campo.

mídia às enchentes na cidade, isso se deve aos impactos causados por esse fenômeno que se tornam muito maiores nos centros urbanizados.

A terceira pergunta realizada, estimula o aluno a fazer associações para resolver ou propor uma saída para a situação problema estudada: Que medidas podem ser tomadas para diminuir o impacto da urbanização no ciclo da água? Como resultados a essa pergunta obtive respostas como a associação da diminuição do impacto pela presença dos vegetais. Observei que os alunos passaram a associar a importância da conservação da mata nativa com a preservação dos recursos hídricos, aqui apareceu uma visão socioambiental, os alunos passaram a se integrar como objetos da natureza e a propor ações para diminuir os impactos causados pelo processo da urbanização. Obtive outro tipo de resposta, onde outros alunos pensaram em mediar o problema hídrico de forma mais tecnológica, como investimento no tratamento de esgoto, ou na modificação da estrutura física dos corpos d'água. Tamaio (2000) propõe a resolução de problemas como uma visão socioambiental, classifico essa resposta também como tecnicista, ou seja, a tecnologia é capaz de resolver todos os problemas e impactos ambientais causados pelo homem. Nessa visão, não há a preocupação de evitar o impacto, mas o foco é propor medidas de diminuir ou contornar o problema causado.

A partir da terceira pergunta, os alunos começaram a se enxergar, mais claramente, como parte integrante da natureza, apresentando uma visão socioambiental, e começaram a procurar soluções plausíveis aos problemas propostos.

A quarta pergunta se refere à existência da relação entre a urbanização e a poluição dos rios. Muitos alunos associaram essa poluição ao aumento da produção de lixo e ao fenômeno das enchentes.

Nas produções e discursos realizados pelos alunos já podemos notar que eles estão realizando as associações entre as várias esferas do conhecimento, como a científica, tecnológica, social e ambiental, capacitando-os de aplicar esses conhecimentos em suas vidas e propor soluções aos problemas expostos. Estudo e repenso a minha prática educacional de modo que facilite o processo de ensino-aprendizagem. A pesquisa-ação ajuda a alcançar esses objetivos, como mostram os estudos de Tripp (2005).

A última questão a ser colocada em discussão é se existe alguma relação entre a urbanização e a diminuição dos níveis de água nos reservatórios de São Paulo. Quando elaborei essa pergunta queria que os alunos buscassem em seus conhecimentos a razão da

diminuição da quantidade e da qualidade de água distribuída para as residências. A partir do momento que comecei a discutir os fatores da urbanização, diminuíram os aspectos de visão naturalista e aumentaram os aspectos de visão socioambiental e utilitarista sobre os recursos hídricos. Os alunos começaram a associar a dinâmica existente no ciclo da água com o processo de urbanização e passaram a compreender fenômenos mais complexos.

Tabela 6: Resultado da discussão sobre os impactos que a urbanização pode causar ao ciclo hidrológico. A tabela representa as respostas e análises dadas a cada uma das questões.

Pergunta	Respostas	Alunos	Categorias de análises	Aspectos destacados
Quais são as interferências que o processo de urbanização da cidade de São Paulo pode causar ao ciclo da água? De que maneira esse processo afetou a circulação da água na superfície do planeta?	“Com o aumento da urbanização, enterramos os rios e diminuí a água”.	BRN	Socioambiental	O aluno reproduziu uma das imagens e discussões presentes no documentário. Existe a compreensão que, com o aumento do processo de urbanização, ocorre a diminuição de água disponível para a população. Este fator está diretamente relacionado a vários aspectos, um deles é o soterramento de corpos d’água e canalização dos rios.
	“Com o aumento da população a necessidade de água aumenta”	RSD	Utilitarista	Ele compreendeu que a quantidade de pessoas interfere na quantidade do recurso disponível a sociedade. Ele apresentou uma visão utilitarista, onde a água serve para o uso e o consumo da população humana.
	“A urbanização começou quando os portugueses chegaram construindo as suas capelas nas colinas, e depois eles começaram a colocar ferrovias, e com isso eles começaram a ter ideia de fazer estradas, ruas e canalizar a água”.	FLP e MRL	Utilitarista	Apresentaram uma visão utilitarista, na qual existe a canalização dos rios para o desenvolvimento da cidade.
Porque ocorrem enchentes nas cidades e não ocorrem no campo?	“No campo tem mais vegetação que na cidade, e o asfalto não suga a água”.	MRL	Socioambiental	O aluno apresentou uma visão crítica em relação a urbanização. A impermeabilização dos solos impede que a água seja absorvida por essas estruturas.

	<p>“Porque na cidade os rios foram canalizados e perdem o espaço para correr a água, ai eles acabam fazendo alagamentos e enchentes”.</p> <p>“Com o asfaltamento, quando chove, vai alagando, alagando e alagando”.</p>	<p>FLP</p> <p>RSD</p>	<p>Socioambiental</p> <p>Socioambiental</p>	<p>Ele apresentou a reprodução da fala presente no documentário assistido, mas também demonstra uma visão crítica em relação ao processo de urbanização mostrando um dos impactos que pode ocorrer.</p> <p>O aluno expôs uma das falas mais presentes em noticiários televisionados que são os problemas das enchentes que estão associados diretamente ao processo de impermeabilização dos solos.</p>
<p>Que medidas podem ser tomadas para diminuir o impacto da urbanização no ciclo da água?</p>	<p>“Plantar mais vegetais”</p> <p>“Plantar mais matas nativas nas beiras dos rios para quando chover forte a água não transbordar nas pistas e seguir pelo caminho dela com mais água”</p> <p>“Precisa colocar plantações nas margens dos rios”</p> <p>“Não poluir os rios e investir no tratamento de esgoto”.</p> <p>“Aumentando os rios”.</p>	<p>MRL</p> <p>FLP</p> <p>RSD</p> <p>MRL</p> <p>BRN</p>	<p>Socioambiental</p> <p>Socioambiental</p> <p>Socioambiental</p> <p>Tecnicista e Socioambiental</p> <p>Tecnicista e Socioambiental</p>	<p>Notei nessas três primeiras produções a conscientização da manutenção da vegetação local para a preservação dos recursos hídricos.</p> <p>Os alunos foram capazes de integrar o homem na natureza, citando estruturas inter-relacionadas e mostrando que ambas fazem parte de um mesmo contexto.</p> <p>Nessas produções observei um amadurecimento em relação ao tema discutido.</p> <p>O aluno passou a compreender a existência do problema e propõem uma solução baseada em tecnologia, como o tratamento de esgoto.</p> <p>Aqui o aluno propôs a modificação da estrutura física natural, ele optou por aumentar o tamanho dos rios, que leva também a utilização de tecnologia. Para ele ao aumentar essa estrutura, também aumentamos a quantidade de água dela.</p>
<p>Qual é a relação</p>	<p>“Conforme tem</p>	<p>FLP</p>	<p>Socioambiental</p>	<p>Essa imagem descrita pelo aluno</p>

<p>entre a urbanização e a poluição dos rios?</p>	<p>mais pessoas na cidade, mais casas são construídas e mais lixo é produzido. Então eles acabam jogando fora de casa perto de bueiros, quando chove leva tudo pro bueiro e acaba levando esse lixo pro esgoto, acaba entupindo e fazendo enchentes”.</p> <p>“Sim, porque são as pessoas que poluem os rios”.</p> <p>“São as próprias pessoas que poluem os rios e causam as enchentes”.</p> <p>“Por causa de alguns petróleos que caem nos rios”.</p> <p>“Também através da indústrias, fábricas e químicos”.</p>	<p>MRL</p> <p>KRN</p> <p>BRN</p> <p>FLP</p>	<p>Científica</p> <p>Científica, Sociocambiental</p> <p>Científica, Sociocambiental</p> <p>Científica, Sociocambiental</p>	<p>do lixo entupindo bueiros e ocasionando enchentes é muito divulgada pela mídia, isso mostra o quanto esses meios de divulgação são importantes na construção de conhecimentos e concepções pelas crianças, elas além de reproduzirem o que é exposto também tomam como verdadeiro aquilo que veem pelos noticiários. O aluno vê criticamente as alterações que a urbanização causa, principalmente para a população.</p> <p>O aluno produziu uma visão comum na mídia, que é culpar a população pela escassez da água.</p> <p>Observei uma visão científica, porque os alunos estão dando um impacto catastrófico ao fenômeno, se poluímos teremos enchentes. Outros alunos conseguiram associar a poluição dos rios com as indústrias e produtos químicos, mostrando que a urbanização também está associada com a industrialização e suas consequências. Esses aspectos se inserem dentro de uma visão socioambiental.</p>
<p>Existe alguma relação entre a urbanização e a diminuição dos níveis de água nos reservatórios de São Paulo?</p>	<p>“Com o aumento das cidades urbanas, vai diminuindo a absorção da água no solo por causa do concreto, ai elas ficam em cima e secam”.</p> <p>“Por causa do desmatamento, as árvores não transpiram, ai elas</p>	<p>BRN</p> <p>MRL</p>	<p>Socioambiental</p> <p>Socioambiental</p>	<p>Ele fez essa associação relacionada ao aumento de áreas impermeáveis, devido ao concreto e asfalto colocado na superfície do solo, causando impacto direto aos recursos hídricos.</p> <p>Ele associou a diminuição das áreas verdes com o impacto direto no ciclo hidrológico, tanto para os processos de</p>

	<p>não conseguem fazer todo aquele processo do ciclo da água”.</p> <p>“Com a expansão da área urbana, vai aumentando a população e vão usando mais água”.</p>	FLP	Socioambiental e Utilitarista	<p>evapotranspiração, como para a infiltração de água no solo.</p> <p>Esse aluno conseguiu compreender a interferência do processo de urbanização no ciclo da água, ele demonstrou que com o aumento da população, há o aumento do consumo fazendo com que não haja mais água para ser distribuída. Notei a conotação utilitarista desse uso.</p>
--	---	-----	-------------------------------	---

Notei a mudança de visão dos alunos em relação ao estudo dos conhecimentos prévios mostrado na Tabela 5. Observei que inicialmente a maior parte deles apresentava uma visão utilitarista em relação à água, nesse segundo momento podemos ver que a maior parte das visões apresentadas foi socioambiental, mostrando uma modificação nas concepções iniciais sobre a temática. Nesse momento comecei a ver o desenvolvimento de uma consciência crítica ambiental, vi também um amadurecimento nas respostas e nas relações elaboradas pelos alunos.

Novamente as categorias propostas por Tamaio (2000) auxiliaram na visualização da modificação das concepções em relação ao tema estudado. Utilizando essas categorias como base posso observar a construção de conhecimentos de forma mais clara, destacando os aspectos desenvolvidos e os ganhos durante todo o processo. Algumas categorias criadas e modificadas durante o processo ajudam a compreender a origem de algumas produções realizadas pelos alunos e que também foram significativas para essa construção.

O desenvolvimento e a construção do conhecimento relacionado à temática discutida estão trazendo ao ambiente escolar a vivência dos alunos, com as atividades propostas, eles estão construindo novos conhecimentos, estão refletindo sobre as suas ações e a da sociedade, além de entenderem a interferência do homem no ambiente.

Após a discussão, a visualização do documentário e das imagens, os alunos elaboraram um pequeno texto para discutir a interferência da urbanização no ciclo da água, como mostro nas produções abaixo.

Texto de FLP: “O ciclo da água. A urbanização interfere no ciclo da água com o uso exagerado da água e a quantidade exagerada de lixo jogada todos os dias pelas casas nos rios e esgotos. Quando chove muito forte os bueiros estão entupidos pelo lixo e a água não tem para onde ir, o asfalto não absorve a água alagando as ruas e avenidas. Com isso muitas espécies de peixes estão morrendo com a água poluída. A água é importante para o uso nas casas de famílias”.

Nessa redação o aluno destacou aspectos importantes da interferência da urbanização no ciclo hidrológico, como o uso exagerado dela, o aumento da quantidade de lixo produzido pelas pessoas, o fenômeno do aumento das enchentes e a morte de diversos organismos vivos devido a presença de água poluída. Nessa produção o aluno apresentou visões utilitarista e catastrófica (científica), que são as mais comuns apresentadas nos meios de comunicação de massa, como os programas televisivos. Observei que na frase final que FLP, ele destacou a importância da água dentro do ambiente doméstico, voltando a intensificar a visão utilitarista da água.



Figura 16: Desenho de FLP que relaciona a parte urbanizada com a natural.

Notei que o aluno desenhou prédios, mostrando a parte urbanizada e do outro lado a natureza, com montanhas banhadas por corpos d’água. Pelas janelas dos edifícios podemos observar o lixo sendo jogado, nota-se que ele é lançado diretamente em um corpo d’água, mostrando as associações realizadas por ele. Essa imagem produzida apresentou uma visão catastrófica, mostrando que nós, seres humanos, causamos os impactos aos recursos hídricos. Podemos ver uma divisão perfeita entre natureza (natural) e a cidade (humanizada). Na visão da natureza, representada por ele no lado direito da imagem, os corpos d’água não são poluídos, porque não há a presença do homem, já do lado esquerdo, apresenta a cidade, a

parte que o ser humano ocupa, que está contaminada e poluída. Há uma divisão visível entre essas estruturas no desenho de FLP o que denota uma visão naturalista.

No texto elaborado por GBR: “Eu aprendi que sem água a gente não vive. Por isso temos que economizar água, senão vamos morrer. Temos que economizar porque a água em São Paulo está acabando, a água na Cantareira. Estamos precisando de chuva, mas o tempo está seco e sem chuva, cada vez mais as represas vão ficando mais secas. Economize água se não faltará e sem água a gente morre!”.

Ao ler o texto produzido por GBR pude ver a associação que ele faz em relação à falta da água e a morte dos seres vivos, principalmente a dos seres humanos. O aluno conseguiu perceber a água como um recurso natural, essencial para o desenvolvimento e manutenção da vida do planeta. GBR mostrou de uma forma mais amena, uma visão utilitarista, porque foca a vida dos seres humanos, é a nossa vida e o nosso desenvolvimento que está em perigo com a seca.

Ele também apontou a importância de economizar água devido à falta de chuva, o que indica o desenvolvimento de uma conscientização ambiental, mas com o foco na manutenção do recurso.

Ele falou também da represa Cantareira, que é o reservatório de água da cidade de São Paulo que sofreu com a estiagem. Novamente as informações divulgadas pelas mídias são postas a todo o momento nas discussões, e elas estão diretamente ligadas às construções de conhecimentos.

A evolução dos alunos no processo de ensino-aprendizagem é notável. Muitos alunos passaram a ter uma participação maior, principalmente porque o fato estudado envolve uma situação vivenciada por todos. Freire (2010) já falava da importância de um ensino contextualizado para a aprendizagem dos alunos.

Texto produzido por J: “A água é importante para nós, pois sem ela, não podemos fazer várias coisas, por exemplo, lavar louça, lavar a roupa, tomar banho, beber água, dar água para os animais, etc. Com a urbanização vai diminuir a quantidade de florestas e assim diminuir a água e com a consequência de diminuir o oxigênio. Por conta da construção de casas, irá ser necessário os asfaltamentos, e quando a chuva cai, por falta de vegetação, irá ocorrer enchentes, pois o asfalto não suga a água. Sem a água não seria possível às plantas,

árvores, etc, e com isso fazendo com que a quantidade de água no mundo fosse muito menor, pois não contaria com a transpiração das folhas, só com a dos animais e a evaporação dos rios, etc. Se continuarmos com o desmatamento, vai haver uma diminuição grande em rios, lagos, mares, mais do que já há. A água é vital para o ser humano, assim como as árvores”.

No início do texto produzido por J observei a relação existente entre a importância da água para a realização das atividades diárias, como lavar louça e tomar banho, uma visão utilitarista.

Ele associou o processo de urbanização com a diminuição das florestas, da água e do oxigênio disponível na atmosfera, também fez a relação do aumento da quantidade de superfícies impermeabilizadas associando com a diminuição da absorção da água. J conseguiu resgatar outros conhecimentos como a fotossíntese, que não foram discutidos anteriormente, mostrando que sua associação foi além do que esperava, ele associou a diminuição da cobertura vegetal com a diminuição do oxigênio produzido e também com a quantidade de água disponível.

Nas análises feitas, primeiro apareceu a visão da água como um recurso, para depois surgir a visão dela como um bem natural. Observei que os alunos passaram a desenvolver uma visão socioambiental, ela ajuda na formação de um aluno crítico e ativo na sociedade, permitindo que sejam disseminadores de conhecimentos e boas ações.

Texto realizado por MTH: “A água é importante para todo o planeta, porque sem ela não haveria vida na Terra, pois várias pessoas estão necessitando de água no Brasil, a Cantareira está ficando sem água e estão usando o volume morto. O ser humano está interferindo no ciclo da água fazendo construções perto de rios e lagos, quando chove esse rio não tem para onde ir e acaba indo para o asfalto, e acaba alagando as ruas e deixando várias pessoas desabrigadas por causa da água que entra em suas casas, levando seus pertences. Água é preciosa é só saber usar que não vai faltar”.

MTH diferente dos demais colegas colocou primeiramente a percepção da água como um bem natural, sem ela não seria possível o desenvolvimento da vida em nosso planeta, mas logo depois enfatiza a presença da água como essencial ao ser humano, “várias pessoas estão necessitando de água”.

Ele levantou o aspecto da interferência da urbanização no ciclo da água e acrescentou a conscientização da boa utilização dela “Água é preciosa, é só saber usar que não vai faltar”, mostrando a importância do uso consciente.

Outro aspecto que também apareceu na produção dele é a citação da Cantareira, mostrando que as informações veiculadas pela mídia são muito usuais em suas expressões. Podemos ver que o aluno também apresentou uma visão catastrófica destacando as enchentes, as pessoas que ficam desabrigadas devido às chuvas. Segundo Tamaio (2000) essas concepções podem ser vistas como uma visão científica, o homem está “pagando” os danos que causa à natureza.

As informações transmitidas pelos meios de comunicação podem ser aproveitadas pelo educador para facilitar a construção do conhecimento. Atualmente muitos jornais televisivos discutem aspectos e impactos ambientais em suas reportagens, logicamente, que na maioria das vezes eles são catastróficos, sempre atingindo a população de uma forma negativa e impactante, mesmo assim, esses tipos de reportagens podem ajudar a construir concepções e conceitos sobre os recursos naturais e a sua importância. Vejo, assim como outros pesquisadores, a importância de usar essas ferramentas no ensino (PECHULA *et al.*, 2012; DIÓRIO; RÔÇAS, 2013).

Essas informações que são transmitidas pelos meios de comunicação ajudam a população a construir uma visão utilitarista dos recursos naturais, as notícias sempre associam a importância desse recurso para o uso da população, gerando preocupações, dessa forma geram uma conscientização que, se não houver uma utilização racional do recurso, realmente não existirá a sua distribuição para ninguém.

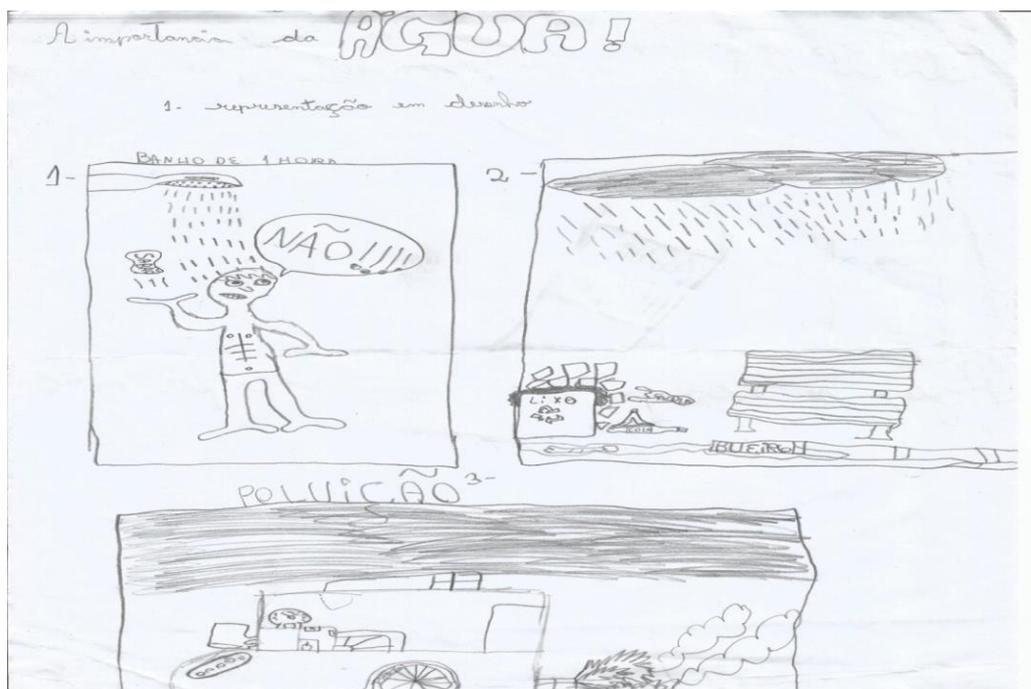


Figura 17: Expressão de MTH sobre a importância da água. “Banho de uma hora. Não. Lixo. Poluição”.

O aluno representou o desperdício da água, com o personagem tomando um banho de uma hora, até um momento que fica sem ela para terminá-lo. Representou a produção de lixo, tampando a entrada dos bueiros, ocasionando as enchentes. Mostrou a produção da poluição atmosférica e formação das nuvens com poluentes, a consequência disso é a formação da chuva ácida. Vi que ele associou a parte da poluição ao processo de urbanização, representado pelos carros, máquinas e grande quantidade de lixo produzida. Ele apresentou uma visão socioambiental dos fenômenos, a falta de água, o princípio da enchente e a formação de uma chuva com poluentes.

Notei que no desenho há a ausência de vegetação, que pode significar um nível de impacto tão grande, que não há nenhuma planta.

Os recursos naturais são renováveis, contanto que se faça o uso consciente deles. O professor pode trabalhar essa visão com seus alunos, mostrando de que forma podemos usá-los e reutilizá-los evitando seu desperdício. Nós dependemos deles para sobreviver, para manter a vida no planeta e para o desenvolvimento da sociedade.

Notei que a maior parte dos alunos apresentou uma consciência ambiental de preservação dos recursos, que na maior parte das vezes não é colocada em prática. Essa consciência vem à tona quando estamos passando por situações como a atual, de

racionamento de água. A população só começa a agir em prol da conservação e reutilização dos recursos quando é ameaçada de ficar sem eles.

A importância da água para KRN: “A água é importante para a nossa vida. Não importa quem somos, o que fazemos, onde vivemos, nós dependemos da água para viver. Por maior que seja a importância da água, as pessoas continuam poluindo os rios, esquecendo que ela é essencial para nossas vidas. Mais da metade dos moradores de São Paulo estão sem água. Vários paulistanos estão guardando água em baldes, e estão limitando o consumo ao mínimo. De acordo com os jornais já sabiam que iria faltar água em São Paulo, mas a pergunta que não quer calar. Porque não conscientizaram o povo. Se economizar não vai faltar”.

Note a escrita crítica feita por esse aluno que destaca os problemas que a humanidade está causando aos corpos d’água, como a poluição e a utilização exagerada desse recurso, mas também notei a visão utilitarista, porque ele vincula a importância da água à sobrevivência e utilização pelos seres humanos.

Ele destacou as maneiras como a população está se virando sem água, levantou a importância de conscientizar a população para não faltar água, propondo formas de redução e reutilização. Novamente surgiram aspectos de conservação da água e críticas das ações da sociedade em relação ao racionamento.

No decorrer das atividades para o desenvolvimento de conhecimentos sobre o segundo tema, observei a construção de novas concepções e conceitos, principalmente no fator da interferência da urbanização e das próprias ações da sociedade sobre os recursos hídricos, apresentando predominantemente uma visão catastrófica e utilitarista.

Ao verem o vídeo “Entre Rios” e discutirem em torno das interferências que a urbanização pode trazer ao ciclo hidrológico, os alunos passam a desenvolver e construir conhecimentos sobre o crescimento da cidade de São Paulo e passam a compreender os motivos da diminuição da água na cidade, passando a ter uma visão socioambiental dos fenômenos estudados.

Durante o estudo do segundo tema, os alunos passaram a compreender conceitos que antes não conheciam e começaram a desenvolver uma consciência crítica sobre as ações da sociedade em relação ao meio ambiente, surge nesse momento a ideia da conscientização da

população, como forma de remediar e diminuir os impactos causados pelos homens na natureza. Algumas formas de remediar o problema foram propostas, como a utilização de tecnologia, com o desenvolvimento de novas formas de tratamento de água e esgoto. Durante as discussões realizadas em sala, muitos dos alunos questionavam “Porque a gente não usa a água do mar? É só tirar o sal dela!”, entramos com a discussão da tecnologia que era necessária para realizar esse processo e seu alto custo, dessa forma os alunos passaram a compreender porque não utilizamos ainda esse método.

Outra expressão que apareceu durante as exposições foi a fala de alguns alunos exteriorizando o que tinham visto na televisão “Professora! O Governador disse que não vai faltar água, que a gente não precisa se preocupar”, essa fala foi divulgada na televisão antes das eleições, esse tipo de fala é uma forma de manter os votos no partido, quando se dá a garantia de um produto ao consumidor. Mesmo que alguns alunos tenham citado essa fala do governador, outros em contra partida falavam “Mas na minha casa está faltando água!” e outros completavam “Deve ser no bairro do governador que não vai faltar água! Porque aqui já está faltando!”, podemos ver a consciência crítica que esses alunos têm em relação à falta de água, principalmente porque alguns deles já estavam passando dias com água e dias sem água, mesmo que não tivesse sido pronunciado nenhum racionamento. Vale ressaltar aqui, que após a eleição, foi pronunciado o racionamento de água na cidade de São Paulo, podemos ver que a fala do governador foi realmente para assegurar a eleição.

Ao analisar o aprendizado com as suas vivências os alunos trazem suas opiniões sobre o tema discutido e permitem dessa forma a construção coletiva do conhecimento com o compartilhamento de ideias e questionamentos sobre situações diversas. Acredito que essa é a melhor forma de construir o conhecimento sobre um determinado tema.

3.2.3 Tema: Conhecendo a Represa do Guarapiranga

Para trabalhar com o tema da Represa Guarapiranga utilizei uma série de reportagens²⁶. Uma trata do histórico, outras duas discutem a crise de água em São Paulo, a última aborda a má gestão dos recursos hídricos na cidade.

²⁶ As reportagens foram retiradas do site http://www.espaco.org.br/site_mananciais

Após as leituras, notei que os alunos ficaram cansados pela quantidade de textos apresentados, proponho em uma nova aplicação diminuí-los e utilizar outros materiais como vídeos e reportagens. Além dessas leituras os alunos também assistiram a um vídeo no Youtube²⁷ que fala sobre a represa Guarapiranga.

Após realizar as atividades descritas acima solicitei que os alunos produzissem um pequeno texto ou desenho que representassem o que tinham compreendido sobre a represa Guarapiranga. Obtive respostas muito diversificadas, porque cada aluno focou na reportagem que mais gostou.

Nessa aula notei, ainda mais forte, as falas presentes nos meios de comunicação em relação ao racionamento de água em São Paulo, e as próprias percepções dos alunos em relação a esses acontecimentos, nesse momento apareceram visões utilitaristas e catastróficas (científica).

No decorrer das atividades observei a modificação do conhecimento, ele vai se tornando estruturado, possibilitando uma variedade de resultados em relação à mesma temática.

A elaboração de conhecimentos realizados por LM: “Falta de Água. O sistema Cantareira está sofrendo o segundo maior racionamento da história. Estamos usando o sistema morto da Cantareira. Mais de 3,5 bilhões de pessoas estão sem água. Os bairros mais carentes são os que estão sofrendo mais com o racionamento. A Sabesp já sabia que iria acabar a água, ou seja, ter racionamento, porém não avisaram o povo, por isso que estamos sofrendo tanto. O governo do Alckmin é o culpado, a Dilma também é a culpada por esse racionamento tão grande que estamos sofrendo”.

Ele mostrou a indignação da sociedade, e dele mesmo, em relação à falta de água em São Paulo, ele destacou dentro do seu texto que as pessoas que mais sofrem com esse problema são as mais carentes. LM citou também o problema do Sistema Cantareira, que está sofrendo com a diminuição drástica dos níveis de água. Falou que a Sabesp sabia do problema que a represa estava passando, nem por isso avisou a população a tempo de realizar algum tipo de ação preventiva como o uso racional, a reutilização dela, um racionamento escalonado ou outra que pudesse ajudar a estabilizar os níveis de água nas represas.

²⁷ O vídeo está disponível no link <https://www.youtube.com/watch?v=dvSMbkSyOx4>.

LM citou o nome de duas pessoas envolvidas com a política, o governador Geraldo Alckmin e a presidente Dilma, colocou a culpa nos dois de estar acontecendo o racionamento na cidade. Um dos textos discutidos em sala com os alunos fala que a ANA avisou o governador de São Paulo sobre a situação crítica dos reservatórios de água, e a resposta dele em relação a essa informação foi neutra, e nada fez. 2014 foi um ano eleitoral, portanto um racionamento ou um ajuste nas tarifas de água e luz ocasionariam a perda de popularidade dos governadores atuais.

LM realizou um desenho sinalizando a falta de água nas represas. No desenho há predominância de terra em relação à água, existe também a representação de uma torneira aberta com poucas gotas de água, demonstrando a falta de água e o racionamento. Sua construção está baseada na utilização da água pelo homem apresentando uma visão utilitarista.

Por meio dos pais e dos próprios programas de televisão, os alunos começaram a trazer o problema das eleições para discussão em sala. Como professora passei a discutir com eles a repercussão negativa, que um racionamento ou reajustes de tarifas causariam a determinados políticos, se acontecessem antes das eleições. Esse era um dos motivos de não estar havendo nenhum tipo de ação preventiva em relação aos problemas dos recursos hídricos de São Paulo. Logo após as eleições iniciaram os racionamentos e reajustes nas contas de água e luz.

Notei o desenvolvimento dos alunos, inicialmente muitos deles copiavam e não realizavam produções próprias, por não terem domínio do tema estudado. Conforme as atividades foram sendo realizadas, eles passaram a apresentar conhecimentos e ações diferenciadas e próprias, mostrando que a cada passo eles adquiriam uma nova forma de expressar o que estavam aprendendo sobre a água e a urbanização. Muitas vezes essas expressões apareciam como questionamentos, perguntas, desenhos até mesmo em conversas paralelas com os demais colegas.

Produção realizada por J: “A Guarapiranga foi construída em 3 anos (de 1906 a 1909). Ela, no começo, tinha uma quantidade grande de água, para abastecer aproximadamente de 3,5 milhões de pessoas. Na década de 30 foi desconfiado que havia uma alta quantidade de despejo de esgoto, 40 anos depois foi confirmado que realmente havia uma grande quantidade de despejo e até hoje não foi feito nada. Hoje em dia ela já tem banco de areia”.

J realizou uma análise comparativa das épocas da represa Guarapiranga, da década de 30 até a de 70. Em seu desenho representou a poluição da represa, colocou peixes mortos e sacos de lixo. O interessante é que ele representou cronologicamente o desenho, colocando mais lixo e peixes mortos após 40 anos.

A represa Guarapiranga faz parte da vida desses alunos, muitos deles brincavam em suas margens quando eram crianças, iam com as famílias passear nos finais de semana e nadar nela.

J fez a comparação de uma grande quantidade de água no início da represa com a grande quantidade de lixo encontrada atualmente. O aluno passou a expressar a percepção de um processo de degradação ambiental, principalmente quando compara como ela era e como ela é.

A urbanização e a degradação do meio ambiente são processos que estão interligados. O homem para expandir as suas cidades, evoluir, ir a favor do desenvolvimento desenfreado da sociedade acaba por degradar a natureza em magnitudes irreversíveis. Hoje a sociedade estuda formas de crescimento sem causar tanto impacto ao ambiente, através do desenvolvimento sustentável (GOODLAND, 1992).

Quando os alunos apontam a produção de lixo excessivo nas grandes cidades, pode ser trabalhado o desenvolvimento de uma consciência crítica visando diminuir o consumo dos bens materiais. O professor pode estimular a formação de uma consciência ambiental do uso sustentável dos recursos (MACIEL; DOMINGUES, 2001).

A poluição dos corpos d'água está associada com o aumento da população urbana. O aumento das construções, a impermeabilização dos solos, a produção excessiva de lixo e resíduos que são despejados inadequadamente, tudo isso acaba trazendo graves consequências. Os estudos de Tucci (2006) mostram alguns desses impactos e suas consequências para o ciclo hidrológico.



Figura 18: Representação de BRN da represa Guarapiranga. “Guarapiranga. Represa com falta de água formando bancos de areia”.

Percepção de BRN sobre a represa Guarapiranga: “Com a falta de água os rios e represas estão formando bancos de areia. Agora que a Cantareira acabou, vão usar a água do Guarapiranga e da Billings, assim daqui a algum tempo a água dessas duas vai acabar também!”.

No desenho e texto produzidos por BRN vi alguns aspectos importantes como a formação dos bancos de areia nas represas, devido à redução dos níveis de água. É possível ver o fundo delas, onde o solo apresenta a característica de seco e rachado. Essa imagem é frequentemente transmitida pelos jornais televisivos, é uma das cenas que mais choca a população.

Outra associação feita pelos alunos é que “Agora que a Cantareira acabou, vão usar a água da Guarapiranga e da Billings”, ou seja, eles começaram a associar a rede de bacias hidrográficas presentes em São Paulo e estão compreendendo que a água será drenada de outras regiões, como a Guarapiranga e Billings, localizadas na região sul da cidade.

Durante o percurso da aula alguns alunos chegaram a falar “Porque temos que dividir a água da nossa represa com a Cantareira, se foram eles que gastaram muita água?”, notei que alguns alunos têm a falsa impressão que as represas são divididas de acordo com a região, então que a Cantareira só distribui para a zona norte e que a Billings e a Guarapiranga ficam com a região central e sul. Na verdade a Cantareira chega a distribuir água para 33% da

cidade, abrangendo todas as regiões dela. Nessa fala apareceu à visão utilitarista, eles se preocupam demais com ter o recurso hídrico para realizar as suas atividades diárias, e “se” alguma parte da população não “cuidou direito” dela, então deve “pagar o preço” e ficar sem ela, dessa forma eles teriam água em suas residências. Essa visão é muito comum em toda a população, simplesmente cada um defende o seu interesse e conforto.

Depois da colocação deles fiz uma intervenção, expliquei que a água, independente da represa de origem, é de todos. Não há uma divisão de propriedade de sua utilização, todos nós temos direito de utilizar esse recurso natural de modo adequado, evitando desperdícios.

Observei que o ambiente familiar é muito importante no desenvolvimento dessas características, principalmente porque as falas feitas pelos pais aparecem durante os questionamentos e desenvolvimento de atividades, o que mostra que as atividades escolares também são discutidas em casa. Dessa forma podemos ver que esses alunos são disseminadores de conhecimentos dentro do próprio ambiente familiar e da comunidade local.

Os conhecimentos construídos dentro e fora do ambiente escolar possibilitam o desenvolvimento de cidadãos ativos e participativos da sociedade atual, questionando as ações da sociedade e também as suas próprias ações. O educador pode estimular o desenvolvimento desses cidadãos críticos e com consciência ambiental (MACHADO, 2006).

Produção realizada por MRL: “A Guarapiranga é uma represa muito importante para São Paulo, construída em 1906 a 1909. A Guarapiranga é uma grande represa, mas na época de chuvas a vazão dela inunda tudo em volta, por isso aumentaram a barragem dela. A Guarapiranga atinge 3,5 bilhões de pessoas mais da metade da população de São Paulo. Ela é próxima a Billings então nesses últimos tempos houve transposição entre elas. É na década de 50 foi diagnosticada com um problema de despejo de esgoto. E 40 anos depois fizeram alguma coisa para que esse problema melhorasse. – São Paulo e a falta de água – Em março a Cantareira foi medida e ficou no volume morto, mas mesmo assim Alckmin não fez nada para que a Cantareira voltasse a ser o que era. Alckmin deixou o povo utilizar e gastar o que quiser. Agora estamos fazendo racionamento para não gastar mais nem um pingão de água. E ficaram contando com a chuva, a natureza reagir”; “Sabesp. A Sabesp faz muita coisa errada tipo o racionamento escondido e ficam falando que é manutenção, agora estão dando desconto na conta de quem economizar. E roubam muito dinheiro com condomínios”.

A produção de MRL é rica em elementos, ele separou o seu texto em três partes, uma para falar sobre a Represa Guarapiranga e seu histórico, outra para falar sobre a falta de água na cidade de São Paulo e a última parte sobre a Sabesp, ou seja, ele integra diversos conhecimentos para elaborar um único texto.

MRL apresentou o histórico da represa e os acontecimentos associados a ela, a grande vazão, o aumento da barragem e a degradação que foi sofrendo durante anos. No seu desenho mostrou a diminuição dos níveis de água com o aparecimento do fundo da represa, com a representação do solo rachado, como se fosse o solo do sertão nordestino. Outros alunos realizaram essa mesma representação, mostrando como as imagens divulgadas na mídia, tomam espaço para a elaboração de seus conhecimentos e representações mentais.

MRL escreveu sobre a falta de água na cidade, nesse momento evidenciei o aparecimento de falas presentes nas mídias e originárias de seu ambiente familiar. Quando fala que “Alckmin não fez nada em relação à diminuição dos níveis de água na Cantareira”, MRL reproduziu a fala de um dos textos lidos em sala sobre a má gestão dos recursos hídricos. Quando falou “Estamos fazendo racionamento e não podemos gastar nenhum pingão de água” ele reproduziu uma fala do seu próprio ambiente familiar, esse problema acarretou o aumento das taxas de cobrança de conta de água e luz, e os pais passaram a orientar os filhos a economizar.

MRL comentou sobre a espera da chuva feita pelo governador de São Paulo, nada foi feito porque estávamos esperando grandes chuvas para encher os reservatórios de água da cidade, mas essa chuva tardou e acabou acarretando mais problemas. Os alunos passaram a desenvolver criticidade em relação ao que é falado nas mídias e passaram a questionar as ações feitas pelo governo. É muito importante o aparecimento dessas concepções nos alunos, mostra o amadurecimento de seus conhecimentos durante as atividades.

Ao falar da Sabesp o aluno questionou as ações da empresa, falando que ela fez muitas coisas erradas, entre elas, o racionamento silencioso. Questionou o alto custo dos condomínios em relação ao consumo de água²⁸.

²⁸ Logo após a aplicação da sequência didática e eleições, houve um reajuste no preço da água e da luz, pelas empresas Sabesp e Eletropaulo respectivamente, com adição de multa caso o consumo fosse alto, todas essas medidas foram aplicadas para reduzir o consumo da população em geral, foi um processo para remediar, mas ao mesmo tempo foi punitivo.

Com o decorrer das discussões, observei que os alunos passaram a projetar seus conhecimentos e saberes para os demais colegas e também a se interessar mais pelo assunto, realizando novas pesquisas e procurando mais informações sobre o que era estudado, além disso, passaram a discutir com pais e familiares o que estavam aprendendo, se tornando disseminadores de conhecimentos.

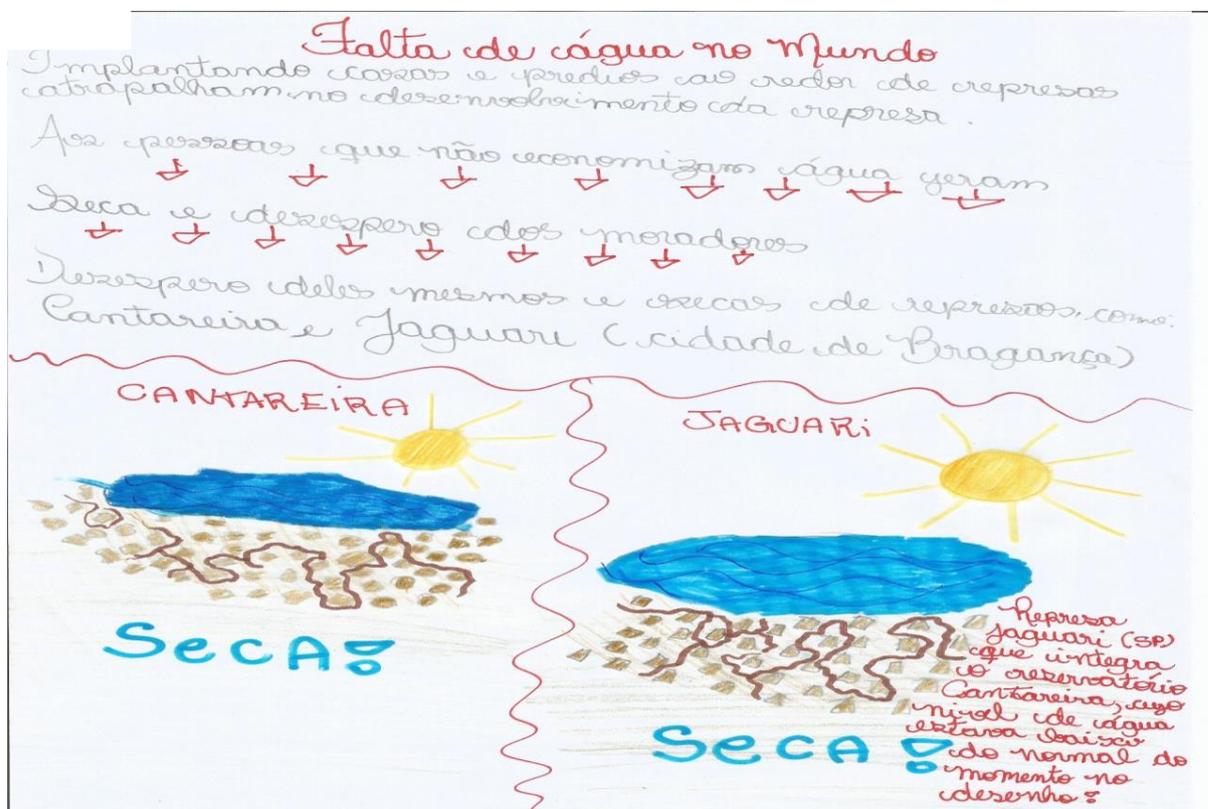


Figura 19: Percepção de ASS sobre a situação das represas. “Falta de água no mundo. Implantando casas e prédios ao redor das represas atrapalham no desenvolvimento da represa. As pessoas que não economizam água geram, seca e desespero dos moradores, desespero deles mesmos e secas de represas como a Cantareira e Jaguari (Cidade de Bragança). Cantareira: Seca! Jaguari: Represa Jaguari (SP) que integra o reservatório Cantareira, cujo nível de água estava abaixo do normal, no momento do desenho. Seca!”.

ASS representou através do desenho a seca nas represas, tanto na Cantareira quanto na do Jaguari. Vi novamente a representação dos solos rachados, como no sertão nordestino, pouca água e um sol intenso. Essa imagem foi muito divulgada pela mídia, como mostro nas figuras 20 e 21 retiradas do site G1 da Globo. Notei que o aluno foi atrás de outras informações e trouxe à sua discussão a represa de Jaguari, que faz parte do complexo Cantareira e que não foi abordada em aula.

A apresentação dessas construções dão bases aos alunos para desenvolverem novas percepções sobre a realidade vivida, além de estimular a pesquisa de novos conhecimentos. Para essas pesquisas os alunos utilizam primordialmente a internet.



Figura 20: Imagem da seca na represa Cantareira²⁹.



Figura 21: Imagem da seca na represa Guarapiranga³⁰, mostrando o solo da represa todo rachado pela falta de água.

Nessa aula observei uma grande evolução dos alunos em relação à construção de seus conhecimentos. Apareceram percepções novas, discussões e questionamentos iniciados por eles com assuntos não vistos nas atividades propostas. Eles também iniciaram pesquisas fora do ambiente escolar, suas vivências os estimularam a procurar conhecimentos por conta própria, iniciando uma participação ativa na construção conceitual.

²⁹ Retirada do site: <http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2014/03/agua-do-alto-tiete-e-guarapiranga-compensarao-cantareira-diz-governo.html> dia 27/01/2015 às 12:22h.

³⁰ Imagem retirada do site: <http://www.jornalopcao.com.br/ultimas-noticias/nivel-dos-reservatorios-sistema-cantareira-tem-nova-queda-e-registra-74-da-capacidade-16081/> no dia 27/01/2015 às 12:26h.

Os alunos representaram em seus desenhos as imagens divulgadas pela mídia. Com o progresso das atividades e das discussões os alunos passaram a buscar mais informações sobre o que estava acontecendo com os níveis de água nas represas, passaram também a discutir mais e a questionar as ações da sociedade e também dos governantes.

Como educadora e pesquisadora vejo surgir nos alunos o senso crítico e questionador, buscando soluções para o problema apresentado, ora culpam a sociedade, ora a Sabesp, ora o governo, ora compreendem que todos estão envolvidos e que o problema é de todos, inclusive deles mesmos.

Essa percepção do global, de todos estarem envolvidos é essencial para que consigam perceber a importância de medidas de conservação e reutilização da água, somente uma ação da população pode melhorar a situação atual de racionamento de água.

Os resultados obtidos foram grandiosos e acrescentaram muito na avaliação do processo de construção de conhecimentos, além de dar novas perspectivas para o desenvolvimento de atividades que estimulem esse processo.

3.2.4 Tema: Conhecendo o Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI) e o Parque de Ciência e Tecnologia da USP (CienTec)

Para os alunos conhecerem o Parque Estadual Fontes do Ipiranga, o PEFI, e o Parque CienTec da USP, onde seriam aplicadas as atividades em campo, foi proposta uma pesquisa individual através dos sites³¹ dos próprios parques.

Os alunos foram levados à sala de multimídia da escola, e ficaram livres para procurar informações sobre o parque nos computadores ligados a internet

Durante a pesquisa sobre o parque, os alunos foram levantando dúvidas das áreas e atividades que poderiam ser realizadas lá. Primeiramente analisaram o Parque Estadual Fontes do Ipiranga, e depois realizaram a pesquisa para conhecer o Parque CienTec, onde visitaram e realizaram atividades de campo propostas na sequência didática.

³¹ Disponíveis nos links: <http://www.condepefi.sp.gov.br/> e <http://parquecientec.usp.br/>.

Como os alunos fazem parte da “geração Z” e adoram a internet e os meios de comunicação, essa foi a melhor forma deles pesquisarem o local. Durante as pesquisas realizadas, os alunos tomavam nota do que achavam interessante para posteriormente discutir com os demais colegas.

Como falei anteriormente, essa atividade tem como objetivo estimular os alunos a se interessarem pelo local visitado, conhecendo sua estrutura, localização e atividades desenvolvidas, isso fez com que eles se familiarizem com o parque.

Para o leitor entender o motivo da escolha do local para as atividades é necessário conhecer um pouco da história e do desenvolvimento do CienTec, presente no capítulo dois da dissertação e em outros estudos (MANTOVANI; MASSAMBANI, 2004).

Para estudar esse tema, como atividade, solicitei que eles escrevessem o que tinham entendido sobre o PEFI e o CienTec em uma folha, como resultado obtive a maior parte dos textos com trechos que falam sobre a origem do parque.

Percebi que nessa atividade os alunos copiaram trechos do site com as partes que achavam serem as mais importantes, o histórico foi uma delas, outra parte que destacaram em seus resumos foi da diversidade de fauna e flora existente no local, por isso a importância da conservação e do desenvolvimento do PEFI. Essa ação de copiar os trechos é comum quando os alunos não têm confiança das informações que estão apresentando ou quando não tem esse conhecimento consolidado, então para não errarem, eles copiam.

Optei por não fazer a transcrição das escritas porque estão todas semelhantes e não são produções próprias deles. Após recolher as atividades e observado que tinham copiados as informações, resolvi sentar com eles em uma grande roda e discutir sobre o PEFI e o CienTec. Nessa hora observei que muitos deles compreenderam a estrutura do parque e que era fundamental para a conservação da fauna e flora local. Um dos alunos FLP destacou a importância da região para proteger os mananciais e corpos d’água.

Apresentei que o CienTec é voltado para a educação do público em geral através de suas amostras, trilhas e monitoria. Após a discussão das atividades oferecidas pelo parque os alunos ficaram muito interessados. Para apresentar essas informações para eles, utilizei as pesquisas de Massabki (2013) e Mantovani e Massambani (2004).

3.3. Campo

3.3.1 Estudando o caderno de campo

Uma aula antes de irmos ao parque CienTec, mas no mesmo dia da atividade, expliquei a função dos cadernos de campo e as atividades que seriam realizadas.

Após a explicação, assinalei quais partes deveriam ser observadas durante as atividades em campo e também durante o percurso até o CienTec. A ação de discutir o caderno de campo e orientar os alunos sobre as atividades que seriam realizadas teve o objetivo de auxiliar a organização e a participação de todos, de modo que aproveitassem amplamente as atividades que foram propostas.

Depois de ter explicado e tirado as dúvidas sobre o caderno de campo, descemos até a sala de informática e assistimos um vídeo sobre o PEFI, que mostra o parque e as estruturas fazem parte dele. Essa atividade complementou a anterior, na qual os alunos pesquisaram informações sobre o parque no site da instituição.

Ao explicar a função do caderno de campo, notei a animação dos alunos em relação às atividades que seriam realizadas, senti que eles estavam muito estimulados a irem ao parque para realizar o estudo proposto.

Os estudos de Compiani e Carneiro (1993) mostram a importância das excursões didáticas para a construção de conhecimentos.

3.3.2 Observando o caminho até o Parque CienTec

Ao entrarmos no ônibus, lembrei da primeira atividade proposta do caderno de campo, eles deviam realizar observações e prestar atenção no percurso realizado, ver as partes naturais, que tinham a maior parte da vegetação preservada, e as urbanizadas, locais onde a vegetação não era preservada, até chegarmos ao parque. Com a exceção de um aluno que passou mal durante o percurso, com enjoo dentro do ônibus, todos os outros realizaram anotações, tiraram fotos e fizeram comentários sobre as suas observações.

Nas produções realizadas pelos alunos, eles destacaram que visualizaram muitas estruturas urbanas como pontes, viadutos, lojas, casas e carros até chegarem próximos ao parque, na verdade levantaram estruturas antropogênicas, produzidas ou construídas pelo homem, que acabam sendo resultados do processo de urbanização.

Quando chegamos próximo ao parque, os alunos começaram a ver uma grande área de vegetação preservada, com estruturas como matas, campos, árvores e flores, grande quantidade de animais como aves e insetos, solos naturais permeáveis, sem serem asfaltados ou concretados, o que não tinham visto durante o percurso até chegarem lá. Eles destacaram que nesse local também haviam ruas asfaltadas e concretadas, assim como casas e carros, só que em menor quantidade do que tinham visto.

Quando passamos na frente do Jardim Botânico um dos alunos falou “Olha professora! Aqui tem muito mais natureza do que nos outros lugares!”. Isso ocorreu porque o percurso que realizamos da Avenida Interlagos, Washington Luís, Bandeirantes até chegar às imediações do parque, não havia nenhum parque ou local que tivesse uma vegetação abundante, nenhuma fauna visível, o que explica a admiração do aluno ao ver o Jardim Botânico. Alguns alunos também destacaram em suas escritas a presença da vegetação na lateral da Avenida dos Bandeirantes. Essa vegetação que destacaram são os jardins dessa via principal, que comparados à área coberta por asfalto ou concreto, são bem menores.

3.3.3 Atividades em Campo

A partir desse momento irei descrever os acontecimentos desde a chegada do parque até a finalização das atividades, para que o leitor compreenda os fenômenos que alicerçaram a construção do conhecimento e engajaram a participação ativa dos alunos.

Quando chegamos ao parque CienTec fomos recepcionados por dois monitores que se apresentaram, como Eduardo e João, após a apresentação contaram um pouco sobre o que íamos fazer no parque. Nesse momento os alunos ficaram ainda mais empolgados porque sabiam que iam andar em uma trilha, muitos deles nunca tinham realizado essa atividade e ficaram instigados pela aventura em andar dentro da mata e ver animais de perto. Alguns

alunos carregavam máquinas fotográficas para registrar os momentos das atividades em campo.

3.3.3.1 Conhecendo a Estação Meteorológica

Ao iniciar a caminhada pelo parque observamos a estação meteorológica, que não foi muito discutida, nem apresentada adequadamente aos alunos, foi somente dito que aqueles eram equipamentos relacionados à medição da umidade e qualidade do ar daquela região e que ajudavam os pesquisadores a saberem se haveria ou não chuva. Alguns alunos, durante a explicação, questionaram o monitor se aquela estação era capaz de dizer quando haveria chuva suficiente para encher a Cantareira. Ele explicou que não, que era capaz de saber se ia ou não chover durante aquele dia e não, por exemplo, o que iria acontecer em um mês ou em um ano, para isso era necessário uma estação meteorológica muito maior e mais equipada. Apareceu novamente uma preocupação pessoal dos alunos em relação à escassez de água, mostrando uma visão utilitarista.

Na produção solicitada em seus cadernos de campo em relação à estação meteorológica, a maior parte dos alunos colocou que era para saber se ia chover ou não, alguns deles citaram a importância para saber o clima da região e a previsão do tempo, e muitos deles nem associaram a ação e nem a função dessa estação, porque não responderam a esse questionamento no caderno de campo, deixando-o em branco. Essa dificuldade dos alunos em associarem a função da estação meteorológica está ligada à ação e explicação superficial que foi dada durante a atividade em campo, como não era o foco central da atividade proposta, os monitores passaram muito rapidamente por ela, sem dar a atenção necessária para que eles compreendessem a fundo qual era a importância daquele local.

Como educadora, após a atividade, vi a necessidade de retomar esse conteúdo e discutir com os alunos a função e a importância de uma estação meteorológica.

3.3.3.2 Realizando a Trilha Ecológica: discussão das regiões de mananciais

Depois de passarmos pela estação meteorológica, iniciamos a trilha na mata, onde os monitores, durante o percurso, destacavam a importância da conservação da fauna e flora local e da região de mananciais, que o próprio parque abrangia.

Durante essa trilha, os alunos fizeram muitas perguntas relacionadas à escassez atual de água e principalmente em relação ao Sistema Cantareira, como “Então lá na Cantareira também tem esse lugar que brota água do chão para encher a represa?”, “Se destruímos esse lugar aquele rio não vai mais existir?”. Conforme iam surgindo as perguntas o monitor respondia com o seu conhecimento, e em alguns momentos também acrescentava algumas falas e conhecimentos que eram próprios de suas vivências. Mais uma vez aparece a preocupação dos alunos em “ficarem sem água” para realizar as suas atividades, ou seja, aparece novamente uma visão utilitarista do recurso.

Em seus cadernos de campo os alunos tinham uma atividade para descrever as suas percepções sobre a importância da conservação dos mananciais da região do PEFI assimilando o conhecimento com a região da represa Guarapiranga, mas podemos ver que a preocupação inicial deles é com a Cantareira, região que estava sofrendo com a escassez do recurso hídrico e que estava sendo abordada diariamente pela mídia.

Como resultados dessa atividade obtivemos algumas produções, como as que descrevo à seguir:

“Só é um lugar com muita vida e árvores que não podem ser retiradas dali, senão os animais ficarão sem fontes de alimentos” FLP. O aluno fez a associação da conservação da flora com a preservação da fauna, e colocou que se aquele lugar for afetado os animais ficarão sem alimento, na verdade não é somente sem alimento, mas sem água e sem o próprio habitat deles. Na produção de FLP podemos ver uma visão socioambiental, ele compreende que o homem e seus aspectos históricos, sociais e culturais podem atingir essa região, se isso ocorrer, afetará diretamente a vida e o equilíbrio daquela região.

“Que na Guarapiranga não tem o que teve na margem do rio CienTec, mas poderia ter se fosse mais tratado” VH esse aluno associou a vegetação nativa em torno das margens da nascente do rio Ipiranga e associou com a qualidade de água, ele chamou o rio de CienTec devido ao nome do parque. Nessa produção podemos ver que o aluno propõe uma solução de tratar mais o rio, como uma forma de remediar o impacto causado a ele, aqui vejo uma visão de retratar um erro ao invés de evitá-lo, aparecendo uma visão tecnicista. Um dos alunos

descreveu mananciais da seguinte maneira “Mananciais são todas as fontes de água superficiais ou subterrâneas que são importantes para as árvores, plantas, animais e outros seres vivos de lá, porque sem eles não há como eles sobreviverem e porque ele é preservado” GVN. Notei que esse aluno desenvolveu as concepções de preservação e destacou a importância de conservar esse local para os seres vivos. Vi que GVN apresentou uma visão naturalista, ele viu o fenômeno como parte integrante da natureza e não envolveu o homem nela. Quando falou que o local é “preservado”, ele tirou o homem daquela região, mostrando uma imagem de natureza intocável.

Em outra produção temos “Se não cuidassem das nascentes os rios secariam e a água iria para o solo” MTH, esse “se não cuidassem” está se referindo aos homens, ou seja, se eles não cuidarem desses locais onde há a reposição da água, a humanidade vai ficar sem ela. Observei nessa fala uma visão utilitarista porque foca o recurso hídrico como essencial à vida humana. Quando ele fala que a água vai para o solo é uma forma de dizer que a água não estaria mais disponível para o uso.

MRL escreveu “Os mananciais são importantes para o rio percorrer por outras áreas e dar água para outras regiões”. Percebi que ele compreendeu que uma região de manancial abrange não só um único rio, mas uma rede deles essenciais à manutenção da qualidade da água. Aqui o aluno deu uma explicação meramente descritiva, não há posicionamento de nenhuma visão clara.

Em outra produção apareceu uma visão socioambiental, o aluno conseguiu inserir o homem como integrante da natureza e os impactos que suas ações podem causar aos demais seres vivos: “Porque se não conservarmos este lugar, muitas outras espécies seriam mortas ou até extintas e o meio ambiente como as árvores, frutos, animais e até mesmo folhas poderiam sumir desses locais, isto eu aprendi na trilha com o monitor” BRN.

Algumas das produções realizadas pelos alunos não tinham nenhuma associação ao que foi perguntado, portanto não transcrevi as escritas, acredito que tenha ocorrido pelo desinteresse em preencher o caderno de campo. A conservação dos mananciais está envolvida com todos os dizeres dos alunos, mas principalmente para a conservação dos recursos hídricos locais, possibilitando a manutenção da qualidade e quantidade da água. Vale ressaltar que durante a trilha apareceram diversas vezes questionamentos sobre o Sistema Canteira, aos mananciais dele e à proteção dessas regiões.

Na segunda parte da atividade foram feitas três perguntas:

1. Qual é a importância dos mananciais para a manutenção da água?
2. Quais problemas a degradação dos mananciais podem trazer para o ciclo da água e para a sociedade?
3. Quais problemas que a urbanização pode causar aos mananciais?

Nessa atividade, assim como na anterior, obtive uma variedade de respostas muito grande, por isso, selecionei algumas delas para serem comentadas e discutidas.

Em relação à primeira pergunta: Qual é a importância dos mananciais para a manutenção da água? Alguns alunos falaram que era importante para manter a água limpa, esse tipo de informação está associada à imagem vista no CienTec. Outros alunos escreveram que era para preservar a água, eles prestaram atenção quando o monitor falou da importância da preservação do local para manter o rio vivo. Notei que os alunos associaram muito o visual como o que foi dito pelo monitor. A associação da presença do manancial com a qualidade da água apareceu em quase todos os cadernos de campo, mostrando como a atividade da trilha foi significativa para eles.

Na segunda pergunta: Quais problemas a degradação dos mananciais podem trazer para o ciclo da água e para a sociedade? Os alunos associaram a degradação dos mananciais com a falta de água, sem eles não há reposição de água. Outros associaram a impureza da água com a degradação desses locais. Um dos alunos citou que com o aumento da sociedade há a diminuição desses locais e como consequência a diminuição da quantidade de água. Notei uma predominância de visão catastrófica, a escassez da água está associada ao mau uso por parte da população. Vemos também o aparecimento de visões utilitaristas, a água como recurso para ser usado pelo homem.

Na última questão: Quais problemas a urbanização pode causar aos mananciais? Os alunos passaram a associar a urbanização com a diminuição do espaço natural, falando que quando acontece esse processo muitos locais que têm mananciais deixam de existir e a população deixa de ter água, outra questão que levantaram é que a urbanização interfere no ciclo da água causando poluição dos mananciais. Apareceu as visões utilitaristas e catastróficas em relação à água, que é comumente transmitida através dos meios de comunicação e incorporadas nas concepções e conhecimentos dos alunos.

Em todas as respostas existe a preocupação dos alunos em “ficarem sem água”, é uma preocupação de limitação de desenvolvimento e existencial.

No geral observei que os alunos conseguiriam ver a importância das estruturas dos mananciais, mais ainda não conseguem associá-la ao ciclo da água e a manutenção dos recursos hídricos. Eles sabem que os mananciais são importantes, mas não conseguem associar que sem eles, muitos rios e corpos d’água deixariam de existir, principalmente porque a maior parte deles apresentou uma visão utilitarista da água. Os alunos apresentaram uma facilidade quando associaram os conhecimentos aprendidos com situações vividas, como muitos deles nunca tinham visto uma região de manancial, tive a percepção de uma dificuldade maior por parte deles em relação às associações que deveriam ser feitas.

Retomo aqui a importância de usarmos informações e vivências dos nossos alunos para desenvolver atividades, dentro e fora do ambiente escolar, dessa maneira possibilitamos os alunos a participarem ativamente da construção do seu conhecimento.

Após finalizar essa atividade vi que seria melhor ter aprofundado esse tema com eles em uma aula antes de ir a campo, ajudando a sanarem as dúvidas e associando os impactos ambientais presentes.

Os objetivos a serem alcançados através das excursões didáticas são: adquirir representações, sugerir problema e elaborar dúvidas, desenvolver habilidades, atitudes e valores (COMPIANI; CARNEIRO, 1993). Observei que a maior parte deles foi alcançado.

3.3.3.3 Comparação de desenhos entre regiões urbanas e naturais

Uma das atividades, também propostas no caderno de campo, foi à realização de dois desenhos comparativos. Nesses os alunos deveriam demonstrar as partes urbanas e os ambientes naturais observados no parque. Todos eles desenharam as estruturas que viram durante o percurso que realizaram até o parque, e não necessariamente o que estava presente nele.

Foi unânime entre os desenhos a presença de estruturas urbanas como casas e ruas asfaltadas, em outros desenhos apareceram objetos como carros e fábricas. Quando foram solicitados para realizar o desenho sobre o ambiente natural, a maior parte deles representou

esse ambiente com muita vegetação, como árvores e flores, alguns deles representaram animais, principalmente as aves, por serem os mais vistos dentro das cidades, principalmente os pombos.

A seguir mostrarei alguns desenhos produzidos pelos alunos em seus cadernos de campo e em seguida irei analisar os elementos presentes neles, destacando os aspectos construídos que foram importantes.

Observei nos desenhos produzidos a simplicidade de estruturas presentes, também relacionada à faixa etária dos alunos, mas todos reproduziram o que compreendiam sobre estruturas urbanas e ambiente natural.

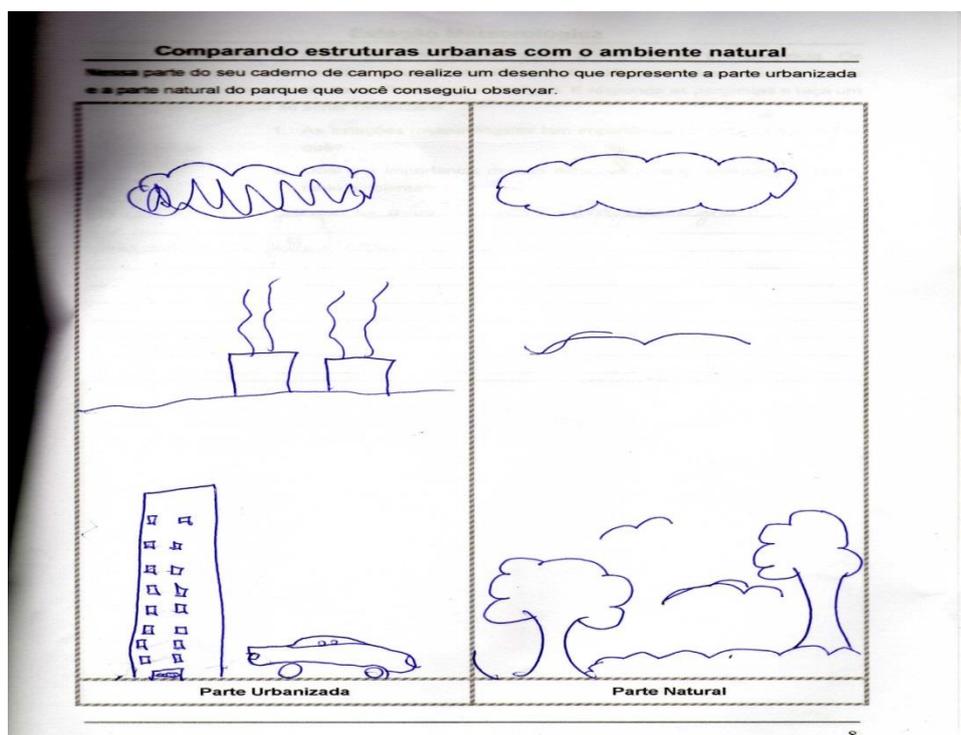


Figura 22: Representação feita por MRL da parte urbanizada e natural em seu caderno de campo.

Pude ver no desenho da parte urbanizada, produzido por MRL, a presença de prédios, carros e fábricas, dessas fábricas saem partículas poluentes que estão formando nuvens, que ele representa com riscos dentro. Nesse desenho não há vegetação e nem animais visíveis. Na parte natural ele desenha uma vegetação rasteira, árvores, aves e a presença de nuvens, limpas, diferente da desenhada anteriormente. Notei que o aluno utilizou elementos simples para representar o que foi solicitado e também que a parte natural não tem o homem, já na parte urbanizada existem dois dentro do carro, o que representa uma visão naturalista.

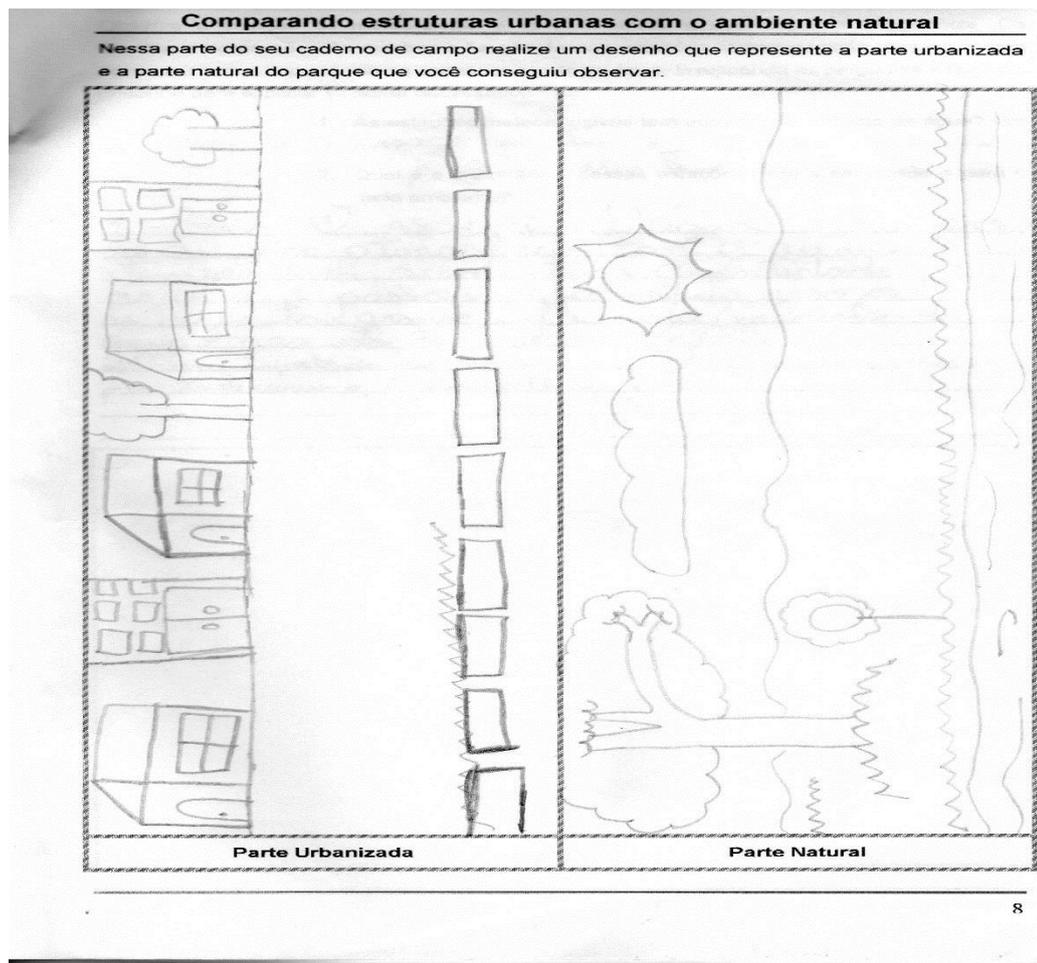


Figura 23: Representação feita por LM da parte urbanizada e natural em seu caderno de campo.

Pude ver no desenho de LM na parte urbanizada, a presença de prédios, casas, algumas árvores e grama, e bem no rodapé da margem a presença das ruas asfaltadas. Nesse desenho não há nenhum animal ou ser humano visível. Na parte natural ele desenha grama, árvores, flores, um rio, nuvens e o sol. Podemos ver que este aluno também utilizou representações simples elaborar o desenho solicitado. Outro aspecto que pude notar é que ele não representou nenhum animal, nem na parte urbanizada nem na natural, mostrando que talvez o aluno não integre esses organismos pertencentes ao ambiente estudado.

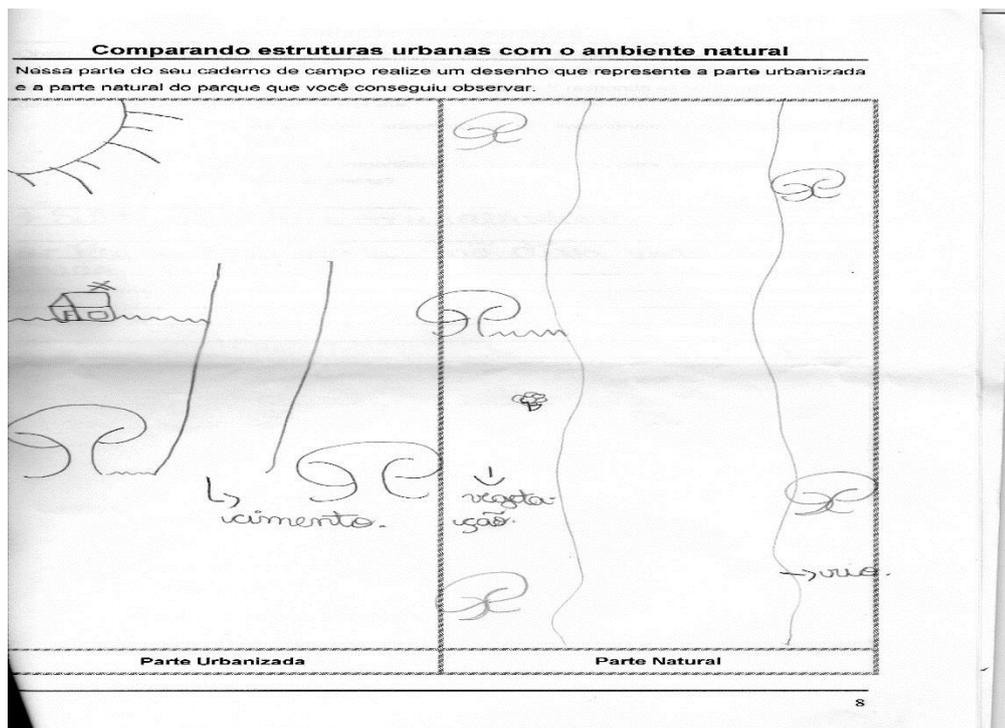


Figura 24: Representação feita por KRN da parte urbanizada e natural em seu caderno de campo.

Pude notar que a representação de KRN é muito semelhante aos demais colegas. Na parte urbanizada tem casas, algumas vegetações e a presença de áreas cobertas por cimento, nela também não há a representação de nenhum animal. Já no ambiente natural, KRN representa a vegetação, um rio, mas assim como o desenho de LM, também não há animais. Novamente o aluno não conseguiu inserir esses seres vivos como parte integrante do meio ambiente.

Notei após a apresentação das imagens que os alunos representam as estruturas urbanizadas como os elementos produzidos pelo homem, como as casas, as indústrias, as ruas asfaltadas e os carros. Na representação do ambiente natural é unânime o desenho da vegetação, principalmente de árvores e gramas.

As representações das estruturas em seus desenhos são simples e estão ligadas às suas próprias vivências, mas mostram como enxergam esses ambientes. Nos desenhos notei que na parte urbanizada também existe vegetação, em menor quantidade, mas ela está presente, como os jardins e áreas verdes. Eles representam as figuras presentes em seu cotidiano, o que observam em suas vidas e também nos meios de comunicação.

3.4. Pós-Campo

3.4.1. Resultados pós-campo

Na última aula da sequência didática, propus uma análise global da construção do conhecimento. Levantei os ganhos durante as atividades e como elas estimularam essa construção.

Para isso realizei uma sessão de perguntas direcionadas. O primeiro questionamento foi em relação às observações realizadas na trilha ecológica. Muitos deles levantaram a presença dos animais e vegetais, outros colocaram as observações sobre a nascente do riacho do Ipiranga e a pureza da água da região.

Quando foram questionados sobre a interferência do homem na natureza, eles responderam que o início da trilha tinha uma parte com concreto e que durante o percurso observaram casas na trilha. Alguns deles falaram sobre a alteração na vegetação quando passavam pela trilha, abrindo caminhos de terra batida. Um único aluno levantou o aspecto de não haver modificação na região porque era protegida pela lei. Ele não conseguiu associar as interferências que o homem causou àquela região. A maior parte dos alunos foi capaz de identificar as modificações causadas pelo homem na natureza e também de verificar as estruturas presentes no ambiente visitado.

No segundo questionamento solicitei aos alunos que colocassem em exposição o que tinham entendido sobre o ciclo da água, retomando os conceitos trabalhados no primeiro tema. Como resposta obtive: “É o processo que renova ela” BRN, e também “É o caminho que ela faz do chão até as nuvens e das nuvens até o chão” FLP, notei que ainda associam o ciclo com as representações gráficas presentes nos livros didáticos e esquemas pedagógicos. Pude ver em suas falas a compreensão do ciclo hidrológico como um fenômeno cíclico de renovação do recurso. Comparado ao conhecimento inicial, os alunos evoluíram em relação à compreensão desse processo, entendendo o seu funcionamento e a importância da renovação da água.

Após ouvir as definições sobre o ciclo da água, questionei os alunos de como a urbanização poderia interferir nele. Esse momento foi essencial para tomar nota das

construções realizadas por eles durante a sequência didática e a compreensão que tiveram sobre o assunto estudado. Alguns alunos levantaram aspectos problemáticos como “Por causa das canalizações e das poluições das casas” BRN, “Com o aumento da população, aumentam as casas e a produção de lixo, tudo isso interfere no ciclo da água” FLP, “Com o aumento da população, há o aumento do consumo” LM. Notei a forte associação que eles fazem entre o aumento da população e os impactos ao ambiente e ao ciclo hidrológico. Nesse momento eles não levantaram o aspecto de impermeabilização do solo, que afeta diretamente o ciclo da água.

Após isso, os alunos passaram a ser questionados sobre as diferenças existentes entre a cidade e o campo, principalmente em relação às interferências ao ciclo hidrológico. Nesse momento muitos dos alunos expressaram seus conhecimentos sobre o tema, alguns falaram sobre o fenômeno de enchentes e alagamentos nas cidades, causados pela impermeabilização dos solos com concreto e asfalto. Outros levantaram o problema da falta de água nas grandes cidades, causada pelo aumento da população e como consequência, o aumento do consumo dela, fazendo com que a sua distribuição seja reduzida para toda a população. Outros alunos associaram esse aumento populacional com o aumento da poluição e da produção de lixo, outros citaram o fenômeno da chuva ácida, mesmo sem saber explicá-lo, sabiam que estava associado ao processo de urbanização.

Outra pergunta realizada foi “Porque não havia o racionamento na cidade de São Paulo se estávamos ficando sem água nos reservatórios?”. As respostas obtidas a essa pergunta foram muito interessantes. “Estamos tendo sim, só que eles não falam, ficam quietos” FLP, ele falou do racionamento silencioso que estava ocorrendo na cidade, outros alunos citaram que não era feito o racionamento por causa da eleição, e que o governador, Geraldo Alckmin, não estava ligando para o que acontecia.

Após toda essa discussão em relação à falta de água e o racionamento, os alunos foram questionados de como poderiam reduzir o consumo de água para ajudar a solucionar esse problema atual. As propostas foram diversificadas, muitos deles falaram em reduzir o desmatamento, parar de produzir solos impermeáveis, com asfalto e concreto, deixando mais solos com a cobertura natural, outros propuseram diminuir o consumo de energia elétrica ou substituir o tipo de energia, como por exemplo, energia solar, essa proposta está associada ao nosso tipo de energia que é hidroelétrica, outra foi diminuir as construções e as casas, diminuindo a quantidade de pessoas que habitam essa região. Analisando as respostas dadas

pelos alunos, notei que a maior parte deles propôs uma forma de solução na redução do consumo da água, associados à manutenção dos recursos hídricos. Essa proposta é a mais divulgada pelos meios de comunicação de massa.

Após essa aula de discussão e questionamento sobre os conhecimentos construídos, os alunos ainda realizaram um roteiro avaliativo com questões relacionadas às atividades que foram realizadas durante a sequência didática. Pelas respostas elaboradas pelos alunos notei que houve uma construção positiva e uma evolução nos conhecimentos sobre a temática estudada.

No início da sequência didática muitos alunos copiavam ou não participavam das atividades porque sabiam pouco sobre o tema ou desconheciam alguns tópicos discutidos, com o desenrolar da sequência didática todos passaram a participar das atividades propostas e expor os conhecimentos que tinham e que estavam construindo.

Quanto mais discussão havia em sala, mais interação ocorria entre as atividades propostas, mais informados os alunos se tornavam, principalmente porque passaram a questionar os pais, a procurar informações na internet e buscar outros tipos de informações em fontes diversificadas. Essas ações possibilitaram os alunos de serem ativos na construção de seus conhecimentos, e passaram a propor ações para mediar a situação estudada.

A evolução no processo da construção de conhecimentos sobre a temática estudada foi muito boa, mostrando que a sequência e a excursão didática proposta auxiliam nesse processo de forma que fosse participativo e concreto.

Acompanhar as atividades, como pesquisadora e educadora, ajudou a elaborar metodologias mais eficazes para trabalhar essa temática dentro e fora do ambiente escolar. Com o desenvolvimento da pesquisa observei as atividades que foram positivas, aumentando a participação e interesse dos alunos na sala de aula. Outro aspecto importante que notei é que as suas vivências são essenciais para a construção de seus conhecimentos, ter uma noção do que é falado e discutido faz com que o aluno se aproximasse do tema e trouxesse as suas vivências para serem discutidas e compartilhadas com os demais colegas. Essas discussões coletivas, em vários momentos da sequência didática, possibilitaram o compartilhamento e a construção de conhecimentos coletivamente, fazendo com que um ajudasse ao outro a aprender.

As aulas de ciências servem para formar alunos pensantes, críticos e atuantes da sociedade e das ações que envolvem ela. A sequência didática se torna uma ferramenta para alcançar esses objetivos. A atividade em campo propicia aos estudantes um senso de integração dos processos de natureza e a percepção desta como um todo (KERN; CARPENTER, 1986).

3.4.2 Avaliação Bimestral

Separei duas aulas de 50 minutos para aplicar a avaliação bimestral nos alunos, de acordo com as normas institucionais, contendo questões sobre o tema estudado durante o bimestre. A avaliação encontra-se no apêndice 3 dessa dissertação, para que o leitor possa analisar as questões exigidas no instrumento. Ela foi constituída de questões que abordavam toda a temática trabalhada na sequência didática, portanto nessa parte realizei um fechamento dos resultados obtidos durante todo esse percurso.

Para analisar esses resultados, selecionei algumas produções para posteriormente fazer um fechamento.

Elaborei um quadro com os resultados e análises realizadas, que apresento abaixo.

Tabela 7: Resultados da avaliação bimestral e análise dos aspectos importantes abordados.

Questionamento	Resultados	Aspectos destacados
Desenho ou esquema que representasse o ciclo hidrológico	Os desenhos analisados apresentaram: - Os fenômenos presentes no ciclo hidrológico - A representação com setas e flechas - A semelhança com os desenhos presentes em livros didáticos.	Os alunos em seus desenhos apresentaram a compreensão de um fenômeno cíclico composto por diversos acontecimentos. Também destacaram que os animais e vegetais fazem parte dele.
Qual é o percurso que a água faz da natureza até a sua residência?	“Vem das estações de tratamento de água. Vem da SABESP”. “Ela passa por uma estação de tratamento até chegar em casa”. “Água precipita e passa por tratamento, passa pela cal mais sulfato de alumínio, passa pelo tanque que floculação que dentro dele tem floculo e depois dele vai para o tanque de decantação, vai seguir para o filtro de cascalho e areia, depositam cloro e depois vai para o reservatório que tem a válvula para a água soltar”.	Em todas as respostas observei a presença das estações de tratamento como etapa decisiva do caminho que a água percorre até chegar às residências. Notei a citação da Sabesp diversas vezes. Isso está relacionado às informações transmitidas pelos meios de comunicação, as quais falam o tempo inteiro dessa empresa.

	<p>“A água sai das nascentes dos rios e depois vai para as estações de tratamento, ela é tratada, assim que é tratada vai para os canos para ir até as nossas casas”.</p> <p>“A água dos rios, passa pela estação de tratamento da Sabesp onde é tratada, passa por canos subterrâneos até chegar a nossa casa”.</p> <p>“Primeiramente ela é tratada pela Sabesp, ela limpa a água, ou seja, deixa-a potável, depois disso por meio de canos a Sabesp manda água potável para as nossas casas”.</p>	<p>Um dos alunos destacou as etapas de tratamento de água e mostrou que para ele essa fase tem importância.</p> <p>Alguns destacaram as estruturas das nascentes, esse fenômeno está associado à atividade de campo, na qual foi discutida essa estrutura e muitos alunos a associaram com a origem da água.</p>
<p>Quais medidas podem ser tomadas para economizar água?</p>	<p>“Diminuir o desmatamento, o tempo do banho e o consumo da água em casa”.</p> <p>“Racionamento, não lavar o carro, tomar banhos rápidos, desligar o regador de grama, economizar energia porque a energia vem da água”.</p> <p>“Racionamento de água, tratamento de água, esgoto e córrego”.</p> <p>“Tomar banhos mais rápidos, escovar os dentes com a torneira fechada, ao invés de lavar o quintal e a calçada é melhor varrer”.</p> <p>“Diminuir a caça, pois os animais transpiram, diminuir o desmatamento, diminuir o tempo do banho e diminuir o uso da água”.</p>	<p>Alguns alunos destacaram aspectos muito importantes, que não tinham aparecido no início da sequência didática, como o desmatamento e a caça, como causadores de impacto no ambiente. Nesse momento percebi que essas concepções trouxeram ganhos para os alunos.</p> <p>Os aspectos de diminuir o uso e economizar estão muito ligados à situação vivida. A todo o momento os meios de comunicação divulgam formas de economia de água pela população, algumas delas são citadas por eles, como banhos mais rápidos e não lavar os carros.</p>
<p>Quais são as interferências da urbanização no ciclo da água?</p>	<p>“A impermeabilização do solo devido ao asfalto, diminuindo a absorção de água por ele e causando enchentes”.</p> <p>“As construções interferem nos rios e lagos, ou seja, interferem no caminho da água”.</p> <p>“A urbanização é feita porque aparece cada vez mais pessoas, aí temos que ganhar mais espaço e por isso a urbanização interfere no ciclo da água. Exemplo: o Tamanduateí que foi canalizado”</p> <p>“Por causa dos asfaltos, quando chove a água fica nesse asfalto até secar, sem poder ir para os lençóis freáticos ou até mesmo nos rios”.</p> <p>“Ela aumenta a população e com mais população, mais lixo é jogado nas ruas e quando chove a água leva todo esse lixo para o rio”.</p> <p>“Com a urbanização é necessário desmatar alguns locais para construir as casas e com isso fazendo com que haja menos evaporação, serão necessários os asfaltamentos e acaba matando os animais”.</p>	<p>Nessa pergunta apareceram muitas interferências da urbanização no ciclo hidrológico.</p> <p>Dentre as interferências destacadas pelos alunos aparecem a impermeabilização dos solos, a canalização e mudanças dos cursos dos rios, as enchentes, o problema do desmatamento associado com a diminuição da evaporação, o aumento da população, do lixo e da poluição.</p> <p>Alguns desses aspectos são novos as construções como a associação do desmatamento com a diminuição da evaporação, além de associar essa ação com a morte dos animais.</p>

<p>A água transparente e inodora pode ser considerada potável?</p>	<p>“Sim, mas não pode ter nenhuma substância tóxica e nenhum microrganismo”.</p> <p>“Não, ela pode estar com mini bactérias, por isso devemos tratar a água”.</p> <p>“Não, a água transparente pode conter várias impurezas que não podem ser vistas”.</p> <p>“Não, pois pode conter bichos pequenos”.</p>	<p>Observei que os alunos compreendem que nem toda água transparente e inodora é apropriada para o consumo, principalmente porque pode apresentar microrganismos causadores de doenças ou substâncias tóxicas.</p>
<p>Qual é o motivo de estar acontecendo racionamento de água em São Paulo?</p>	<p>“Por causa do desmatamento e da falta de chuva”.</p> <p>“Porque nós não sabemos usar a água. O Sistema Cantareira está ficando praticamente sem água e estão usando o 8º volume morto”.</p> <p>“Porque não estamos economizando nessa época de seca e o prefeito às vezes libera muita água”.</p> <p>“Porque em 2010 já sabiam que ia ter falta de água em SP, mas o governador não se mobilizou para diminuir essa seca”.</p> <p>“Porque nós não imaginávamos que ia faltar água e então nós desperdiçávamos muita água, por isso hoje estamos sofrendo esse racionamento”.</p> <p>“Porque o homem está desmatando e praticando a caça, diminuindo muito a evaporação e a transpiração, e porque não está chovendo muito”.</p>	<p>Notei que muitos alunos colocaram a culpa na má gestão dos recursos realizada pelo governador e prefeito. Acredito que essa colocação foi reforçada pelo texto lido em uma das aulas.</p> <p>O destaque para a falta de chuva, para a ação de desmatamento também são importantes porque está diretamente relacionada ao ciclo hidrológico.</p> <p>Aparecem muitas falas e dizeres presentes na mídia, o que mostra que os meios de comunicação também interferem na construção do conhecimento.</p>
<p>Quais são os reservatórios de água na natureza?</p>	<p>“Rios, mares, lagos, poços, florestas”.</p> <p>“Rios, lagos, lençóis freáticos, oceanos, aquíferos, as represas e as estações de tratamento, os reservatórios, a Billings, Cantareira e Sabesp”.</p> <p>“São as represas, rios, nascentes e oceanos”.</p> <p>“Billings, Guarapiranga, nos aquíferos e no litoral”.</p> <p>“Em rios, mares, oceanos, lençóis freáticos, nas nuvens, nos polos (em forma de gelo)”.</p>	<p>Notei que além dos reservatórios naturais de água, aparecem reservatórios construídos pelos homens como os poços e as represas.</p> <p>As represas são colocadas por diversos alunos. Essa colocação está diretamente ligada à quantidade de vezes que abordamos essas estruturas em aula.</p> <p>Um aluno conseguiu destacar mais estruturas que os demais. Citou as nuvens e o gelo dos polos, mostrando uma compreensão mais aprofundada da temática.</p>
<p>A água é infinita?</p>	<p>“Não! Porque com o aumento da população estamos usando o volume morto da represa”.</p>	<p>Foi unanime a resposta que a água não é um recurso infinito.</p>

	<p>“Não, porque se a água potável acabar os países irão ter que gastar muito dinheiro para tornar a água salgada potável”.</p> <p>“Não, porque se parar de chover a água acabaria, por isso a água não é infinita”.</p> <p>“Não, porque se a água de São Paulo acabou ou está acabando, isso poderia acontecer no mundo todo um dia se não pararmos com esses abusos com a água”.</p> <p>“Não é infinita, porque já estamos passando por sufoco de falta de água”.</p> <p>“Não, pois a água está acabando em todo o mundo por falta de árvores e animais”.</p>	<p>Como estão vivendo uma situação de racionamento e um pânico causado pelos meios de comunicação, eles só conseguem ver que a “água vai acabar”.</p> <p>A água que eles estão associando à pergunta é somente a água potável, aquela essencial para a utilização da humanidade.</p> <p>Nesse momento fica visível a posição utilitarista em relação à água.</p>
<p>O que você aprendeu durante esse bimestre?</p>	<p>“Aprendi sobre o ciclo da água e sobre o motivo de estar ocorrendo o racionamento”.</p> <p>“Aprendi sobre o ciclo da água, a falta de água em São Paulo, na visita ao CienTec aprendi sobre a importância da água e a degradação do solo”.</p> <p>“Nós aprendemos que a água não é infinita e devemos economizar e no Parque CienTec, eu gostei da trilha porque agente viu como o rio Ipiranga está e as árvores esquisitas como uma árvore deitada e as plantas inclinadas procurando o sol, e daqui a pouco se não chover, logo vai secar, que nem a Cantareira”.</p> <p>“Sobre o ciclo da água e sobre as nascentes do rio Ipiranga”.</p> <p>“Sobre o ciclo da água, como não desperdiçar água, sobre as matas nativas, espécies de plantas e animais”.</p> <p>“Durante o bimestre eu aprendi mais sobre o ciclo da água, como acontece às chuvas, como podemos ajudar para não diminuir a água, não poluir o lençol freático, aprendi que os animais transpiram e essa transpiração vai para as nuvens, o mesmo acontece com as árvores, aprendi que a vegetação suga a água e o asfalto não. No parque: aprendi também que as raízes precisam respirar, que as árvores caídas também crescem, que só de pisarmos no solo já estamos destruindo ele”</p>	<p>Nesse momento a maior parte dos alunos destacou o ciclo da água e a falta de água em São Paulo. Em contrapartida tem alunos que destacaram conhecimentos construídos durante a atividade de campo e durante as aulas.</p> <p>Melhor que analisar o resultado final dado por eles e ver o processo, o crescimento de cada um em cada etapa proposta.</p>

Coloco nessa parte as minhas percepções sobre os resultados obtidos durante todo esse processo. Inicialmente os alunos não tinham a compreensão clara do ciclo hidrológico, no final das atividades propostas essa postura foi modificada, eles apresentaram a compreensão

de fenômeno cíclico e foram capazes de integrar outros conhecimentos como a fotossíntese, a produção de oxigênio e a importância dos animais e vegetais para ele.

Outro aspecto importante observado foi à mudança da postura de uma visão utilitarista para uma visão socioambiental, mostrando o amadurecimento dos alunos em relação às questões discutidas, além da percepção do ser humano dentro desse ciclo e como causador de impactos e danos a natureza.

Os alunos foram capazes de compreender a importância da vegetação e dos animais para o ciclo hidrológico, associando direta e indiretamente os impactos causados a ele com o processo de urbanização. Apresentaram a compreensão que os processos de impermeabilização do solo e a remoção da cobertura vegetal interferem diretamente no ciclo da água. Também foram capazes de propor formas de reduzir esses impactos e diminuir o consumo de água.

Os alunos passaram a apresentar uma visão crítica em relação à postura do governo sobre a falta de água em São Paulo, colocando a culpa na má gestão desses recursos e no acobertamento dos problemas reais. Eles foram capazes de compreender a atual situação hídrica de São Paulo e os problemas das represas, dessa forma se conscientizaram sobre o uso adequado dela e a transmissão dessa consciência aos demais colegas, familiares e sociedade, sendo disseminadores de conhecimentos.

Durante todo o processo fui apontando os ganhos apresentados pelos alunos e mostrando a importância da escolha do tema, dos materiais e da elaboração das atividades presentes na sequência didática. Espero que essa produção sirva de base para outros trabalhos e para educadores da área, sempre buscando um melhora no processo de ensino aprendizagem e mostrando formas de avaliar e analisar as construções de conhecimentos realizadas pelos alunos durante todo esse processo.

Destaco a importância da organização das atividades, como a divisão da sequência didática e da seleção das excursões didáticas e atividades em campo para desenvolver essa temática.

Considerações Finais

É muito difícil e incoerente falar que essa parte é um fechamento de todo trabalho realizado até aqui. Como educadora e pesquisadora penso e reestruturo minha prática educacional a todo o momento, portanto não posso finalizar essa ação, muito menos concluí-la e dar como terminada.

Apontei os ganhos que obtive com a aplicação da sequência didática, indicando quais foram as atividades significativas e as que devem ser modificadas, também descrevi as alterações observadas, como as modificações de concepções e conceitos que ocorreram durante todo o processo.

Essas observações realizadas deram bases para elaborar as considerações que exponho nessa parte, e que acredito que sejam fundamentais para que outros educadores compreendam os fenômenos estudados e os ganhos do processo.

A elaboração de uma sequência didática depende do contexto socioambiental vivido e das características próprias da turma. Ela não é única, nem sólida, muito menos inflexível. O educador deve modificar as atividades e propor novas ações de acordo com as observações realizadas durante sua aplicação. Portanto, toda atividade proposta e elaborada é individual e voltada para determinado objetivo. O compartilhamento de atividades e ações que deram certo, e que podem ser usadas em outras sequências e em outros contextos, ajudam os educadores a pensarem em suas práticas educativas e a proporem o aperfeiçoamento do processo de ensino-aprendizagem. A pesquisa-ação permite toda essa flexibilidade e as modificações durante o processo.

O primeiro aspecto importante a ser apontado é a seleção do tema abordado, que deve ser contextualizado e estimular a participação e a criatividade dos alunos. A seleção do tema foi baseada em questionamentos frequentes que apareceram nas aulas de ciências sobre a situação de estresse hídrico de São Paulo. O tema, Água e Urbanização, permitiu a contextualização dos conteúdos escolares, a utilização das vivências dos alunos que impulsionou a construção de seus conhecimentos, o desenvolvimento das percepções de mundo e das relações existentes nele, além de ter estimulado a elaboração de propostas para a resolução do problema vivido.

Após a seleção do tema o educador desenvolve as atividades que acredita serem essenciais para elaborar concepções e conceitos em relação ao que é estudado, como propus na minha sequência didática e obtive alguns resultados positivos em relação às escolhas realizadas. As concepções para a construção dessa sequência didática foram baseadas nas propostas de aprendizagem feitas por Vygotsky.

No início da sequência didática os alunos apresentaram, predominantemente, uma visão linear do ciclo hidrológico. Após manusear o objeto educacional do MEC, eles passaram a compreender o fenômeno de forma cíclica. Esse objeto foi essencial para o desenvolvimento dessa concepção e desse ganho, como ele mostra o funcionamento do ciclo de forma dinâmica e animada, os alunos conseguiram elaborar representações cíclicas mentais e depois expressá-las nas formas de textos e imagens. Outro aspecto muito importante que apareceu em relação ao ciclo hidrológico foi a percepção da importância do fenômeno de evapotranspiração, ou sejam, os alunos passaram a compreender de uma forma mais ampla a importância da vegetação dentro do fenômeno estudado.

Os alunos, inicialmente, apresentaram uma visão utilitarista do ciclo da água, com o desenvolver das atividades houve uma mudança na postura deles, passaram a apresentar uma visão socioambiental do fenômeno, sendo capazes de integrar o ser humano e os impactos causados por ele ao ciclo. Essa construção foi incrementada com a atividade de campo, que ajudou na compreensão da importância das nascentes, na discussão sobre a preservação desses locais e na inserção dos seres vivos como integrantes desse sistema.

A utilização do documentário “Entre Rios” proporcionou a compreensão dos fenômenos e impactos que a urbanização pode causar ao ciclo hidrológico. Foi esplendoroso o ganho que esse documentário proporcionou ao conhecimento dos alunos. Durante todas as atividades foram destacadas imagens, contextos e características apresentadas nesse audiovisual, mostrando o quanto ele teve significado para os alunos. Indico a qualquer outro educador que for trabalhar com essa temática o uso dessa ferramenta, devido aos ganhos que ela proporcionou.

Acredito que tanto essa ferramenta quando o objeto educacional do MEC foram de grande ajuda para a construção do conhecimento pelos alunos. As informações que esses recursos midiáticos apresentaram, ajudou na formação de concepções e conceitos em relação ao ciclo hidrológico e a urbanização.

A atividade de campo proporcionou uma grande evolução nas concepções e conceitos construídos como a associação da urbanização com a diminuição da cobertura vegetal e da absorção de água pelo solo, da redução dos processos de evapotranspiração e da fotossíntese, conhecimentos que não apareceram nas atividades iniciais e que indicaram um amadurecimento das construções realizadas. Vygotsky fala da importância da interação entre os alunos no momento da elaboração de seus conhecimentos. Fazer uma atividade prática com a colaboração coletiva dos alunos proporciona o desenvolvimento da criatividade e da participação ativa na construção de seus conhecimentos.

Os alunos desenvolveram uma consciência crítica sobre as suas ações e as ações da sociedade, além de criticarem a postura dos governantes em relação à falta de água em São Paulo. Essa postura de negação ao que foi feito foi estimulada pela leitura de textos em sala, além do apoio das construções que realizavam dentro do ambiente familiar e nas atividades em campo. Os textos utilizados proporcionaram a formação de opiniões críticas em relação ao que era estudado, mas foram muito cansativos e desestimulantes para os alunos, acredito que seja devido a faixa etária deles. Em uma nova aplicação proponho a utilização de reportagens televisionadas e a leitura de uma única reportagem impressa por aula, ao invés de três ou quatro, além de mais estimulantes não causam o cansaço de leituras consecutivas.

Eles também se conscientizaram sobre a importância da conservação das represas e das regiões de mananciais, aspecto desenvolvido e consolidado através da atividade de campo. Eles conseguiram ampliar os seus conhecimentos sobre a dinâmica das bacias hidrográficas da região de São Paulo e passaram a entender que uma única represa abastece todas as regiões da cidade. Eles foram capazes de sair de uma problemática local para compreender o fenômeno de forma global, passaram a entender a situação atual das represas de São Paulo, não era só a Cantareira que estava com problemas, mas sim todo o complexo de Bacias Hidrográficas da região. Para o desenvolvimento desses conhecimentos foi importante e essencial a utilização de reportagens que abordassem o problema da escassez hídrica de forma crítica e contextualizada. Dessa forma os textos, por mais que tivessem sido cansativos, proporcionaram um ganho positivo em relação ao tema que abordavam.

Outro aspecto que apareceu durante as construções dos conhecimentos foi a presença das falas presentes nos meios de comunicação de massa, principalmente da televisão e do rádio. Os alunos viam nos noticiários, diariamente, alguma reportagem sobre o problema hídrico que a cidade estava passando, eles traziam essas falas para as atividades e as tomavam

como verdadeiras. Esse aspecto mostrou que esses meios de comunicação participam da elaboração de conhecimentos e que podem ser utilizados como ferramentas para discussões dentro do ambiente escolar.

As atividades realizadas em campo proporcionaram uma variedade de ganhos. Um, por exemplo, foi a modificação de postura e participação nesses locais. Muitos alunos que não se colocaram nas atividades anteriores e não participavam ativamente, passaram a indagar os monitores, a questionar o que era apresentado e a colocar suas opiniões e conhecimentos sobre o que era dito. Aqueles alunos que antes eram copistas ou meros reprodutores de falas ou escrita se tornaram participantes da sua própria elaboração de conhecimentos. A ação dos monitores ajudou muito a estimular essa postura dos alunos, primeiro porque foram extremamente receptivos com eles e segundo que tornavam todos iguais, davam atenção a todos e importância a tudo o que era questionado.

Outro aspecto que foi muito positivo foi a escolha do lugar. O parque CienTec fica dentro do PEFI, que é uma mancha verde na cidade de São Paulo. A trilha realizada, a observação das nascentes e das áreas de mananciais foi essencial para suscitar nos alunos o questionamento e a indagação da importância daqueles locais para a manutenção dos corpos d'água. Nesse momento houve um ganho essencial na construção de seus conhecimentos que foi a associação da manutenção da qualidade da água associada à preservação da vegetação local.

A sequência didática proposta mostrou ser eficaz na construção de conhecimentos sobre a temática água e a urbanização, também estimulou a formação de uma consciência crítica em relação aos problemas discutidos.

As propostas de resolução do problema foram ampliadas no decorrer das atividades, chegando a uma conclusão coletiva do que deveria ser feito em relação à escassez da água, tanto por medida deles quanto, pela sociedade.

As atividades propostas estimularam o compartilhamento de ideias e levantamento de conhecimentos prévios, o que estimulou ainda mais a participação ativa para a construção do conhecimento por parte dos alunos. Acima de tudo, a pesquisa-ação me possibilitou flexibilizar as atividades de modo que conseguisse atingir os objetivos propostos da sequência didática.

Coloco aqui minha percepção como educadora da turma, reparei que os alunos desenvolveram bem seus conhecimentos sobre o tema principalmente porque apresentavam um interesse por ele. Os instrumentos midiáticos como o objeto educacional do MEC, o documentário entre Rios, as reportagens lidas, os sites visitados e o próprio livro didático, ilustram o tema e ajudam a construir mentalmente os conceitos e percepções estudadas. A interação entre os próprios alunos e os conhecimentos que traziam para a sala de aula acrescentavam no conhecimento da maior parte deles. A excursão didática se fez essencial para consolidar alguns dos temas estudados em sala e aumentar a interação entre os alunos.

Espero que essa experiência estimule outros educadores a pensar, pesquisar e modificar as suas práticas pedagógicas enquanto ocorre o processo de ensino-aprendizagem facilitando a construção do conhecimento por parte dos alunos e que obtenham resultados positivos, assim como eu obtive.

Referências Bibliográficas

ACEVEDO, J.A. Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Un enfoque innovador para la enseñanza de las ciencias. **Revista de Educación de la Universidad de Granada**, n.10, p.269-275, 1997.

ADUAN, R.E. ; VILELA, M.F.; REIS JR., F.B. **Os Grandes Ciclos Biogeoquímicos do Planeta**. 1. Ed. Distrito Federal: Embrapa, 2004, p. 1- 23.

Agência Nacional de Água (ANA). Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 20 jul. 2014.

ALLARD, M. et al. **La visite au musée, in Réseau**. Canadá, Decembre 1995/Jan 1996.

ALMEIDA, C.M.C. **A representação de espaço e tempo no desenho da criança**. Campinas: Pro-posições, 1990. n.1, p.39-52.

ALMEIDA, M.J. de. A linguagem da nova oralidade: imagens e sons. In: FALCÃO, A.R.; BRUZZO, C. (coord). **Coletânea lições com cinema**. São Paulo: FDE, 1994. p.177-126.

AMARAL, L.O.F.; SILVA, A C. Trabalho Prático: Concepções de Professores sobre as Aulas Experimentais nas Disciplinas de Química Geral. **Cadernos de Avaliação**, Belo Horizonte, v.1, n.3, p. 130-140, 2000.

ASTOLFI, J.P.; EVELAY, M. **A didática das ciências**. Campinas: Papyrus, 1995.

AUSUBEL, D.P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

AUSUBEL, D.P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Editora Plátano, 2003.

AZEVEDO, M.N. Pesquisa-ação e atividades investigativas na aprendizagem da docência em Ciências. 2008. 224 f. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

_____; ABIB, M.L.V.S. Arco-íris em foco - a linguagem como mediação da aprendizagem no primeiro ano de escolarização. In: **Anais do XII Encontro de Pesquisa em Ensino de**

Física. Águas de Lindóia – SP, 2010. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/~epef/xii/>. Acesso em: 15 out. 2014.

_____; ABIB, M.L.V.S. Pesquisa-ação e a elaboração de saberes docentes em Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.18, n.1, p. 55-75, 2013.

BACCI, D.C. e PATACA, E.M. Educação para a água. **Estudos Avançados**, v. 22, n.63, p. 211-226, 2008.

BACHELARD, G. **A filosofia do não**. São Paulo: Abril Cultural, 1984. p. 1-87.

BARROS, F.G.N; AMIN, M.M. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**. Taubaté-São Paulo: v.4, n.1, p.75-108, 2008.

BATISTA, S.A. Tecnologias Educativas no 1º Ciclo Básico: Perspectiva de professores e futuros professores acerca do computador. 2007. 127f. Dissertação de Mestrado, Faculdade do Porto. 2007.

BATISTETI, B.B; ARAÚJO, E.S.N.N.; CALUZI, J.J. Os experimentos de Griffith no ensino de Biologia: A transposição didática do conceito de transformação nos livros didáticos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Minas Gerais, v.12, p.1-21, 2010.

BENATTI ALVIM, A.T. A Contribuição do Comitê do Alto Tietê à gestão da Bacia Metropolitana, 1994 – 2001. 2003. 549f. Tese (Doutorado em Arquitetura) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

BERNSTEIN, B. **A estruturação do discurso pedagógico – classe, códigos e controle**. Petrópolis: Editora Vozes, 1996. 308 p.

BIANCONI, M.L.; CARUSO, F. Educação não-formal. **Cienc. Cult. [online]**, v.57, n.4, p. 20-20, 2005.

BRANDI, A.T.E.; GURGEL, C. M. A. “A Alfabetização Científica e o Processo de Ler e Escrever em Séries Iniciais: Emergências de um Estudo de Investigação-Ação”, **Ciência & Educação**, v.8, n.1, p.113-125, 2002.

BRAGA, R.A.P. A água e a Mata Atlântica. In: **Anais do VII Seminário Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica**. CNRBMA, Ilhéus, p.01-10. 1999.

BRAGA, A.R. et al. **Educação ambiental para gestão de recursos hídricos**. Livro de Orientação ao Educador. Americana: Consórcio PCJ, 2003. 251 p.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. **Mudanças de uso de solo da Amazônia: Implicações climáticas e na ciclagem do carbono** – Milenium LBA. Disponível em: ftp://fapesplima.ccst.inpe.br/lba/inpe/presentations/LBA-SSC-13th-Presentations-May2003/assuncao-artaxo-MilenioLBA_SSC_Presentation_May_2003.pdf . Acesso em: 11 jul. 2015.

BRUNO, M.C.O. **O museologia para professores: os caminhos da Educação pelo Patrimônio**. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Coordenadoria de Ensino Técnico, 1998.

BUENO, L.M.M. O saneamento na urbanização de São Paulo. 1994. 200p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

BUENO, A. de P. La construcción del conocimiento científico y los contenidos de ciencias. In: ALEIXANDRE, M. P. J. (Coord.) **Enseñar ciencias**. Barcelona: Editorial GRAÓ, p. 33-54, 2003.

BYBEE, R.W.E.; DEBOER, G.E. Research on Goals for the Science Curriculum In: Gabel, D.L.(ed.). **Handbook of Research in Science Teaching and Learning**. New York, McMillan., 1994.

BYBEE, R.W. Achieving scientific literacy. In: **The science teacher**. Arlington: United States, v. 62, n. 7, p. 28-33, 1995.

CACHAPUZ, A. et al. **A Necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005, 263p.

CAJAS, F. Alfabetización Científica y Tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Ensenanza de las Ciencias*, v.19, n.2, p. 243-254, 2001.

CALDAS, G. Mídia, escola e leitura crítica do mundo. **Educação e Sociedade**, Campinas, v.27, n. 94, p. 117-130, 2006.

- CARLETTO, M.R., PINHEIRO, N.A.M. Subsídios de uma prática pedagógica transformadora: contribuições do enfoque CTS. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.15, n.3, p.507-525, 2010.
- CARMO, A.B. A Linguagem Matemática em uma Aula Experimental de Física. 2006. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Física e de Educação da USP – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez / Coleção questões da nossa época, 1995. 120 p.
- CARVALHO, I.C.M. **Em direção ao mundo da vida: interdisciplinaridade e educação ambiental**. Brasília: IPÊ - Instituto de Pesquisas Ecológicas, 1998. (Cadernos de Educação Ambiental)
- CARVALHO, I. C.M. **Educação Ambiental: a formação do sujeito e ecológico**. São Paulo: Cortez, 2004. 256 p.
- CARVALHO, A. M. P. E TINOCO, S. C. O Ensino de Ciências como 'enculturação'. In:
- CARVALHO, J. C.; BOSSOLAN, N. R. S. Algumas concepções dos alunos do ensino médio a respeito de proteínas. **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis, 2009.
- CASTORINA, J.A. “O debate de Piaget-Vygotsky: a busca de um critério para sua avaliação” In: **Piaget-Vygotsky: novas contribuições para o debate**. Editora Ática: São Paulo. 1988. pg 7-50.
- CATALÃO, V.L. As qualidades sensíveis da água In: **Água como matriz ecopedagógica**. Catalão, V.L. e Rodrigues, M.S. (Orgs.). Brasília: Departamento de Ecologia, 2006.
- CATANI, D. B. E.; VICENTINI, P. P., (Orgs.). **Formação e autoformação: saberes e práticas nas experiências dos professores**. São Paulo: Escrituras, 2006.
- CAZELLI, S. (1992). Alfabetização científica e os museus interativos de ciência. 1992. Dissertação de Mestrado. Departamento de Educação - PUC/RJ, Rio de Janeiro. 1992.
- Cazelli, S. Alfabetização científica e os museus interativos de ciências. 1992. Dissertação de Mestrado, Departamento de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1992.
- CERATI, T.M.; LAZARINI, R.A.M. A pesquisa-ação em educação ambiental: uma experiência no entorno de uma unidade de conservação urbana. In. **Ciência & Educação**, v.5,

n.2, p.383-392, 2009. Disponível em:
<<http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/viewarticle.php?id=579&layout=abstract>>
Acesso em: 10 fev. 2011.

CHASSOT, A., **Alfabetização Científica – Questões e Desafios para a Educação**, Ijuí, Editora da Unijuí, 2000. 368 p.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Unijuí, 2006. 368 p.

CHEIN, A.; COOK, S. W.; HARDING, J. The field of action research. **American Psychologist**, Washington, n. 3, p. 43-50, 1948.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: Del saber sábio as saber enseñado**. Argentina: Editora Aique, 1991.

CITELLI, A. Educação e mudanças: novos modos de conhecer In: **Outras linguagens na escola**. São Paulo: Cortez, 2004.

COMPIANI, M. A relevância das atividades de campo no ensino de Geologia e na formação de professores de Ciências. **Cadernos IG/UNICAMP**, v.1, n.2, p.2-25, 1991.

COMPIANI, M.; CARNEIRO, C.D.R. Os papéis didáticos das excursões geológicas. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, n.1-2, p.90-98, 1993.

COMPIANI, M. A narrativa histórica das Geociências na sala de aula no ensino fundamental. In: ALMEIDA, M.J.P.M. e SILVA, H.C. da (Orgs). **Linguagens, leituras e ensino da ciência**. Campinas: Mercado de Letras, 1998, cap. 9, p. 163-182.

COMPIANI, M. Geologia/Geociências no Ensino Fundamental e a Formação de Professores. **Revista do Instituto de Geologia USP**. Public. Espec., São Paulo, v.3, p.13-30. 2005.

COMPIANI, M. O lugar e as escalas e suas dimensões horizontal e vertical nos trabalhos práticos: implicações para o ensino de ciências e educação ambiental. **Ciência & Educação**, v.13, n.1, p.29-45, 2007.

COMPIANI, M. Narrativas e desenhos (imagens) no ensino fundamental com temas geocientíficos. **Ciênc. educ. (Bauru)** [online], v.19, n.3, p. 715-737, 2013.

COSTA, C. **Educação, Imagens e Mídias**. 2. Ed. – São Paulo: Editora Cortez, 2013. 208 p.

- DAWES, L., “Talk and Learning in Classroom Science”, **International Journal of Science Education**, v.26, n.6, 677-695, 2004.
- DE FRUTOS, J. A. et al. **Sendas ecológicas: un recurso didáctico para el conocimiento del entorno**. Madrid: Editorial CCS, 1996.
- DIÓRIO, A.P.I; RÔÇAS, G.F. As mídias como ferramenta pedagógica para o Ensino de Ciências: uma experiência na formação de professores de nível médio. **Revista Práxis**, n.10, p. 55-73, 2013.
- DRIVER, R.E.; NEWTON, P. **Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms**, ESERA Conference, Roma, 1997.
- DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v.1, n.9, p.31-40, mai.1999.
- FAGUNDES, S.M.K; PICCINI, I.P.; LAMARQUE, T.; TERRAZZAN, E.A. Produções em educação em ciências sob a perspectiva CTS/CTSA. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, 7, Atas. Florianópolis. Atas. 2009.
- FELLIPE, M.F.; JUNIOR, A.P.M. **Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas das nascentes de parques municipais em Belo Horizonte**. Minas Gerais, p. 08-23, set. 2008.
- FILHO, J.F; LEMOS, J.F. Imperativos de conduta juvenil no século XXI: a “Geração Digital” na mídia impressa brasileira. **Comunicação, mídia e consumo**, v.5, n.13, p.11, 2008.
- FINOTTI, A.R. et al. **Monitoramento de recursos hídricos em áreas urbanas**. Caxias do Sul: Educs, 2009. 272p.
- FORESTI, R.; SILVEIRA, A.R.; REIS, N.N; OLIVEIRA, R.T. **História, Hidrelétricas e Bacias Fluviais II: Região Metropolitana de São Paulo**. 2006.
- FORQUIN, J.C. Saberes escolares, imperativos didáticos e dinâmicas sociais. In: **Teoria & Educação**, n.5, p. 28-49, 1992.
- FOUREZ, G. **Alfabetización científica y tecnológica**. Buenos Aires: Colihue, 1994.
- FOUREZ, Gerard. Crise no Ensino de Ciências? **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre – Instituto de Física da UFRGS, v.8, n.2, ago. 2003.
- FRACALANZA, A.P. O que sabemos sobre os livros didáticos de Ciências no Brasil. 1992. 293f. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação – UNICAMP, Campinas, 1992.

FRACALANZA, A.P. Conflitos na Apropriação da Água na Região Metropolitana de São Paulo. 2002. 217p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2002.

FRACALANZA, A.P. Produção social do espaço e degradação da água na região metropolitana de São Paulo. São Paulo: **II Encontro da Associação Nacional de Pós Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade** – ANPPAS, 2004

_____. **O ensino de ciências no Brasil**. In: FRACALANZA, Hilário; MEGID NETO, Jorge (orgs.). O livro didático de ciências no Brasil. Campinas: Komedi, 2006.

_____. **Livro didático de ciências: novas ou velhas perspectivas**. In: FRACALANZA, Hilário; MEGID NETO, Jorge (orgs.). O livro didático de ciências no Brasil. Campinas: Komedi, 2006

FRANCO, M. A. S. Pesquisa-ação e prática docente: articulações possíveis In: Pimenta, S. G. e Franco, M. A. S (orgs.). **Pesquisa em educação**, Possibilidades investigativas/formativas da pesquisa-ação, v.1, São Paulo: Loyola, 2008.

FREIRE, P. **Pedagogia da esperança. Um reencontro com a Pedagogia do oprimido Rio de Janeiro**. Paz e Terra. 1997, 127 p.

_____. **Pedagogia do oprimido**. Paz e Terra. Rio de Janeiro, 1987. 107p.

_____. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2010.

GARCEZ, L.N.; ALVAREZ, G.A. **Hidrologia**. Editora Edgard Blucher Ltda. São Paulo: SP. 1988.

GAYDECZKA, B. A importância da leitura da imagem no ensino. **Educação em Revista**. Belo Horizonte. v.29, n.3; p. 335-344. 2013.

GODOI, C.K.; FREITAS, S.M.F.; CARVALHO, T.B. Motivação na aprendizagem organizacional: construindo as categorias afetiva, cognitiva e social. **RAM, Rev. Adm. Mackenzie (Online)** [online], vol.12, n.2, pp. 30-54, 2011.

GOHM, M.G. **Educação não-formal e cultura política. Impactos sobre o associativismo do terceiro setor**. São Paulo: Cortez, 1999.

GOODLAND, R.J.A. Environmental Priorities for Financing Institutions. **Environmental Conservation**. v.19, p. 9-21, 1992.

GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. Degradação Ambiental. In: CUNHA, S.B. **Geomorfologia e meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 337-339, 1996.

HARTMAN, D.M. **Global Physical Climatology**. New York. Departamento of atmosphere sciences. University Washington. 1994. 408 p.

HODSON, D. Hacia um Enfoque más Crítico del Trabajo de Laboratório. **Enseñanza de las Ciências**, Barcelona, v. 12, n.3, p. 299-313. 1994.

HURD, P.D. Scientific Literacy: New Minds for a Changing World. **Science Education**, v.82, n.3, p. 407-416, 1998.

Instituto Socioambiental Chico Mendes. Educação socioambiental. O caminho para a sustentabilidade. Disponível em: <institutochicomendes.org.br/anuario/?page_id=1332>. Acesso em: 22 jan. 2016.

JACOBI, P. Educação ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 233-250, 2005.

_____ Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 118, p. 189 -205, 2003.

JACOBI, P.R., TRISTÃO, M., FRANCO, M.I.G.C. A função social da educação ambiental nas práticas colaborativas: Participação e engajamento. **Caderno Cedes**, Campinas, v.29, n.77, p. 63-79, jan/abr. 2009.

JANES, J. Rios e saúde na cidade de São Paulo, 1890-1940. **Revista Histórica**, n.11, p.09-15, jun-ago, 2003.

JANES, J. Rios e várzeas na urbanização de São Paulo, 1890-1940. **História e Perspectiva**, Uberlândia, n.47, p.103-124, jul-dez, 2012.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P., BUGALLO RODRÍGUEZ, A. E DUSCHL, R.A., ““Doing the Lesson” or “Doing Science”: Argument in High School Genetics”, **Science Education**, v.84, p.757-792, 2000.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P. La Catástrofe del Prestige: Racionalidad Crítica versus Racionalidad Instrumental, **Cultura y Educación**, v.16, n.3, p. 305-319, 2004.

JUSTEN, R. & CARNEIRO, C.D.R. Importância dos trabalhos de Campo na disciplina geografia: Um olhar sobre a prática escolar em Ponta Grossa (PR). **10º Encontro Nacional de Prática de Ensino em Geografia (ENPEG)**. Porto Alegre: 2009.

KERN, E. L., CARPENTER, J. R. Effect of field activities on student learning: **Jour. of Geol. Education**, v. 34, p. 180-183, 1986.

KOBASHIGAWA, A.H.; ATHAYDE, B.A.C.; MATOS, K.F. de OLIVEIRA; CAMELO, M.H.; FALCONI, S. Estação ciência: formação de educadores para o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. In: **IV Seminário Nacional ABC na Educação Científica**. São Paulo, p. 212-217, 2008. Disponível em: <http://www.ciencia.iao.usp.br/dados/smm/_estacaocienciaformacaodeeducadoresparaensinodocienciasnasseriesiniciaisdoensinofundamental.trabalho.pdf>. Acesso em: 27 de out. de 2014.

KRASILCHIK, M. **O Professor e o Currículo das Ciências**. São Paulo : E.P.U./EDUSP, 1987.

KRASILCHIK, M. Caminhos do ensino de ciências no Brasil. In: **Em Aberto**. Brasília, n. 55, p. 4-8, 1992.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de Ciências e Cidadania**. São Paulo: Moderna, 2004.

KRASILCHIK, M. E MARANDINO, M. **Ensino de Ciências e Cidadania**. São Paulo: Moderna, 2006.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo: EDUSP, 2008.

KRASILCHIK, M.; CARVALHO, L. M.; SILVA, R.L.F. Educação para a sustentabilidade dos recursos hídricos. In: Carlos E. M. Bicudo, José Galizia Tundisi, Marcos C. Barnsley Scheuenstuhl. (Org.). **Águas do Brasil - Análises Estratégicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, v. 1, p. 133-144, 2010.

KRESS, G., OGBORN, J. E MARTINS, I., “A Sattelite View of Language: Some lessons from science classrooms”, **Language Awareness**, v.7, n. 2, 69-89, 1998.

LAUGKSCH, R.C. Scientific Literacy: A Conceptual Overview. **Science Education**, v.84, n.1, p. 71-94, 2000.

Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 – Institui a Política Nacional de Recursos hídricos.

Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 – Dispõem sobre a proteção da vegetação nativa.

- LEMKE, J.L. Investigar para el Futuro de la Educación Científica: Nuevas Formas de Aprender, Nuevas Formas de Vivir. **Enseñanza de las Ciencias**, v.24, n.1, p. 5-12, 2006.
- LEWIN, K. Action research and minority problems. **Journal of Social Issues**, n. 2, p.34-36. 1946.
- LEWIN, A. M. F.; LOMÁSCOLO, T. M. M. La metodología científica em la construcción de conocimientos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.20, n.2, p.147-154. 1998.
- LIMA, O.A.L. Geosistemas e recursos hídricos: água subterrânea no estado da Bahia. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v.13, número especial, p. 391-402, 2003LIMA, W.P. **Princípio de Manejo de Bacias Hidrográficas**. Piracicaba: ESALQ/USP. 1976. 143p.
- LIMA, W.P. O papel hidrológico da floresta na proteção dos recursos hídricos. Congresso Florestal Brasileiro, Olinda. IN: **Silvicultura**, v.41, p.59-62, 1986.
- LIMA, W.P.; ZAKIA, M.J.B. Hidrologia de Matas Ciliares. IN: **Matas Ciliares – Conservação e Recuperação**, EDUSP/FAPESP, p. 33-44, 2000.
- LOPES, L. A.. **Desenvolvimento Sustentável: Uma Análise do Álcool como Alternativa Energética**. Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp. Campinas, 1999.
- LORENZETTI, L. E DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.3, n.1, p. 37-50, 2001.
- LORIERI, M. A. **Filosofia: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.
- LOUREIRO, C. F. B. Educação ambiental transformadora. In: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Identidade da educação ambiental brasileira**. Org. Philippe Lay-rargues. Brasília, p.65-84, 2004.
- MACHADO, A.A.S.C. A água e a biosfera: o ciclo biogeoquímico da água. **Revista Indústria da água**, n.20, a.5, p.7-13, 1996.
- MACIEL, L.S.B., DOMINGUES, A.L. A água e seus múltiplos enfoques no ensino de ciências no nível fundamental. **Acta Scientiarum, Maringá**, v.23, n.1, p.183-195, 2001.

MALDANER, O.A. **A formação inicial e continuada de professores de química: professor/pesquisador**. Ijuí: UNIJUÍ, 2000.

MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H.F. **Reuso de água**. São Paulo: Manole, 2003.

MANTOVANI, W.; ROSSI, L.; ROMANIUC NETO, S.; ASSAD-LUDEWINGS, J.Y.; WANDERLEY, M.G.L.; MELSO, M.M.R.F.; TOLEDO, C.B. Estudo fitossociológico da mata ciliar em Mogi Guaçu, SP. IN: BARBOSA L.M. (Coord.) **Simpósio sobre Mata Ciliar**. São Paulo, Fund. Cargill, p. 235-267. 1989.

MANTOVANI, M.S.M; MASSAMBANI, O. **Ciência e Tecnologia no Parque**. São Paulo, EDUSP, 2004. 136p.

MANTOVANI, M.S.M.; MASSAMBANI, O. Parque CienTec - **Parque de Ciência e Tecnologia da USP: Restauração do conjunto arquitetônico de importância histórica para abrigar atividades de difusão da ciência e da tecnologia**. São Paulo, EDUSP, 2004. 104p.

MARANDINO, M. (org.). **Educação em Museus: a mediação em foco**. São Paulo: Geenf / FEUSP, v.1, 2008. 48 p.

MARANDINO, M. Interfaces na Relação Museu-Escola. **Cad.Cat.Ens.Fís.**, v. 19, n,1, p. 85-100, 2001.

MARSULO, M.A.G. Corpo humano: ideias de corpo complexo no ensino reflexivo. 2003. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Metodista de Piracicaba, São Paulo, 2003.

MARSULO, M. A. G. e SILVA, R. M. G. Os métodos científicos como possibilidade de construção de Conhecimentos no ensino de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Minas Gerais: Uberlândia, v.4, n.3, 2005.

MARTINS, I. et al. Explicações, representações visuais e retórica na sala de aula de ciências. In: **ENCONTRO SOBRE TEORIA E PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS**, Belo Horizonte, Ed. da UFMG, p. 129-138, 1997.

MARTINS, I.; GOUVÊA, G.; PICCININI, C. Aprendendo com imagens. **Ciência e Cultura, Campinas**, v. 57, n. 4, p. 38-40, 2005.

MATTHEWS, Michael, R. História, filosofia y enseñanza de las Ciências: la aproximación actual. **Enseñanza de las Ciências**. Sevilla, n.2, v.12, p. 255-277, 1994.

MÁRQUEZ, C., IZQUIERDO, M. E ESPINET, M., Comunicación multimodal en la clase de ciencias: El ciclo del agua, **Enseñanza de las Ciências**, v.21, n. 3, 371-386, 2003.

MASSABKI, P.H.B. Centros e Museus de Ciência e Tecnologia. São Paulo, 2011, 277p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.

MASSABKI, P.H.B. "O Parque de Ciência e Tecnologia da USP: situado na zona de patrimônio histórico e cultural do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga." *Anais: Seminário de Áreas de Preservação Permanente Urbanas 2* (2013).

MEDINA, M.; SANMARTIN, J. El programa Tecnología, Ciencia, Natureza y Sociedad. In: ____; _____. **Ciencia, Tecnología y Sociedad: estudios interdisciplinarios em la Universidad, en la Educación y en la Gestión Pública**. Barcelona: Anthropos, cap. 1, p.114-121, 1990.

MEMBIELA, P. Sobre La Deseable Relación entre Comprensión Pública de La Ciência y Alfabetización Científica. **Tecné, Episteme y Didaxis**, n.22, p. 107-111, 2007.

Ministério do Meio Ambiente, águas subterrâneas, 2003. Disponível em: www.mma.gov.br, acesso em 01 out. 2014.

MENDES, B.; OLIVEIRA, J. F. S. **Qualidade da água para consumo humano**. Lisboa-Porto-Coimbra: Lidel, 2004.

MENEZES, P. **A trama das imagens**. São Paulo: EDUSP, 1997.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio Ciências humanas e suas tecnologias**. Brasília, v.3, 2006. 133 p.

MONCEAU, G. Transformar as práticas para conhecê-las: pesquisa-ação e profissionalização docente. In: **Educação e Pesquisa**, São Paulo: FEUSP, v.31, n.3, set./dez, 2005.

MONTEIRO, S.B. Pesquisa-ação e produção de conhecimentos na formação docente. In: Pimenta, S. G. e Franco, M.A. S. (orgs.). **Pesquisa em educação**. Possibilidades investigativas/formativas da pesquisa-ação, São Paulo: Loyola, 2008.

MONTEIRO, R.; GOUVÊA, G.; SÁNCHEZ,C. A abordagem CTSA sob a perspectiva dos temas geradores em Freire para a formação continuada de professores de ciências: um campo

de conflitos simbólicos na região de Angra dos Reis. **REMPEC – Ensino, Saúde e Ambiente**, v.3, n.2. p.155-166, ago., 2010.

MORTIMER, Eduardo Fleury. H₂O= Água? O Significado das formulas químicas. **Química Nova na Escola**, n 3, p.19-21, maio, 1996.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. Trad. Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya; revisão técnica de Edgard de Assis Carvalho. 8.ed. São Paulo: Cortez; Brasília: Unesco. 2003. p.118.

_____. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. Trad. Eloá Jacobina. 9.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p.128.

Nações Unidas (ONU). Disponível em: <https://nacoesunidas.org/?post_type=post&s=desenvolvimento+sustentavel>. Acesso em: 20 dez. 2015.

OSORIO, C.; OSÓRIO, M. La Educación Científica y Tecnológica desde el enfoque en Ciencia, Tecnología y Sociedad. Aproximaciones y Experiencias para la Educación Secundaria. **Enseñanza de la Tecnología / Ensino da Tecnologia**, n. 28, enero-abril, 2002.

OSBORNE, Jonathan. Towards a more social pedagogy in science education: the role of argumentation. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.7, n.1, 2007. Disponível em: <http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/69/62>.

PADILLA, J. Museos y centros de Ciencia en México. In: **50ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência**, Natal, Rio Grande do Norte, 1998.

PASCHKES, M.L.N.A. Terrenos e Especulação. In: **História e Energia**. São Paulo: Departamento de Patrimônio Histórico da Eletropaulo, 1986.

PATACA, E.M. História da Geociências e Meio Ambiente: os trabalhos de campo como agentes articuladores de sequências didáticas na Região Metropolitana de São Paulo. In: **Geociências e Educação Ambiental** [Livro Eletrônico]/ Organização Denise de La Corte Bacci. Curitiba: Editora Ponto Vital, p. 70-84, 2015.

PECHULA, M.R. et al. Considerações sobre o ensino de ciências e a utilização de materiais didáticos midiáticos: possibilidades e limites. **Revista Contrapontos**, v.12, n.2, mai-ago, 2012.

PEREIRA, J. E. D. A pesquisa dos educadores como estratégia para construção de modelos críticos de formação docente. In: Pereira, J. E. D; Zeichner, K. M. (orgs.) **A pesquisa na formação e no trabalho docente**. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

PEREIRA, B. B. Experimentação no ensino de ciências e o papel do professor na construção do conhecimento. In: **Cadernos da FUCAMP**, Brasil, v. 9, n. 11, 2010. Disponível em: <<http://www.fucamp.edu.br/editora/index.php/cadernos/search/authors/view?firstName=Boscoli&middleName=Barbosa&lastName=Pereira&affiliation=FUCAMP&country=BR>> Acesso em: 09 jul. 2014.

PÉREZ GÓMEZ, A. O pensamento prático do professor: a formação do professor como profissional reflexivo. In NÓVOA, **A Os professores e a sua formação**. Lisboa: Publicações D. Quixote, p. 93-114, 1992.

PHILLIPI JUNIOR, A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para o desenvolvimento sustentável**. 2.ed. São Paulo: Manole Ltda, 2008. 842p.

PINHEIRO, N.A.M.; MATOS, E.A.S.A.; BAZZO, W.A. Refletindo a cerca da ciência, tecnologia e sociedade: enfocando o ensino médio. **Revista Iberoamericana da Educación**, n.44, maio-agosto, 2007.

PINTO, M.I.M.B. **Cotidiano e Sobrevivência. A vida do trabalhador pobre na cidade de São Paulo (1890-191)**. São Paulo: Edusp, 1994.

PONTUSCHKA, N. N. et al. **Para ensinar e aprender Geografia**. São Paulo: Cortez, 2007.

REIGOTA, Marcos. **A floresta e a escola: por uma educação ambiental pós-moderna**. São Paulo: Cortez, 1999.

REIGOSA CASTRO, C. E JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P., “La Cultura Científica en la Resolución de Problemas en el Laboratorio”, **Enseñanza de las Ciencias**, v.18, n.2, p.275-284, 2000.

Reis, P. Controvérsias sócio-científicas: Discutir ou não discutir? Percursos de aprendizagem na disciplina de Ciências da Terra e da Vida. 2004. Tese de Doutorado. Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Portugal. 2004.

RICARDO, E.C. Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para a sua implementação no contexto escolar. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, nov., 2007.

RIBEIRO, W.C. Oferta e estresse hídrico na Região Metropolitana de São Paulo. **Estudos Avançados**, v.71, n.25, p. 119-133, 2011.

RIVARD, L.P. E STRAW, S.B., “The Effect of Talk and Writing on Learning Science: An Exploratory Study”, **Science Education**, v.84, n. 4, 566-593, 2000.

ROCHA, G.A. A disputa pela água em São Paulo: Entrevista com Gerônimo Albulquerque Rocha. **Estudos avançados** [online]. v.17, n.47, p. 153-165, 2003.

ROMERA E SILVA, P. A. **Água: quem vive sem?** 2.ed. São Paulo: FCTH/CT-Hidro (ANA, CNPq/SNRH), 2004.

ROSSI, P. **Os filósofos e as máquinas**. São Paulo: Cia. das Letras, 1989.

ROVIRA, M.P.G., SANMARTI, N. Las bases de orientación: um instrumento para enseñar a pensar teoricamente em biologia. Alambique. **Didáctica de las Ciencias Experimentales**, n. 16, p. 8-20, 1998.

SANTOS, M.E. **Mudança conceptual na sala de aula: um desafio pedagógico**. Lisboa: Livros Horizonte, 1991.

SANTOS, M.E.; PRAIA, J.F. Percurso de mudança na didáctica das ciências sua fundamentação epistemológica. In: F. Cachapuz (Ed.) **Ensino de Ciências e Formação de Professores**. Projeto MUTARE - Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro, n.1, p.3-7, 1992.

SANTOS, V. M. N.; COMPIANI, M. Formação de professores: desenvolvimento de projetos escolares de educação ambiental com o uso integrado de recursos de sensoriamento remoto e trabalhos de campo para o estudo do meio ambiente e exercício da cidadania. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. Anais... Bauru: ABRAPEC, 2005.

São Paulo (Município). Câmara Municipal de São Paulo. Relatório final da comissão especial de estudos sobre enchentes. São Paulo: set. 1995.

_____. Prefeitura Municipal de São Paulo. Secretaria de Vias Públicas. Considerações sobre o plano de despoluição do Tietê. São Paulo: VRL Arquitetos Associados, out. 1992.

SASSERON, L. H., CARVALHO, A.M.P. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores de processos. **Investigação em ensino em Ciências**, v.13, n.3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, L. H., CARVALHO, A.M.P. Escrita e desenho: análise das interações presentes nos registros elaborados por alunos do ensino fundamental. **Encontro Nacional de Pesquisa em educação em Ciências**, VII Enpec; 2009.

SASSERON, L. H., CARVALHO, A.M.P. Alfabetização científica: Uma revisão bibliográfica. **Investigação em ensino em Ciências**, v. 16, n.1, p. 59-77, 2011.

SCHÖN, D. A. Formar Professores como Profissionais Reflexivos. In NÓVOA, A. **Os Professores e a sua Formação**. Lisboa: Dom Quixote, p.77-91, 1992.

SEABRA, O.C.L. Enchentes: culpa da light? In: **Eletropaulo. História & Energia**. São Paulo: Departamento de Patrimônio Histórico, v.5, p.64-71, 1995.

SEVERINO, A.J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Editora Cortez, 2012. 304p.

SHEN, B. S. P. Science Literacy. In: **American Scientist**, v. 63, p. 265-268, may.-jun., 1975.

SILVA, R; FRENEDOZO, R.C. Mudanças e simplificações do saber científico ao saber a ensinar: uma análise da transposição didática do ciclo do nitrogênio em livros didáticos de biologia do ensino médio. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência**. Florianópolis: 2009.

SROUR, R. H. **Modo de produção: elementos da problemática**. Rio de Janeiro: Graal, 1978.

TAMAIIO, I. **A Mediação do professor na construção do conceito de natureza**. Campinas, 2000. Dissert.(Mestr.) FE/Unicamp.

TAMAIIO, I. **O professor na construção do conceito de natureza uma experiência de educação ambiental**. São Paulo: Annablumme: WWF, 2002.

TAPIA, J. A.; FITA, E. C. **A motivação em sala de aula: o que é, como se faz**. São Paulo: Edições Loyola, 1999.

- TEIXEIRA, F.M., “Fundamentos Teóricos que Envolvem a Concepção dos Conceitos Científicos na Construção do Conhecimento das Ciências Naturais”, **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.8, n.2, dezembro, 2006.
- TEIXEIRA, L. M. G.; COMPIANI, M.; NEWERLA, V. Observação e produção de textos a partir de imagens geocientíficas. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 1, n. 1, p. 41-46, 2006.
- TEODORO, V. L. I.; et al. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, Araraquara, n. 20, p. 137-157, 2007.
- THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-ação**, São Paulo: Cortez, 18ª. Edição, 2011.
- TILLOTSON, J. W. Studying the game: action research in science education. **The Clearing House**, v. 74, n. 7, p. 131-135, set./out. 2000.
- TOLEDO, Benedito L. Uma Reflexão sobre o Patrimônio Histórico Cultural do IAG no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga – PEFI. In: **A USP no PEFI – Subsídios para o estudo de sua utilização pós-mudança do IAG para a CUASO**, v.1, 1999.
- TOULMIN, S.E., **Os Usos do Argumento**, São Paulo: Martins Fontes, 2ª. Edição, 2006.
- TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educ. Pesqui.** [online], v.31, n.3, p. 443-466, 2005
- TUCCI, C.E.M. Águas no meio urbano, p.399-432. In: Rebouças, A.C.; Braga, B.; Tundisi, J.G. **Águas doces no Brasil**, São Paulo: Escrituras, 3ª. Edição, 2006.
- TUCCI, C.E.M. Águas urbanas. **Estudos avançados**, v.22, n.63, p.1-16, 2008.
- TUNDISI, J.G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estud. Av. São Paulo**, v. 22, n.63, 2008.
- TUNDISI, J.G. et al. Conservação e uso sustentável dos recursos hídricos. In: BARBOSA, F.A. (Org.) **Ângulos da água: desafios da integração**. Belo Horizonte: editora UFMG, p. 157-183, 2008.
- VAN-PRAET, M., POU CET, B. Lês Musées, Lieux de Contre-Éducation ET de Partenariat Avec L'École. In: **Education & Pédagogies – dès élèves au musée**. Centre International D'Études Pédagogiques, n.19, 1992.
- VICTORINO, V.I. O ocaso das águas na privatização dos rios: estamos todos a jusante. **Novos Estudos Cebrap**, São Paulo, n. 55, p. 176-194, nov., 1999.
- VIEIRA, V. "Análise de espaços não-formais e sua contribuição para o ensino de ciências". Tese de doutorado, do programa de pós-graduação do IBqM, UFRJ. 2005.

VIVEIRO, A.A. ; DINIZ, R.E.S. Atividades de campo no ensino das ciências e na educação ambiental: refletindo sobre as potencialidades desta estratégia na prática escolar. **Ciência em Tela**. v.2, n.1, 2009.

WALKS, L. Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos intelectuales. In: Medina, M.; Sanmartin, J. **Ciencia, tecnología y sociedad, estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública**. Barcelona: Anthropos, p.42-75, 1990.

WEISSMANN, H. **Didática das Ciências Naturais: contribuições e reflexões**. Porto Alegre: ARTMED, 1998.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

Apêndices

Apêndice 1 – Carta de Anuência

CARTA DE ANUÊNCIA PARA AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA: Água e urbanização na cidade de São Paulo: propostas de ensino no Parque CienTec para o ensino fundamental II

Ilmo Sra. Prof. Dr. Kelly Nammoura Martins

Solicitamos autorização institucional para realização da pesquisa intitulada **Água e urbanização na cidade de São Paulo: propostas de ensino no Parque CienTec para o ensino fundamental II** a ser realizada no *Colégio Santa Edwiges*, pelo *aluna de pós-graduação Alline Soler*, sob orientação do *Profa. Dra. Ermelinda Moutinho Pataca*, com o(s) seguinte(s) objetivo(s):

1. Mostrar a importância da utilização dos espaços não formais de ensino na construção de conhecimentos dos alunos.
2. Demonstrar através de registros como escrita, desenhos e fala como os alunos constroem seus conhecimentos sobre a temática abordada: A água e a urbanização de São Paulo.
3. Expor a importância de abordar o tema água e urbanização ainda no ensino fundamental.
4. Indicar a pesquisa ação como uma metodologia atual e versátil para ser utilizadas por diversos educadores para repensar e modificar as suas metodologias de ensino.
5. Utilizar as concepções de CTSA para a elaboração da sequência didática, estimulando a construção de cidadãos mais participativos e ativos na sociedade atual.

Necessitando, portanto, ter acesso aos dados a serem colhidos durante as aulas de ciências, ministradas pela própria aluna de pós-graduação em forma de desenhos, escritas, esquemas e falas gravadas dentro da instituição, além das fotos e produções realizadas no trabalho de campo no Parque CienTec da USP. Ao mesmo tempo, pedimos autorização para que o nome

desta instituição possa constar no relatório final bem como em futuras publicações na forma de artigo científico.

Ressaltamos que os dados coletados serão mantidos em absoluto sigilo de acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS/MS) 466/12 que trata da Pesquisa envolvendo Seres Humanos. Salientamos ainda que tais dados sejam utilizados tão somente para realização deste estudo.

Na certeza de contarmos com a colaboração e empenho desta Diretoria, agradecemos antecipadamente a atenção, ficando à disposição para quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessária.

São Paulo, 10 de dezembro de 2014.



Prof. Aline Soler

Pesquisadora Responsável pelo Projeto

Orientação: Ermelinda Moutinho Pataca

Concordamos com a solicitação () Não concordamos com a solicitação

Prof. Dra Ermelinda Moutinho Pataca

Kelly Nammoura Martins

Diretoria da Instituição onde será realizada a pesquisa
Colégio Santa Edwiges

Kelly Nammoura Martins

Diretora

RG:27.596.700-0



**Construindo
Conhecimentos sobre:**

**O ciclo da água
e a
Urbanização da
Cidade de São Paulo**

Nome: _____

Turma: _____

Professora responsável: Aline Soler

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO

NOME:

ENDEREÇO:

TELEFONE DA RESIDÊNCIA:

Telefones para contato (não residencial)

PAI:

MÃE:

OUTRO:

Visita ao Parque CienTec da USP

Parque CienTec USP

Avenida Miguel Stéfano, 4200.

Água Funda - SP

CEP: 11440 - 534 - Telefones (11) 5077-6312

NORMAS DE SEGURANÇA

A excursão ao Parque CienTec será de **estudo**, com o objetivo de estimular a construção individual e coletiva de conhecimento, possibilitando, ao mesmo tempo, momentos de integração entre professor e alunos. Para garantir uma excursão séria e agradável, apresentamos as regras que deverão ser seguidas por todos:

- Respeite a si próprio, o outro, as comunidades, o ambiente que o cerca e o patrimônio histórico-cultural da região visitada.
- Ao conversar com as pessoas, seja educado, cordial e respeitoso.
- Respeite o horário estabelecido para a realização de todas as atividades.
- Não serão permitidas atitudes que coloquem em risco a segurança pessoal e do grupo.
- Estão proibidas as brincadeiras e atitudes que levem à agressividade.
- Nunca se separe ou distancie do grupo durante as atividades e siga sempre as orientações dos professores/monitores.
- Os professores são pontos de referência para todas as atividades.
- Todo e qualquer material é de inteira responsabilidade do aluno.
- Deverá ser evitado, durante as saídas, o uso de objetos caros e, principalmente, de valor sentimental.
- Fique atento e cumpra as regras dos lugares que estiverem nos recebendo.
- Não jogue lixo no chão. Se não encontrar um cesto guarde-o no bolso até encontrá-lo.
- Não levem alimentos perecíveis.

SANÇÕES

Caso o(s) aluno(s) apresente(m) comportamento inadequado e não respeite(m) as normas acima:

1. Advertência oral
2. Advertência escrita
3. Suspensão do próximo Estudo do Meio
4. Interrupção do Estudo de Meio para alunos cujas atitudes coloquem em risco a sua segurança e/ou a dos colegas.

Obs.: As sanções não ocorrerão necessariamente nesta ordem!

CADERNO DE CAMPO

Este é seu CADERNO DE CAMPO que vai acompanhá-lo durante a excursão ao Parque CienTec da USP.

Neste caderno você terá todos os registros de sua excursão para poder consultar sempre que quiser mostrar para seus familiares e amigos e recordar de momentos únicos com sua turma no ano de 2014.

Para isso deverá fazer anotações, observações e desenhos sobre o que está aprendendo durante o estudo.

Cuide bem deste caderno de campo, certo? Preencha todos os espaços com as informações solicitadas e faça desenhos bonitos e caprichados. Conto com seu empenho e dedicação neste estudo!!!

OBJETIVOS

Gerais: * Conhecer a história do Parque CienTec como parte do Parque Estadual Fontes do Ipiranga.

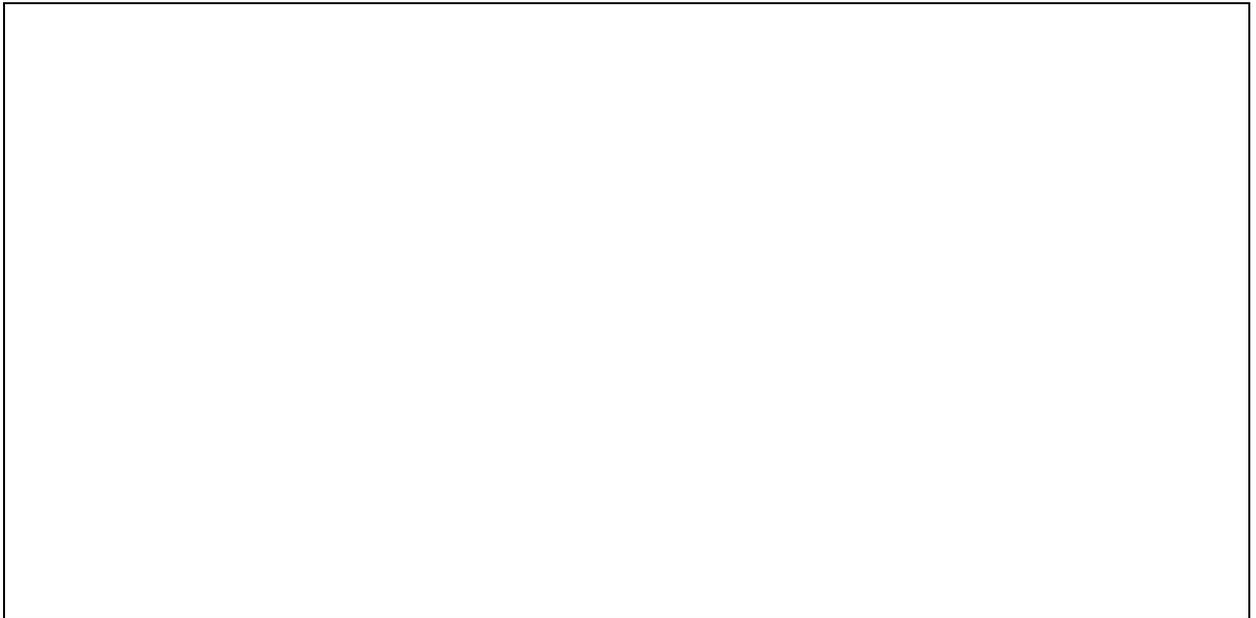
- Reconhecer a importância do ciclo da água para a manutenção da vida em nosso planeta e como ele ocorre no meio urbano.

Específicos: * Conhecer a importância da conservação e manutenção dos mananciais da região e transpor o conhecimento para a região da Represa do Guarapiranga.

- Conhecer a estação meteorológica existente no parque e levantar a sua importância para o conhecimento e manutenção do ciclo da água nas regiões urbanas como São Paulo.
- Reconhecer e refletir a utilização da água nos aspectos como recurso hídrico e como bem natural, compreendendo a sua importância de maneira global.
- Reconhecer os impactos causados pela urbanização nos ciclo da água.
- Visualizar e retomar discussões acerca da importância da mata ciliar, do reflorestamento, do uso e ocupação do solo, da erosão e do assoreamento dos rios, discutindo a forma de ocupação da região do Parque CienTec.
- Reunir os conhecimentos construídos para compreender o período de escassez que está ocorrendo na cidade de São Paulo.

Concluindo o aprendizado no Campo: Parque CienTec

Durante a excursão aprendemos a importância da conservação dos mananciais e também revemos o aprendizado sobre o ciclo da água. Nessa parte faça uma conclusão sobre quais interferências ocorrem no ciclo da água devido às ações do homem no processo de urbanização. Aqui você pode utilizar um texto escrito, esquema ou desenho para representar o seu aprendizado.



Apêndice 3 – Avaliação Mensal de Ciências



São Paulo, _____ de _____ de 2014.

Nome: _____

Número: _____

Nota: _____

Avaliação bimestral – Quarto Bimestre – 6 Ano

Orientações:

- A prova deve ser realizada a caneta e com letra legível.
- Serão descontados erros de português como os de acentuação, concordância nominal e verbal.
- Cada questão vale 1,0 ponto, totalizando 10 pontos a prova inteira. A não realização de uma questão causa a perda do ponto referente à ela.
- Se o aluno for pego utilizando qualquer material de consulta na prova, ou conversar durante a mesma, perde o direito de realizá-la e tira ZERO na avaliação referente, não podendo realizar prova substitutiva.

1. Faça um desenho que represente o ciclo da

2. Explique como a água da natureza chega a sua casa:

3. Que medidas podemos tomar para economizar água?

4. Como a urbanização interfere no ciclo da água?

5. A água transparente e inodora é potável?

6. Porque estamos passando por um racionamento na cidade de São Paulo?

7. Quais são os reservatórios de água na natureza?

Apêndice 4 – Sequência didática

Aula 1 – Conhecendo o Ciclo da água

Essa aula é constituída por duas aulas de 50 minutos. Na primeira parte serão levantados os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao ciclo da água com perguntas direcionadas sobre o tema; na segunda parte será mostrada uma animação sobre o ciclo da água e discutido os aspectos cíclicos dele.

Nessa aula o objetivo é estimular os alunos a conhecerem o ciclo da água, mostrando de forma didática como ocorre a circulação da água em nosso planeta. Como estamos tratando da temática da água associada à urbanização da cidade de São Paulo, é fundamental que os alunos conheçam o ciclo da água para compreenderem porque a urbanização causa impactos nesse ciclo biogeoquímico essencial para a vida, além de poderem associar as ações que culminam com a redução da quantidade da água de boa qualidade para a população.

Para iniciar a aula, organizei o grupo de alunos em uma grande roda para que todos pudessem participar da mesma forma e eu como professora da turma instiguei e estimei os alunos a expressarem os seus conhecimentos prévios em relação ao ciclo da água, gravei e tomei nota sobre suas falas e conhecimentos. Antes de iniciar a atividade orientei os alunos para que falassem cada um de uma vez e que evitassem conversas paralelas, facilitando a gravação e a participação de todos. Estimei a exposição de seus conhecimentos prévios com algumas perguntas como:

- O que é o ciclo da água?
- Como o ciclo da água acontece no campo? E na cidade?
- Onde encontramos a água na natureza? Onde encontramos água nas cidades?
- De onde vem a água que usamos em casa?
- Como a água que usamos para as nossas atividades diárias e para beber volta para a natureza?

Depois de expostos tais conhecimentos, anotados e discutidos, levei os alunos à sala de multimídia da escola e utilizei a exposição de um objeto educacional do MEC sobre o ciclo

da água, disponível em:

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/5033/open/file/index.html?sequencia=8>

Essa animação inicia-se com a descrição sobre o ciclo da água, logo depois apresenta as animações de como ocorrem a evaporação e transpiração de plantas e animais, após essas ações inicia-se a explicação do fenômeno de sublimação, condensação e a formação das nuvens, a precipitação e as suas formas como chuva, neve ou granizo, terminando com a explicação da reposição da água em mares, rios e lagos e também dos escoamentos e reposição da água subterrânea. A proposta da utilização dessa animação é fazer com que os alunos consigam compreender como ocorre o ciclo da água em nosso planeta e como esse ciclo é importante para a manutenção da vida em nosso planeta. Os alunos também interagiram com a animação clicando em links de saiba mais sobre o assunto, conhecendo outras informações relacionadas ao ciclo da água. Selecionei como recurso a animação por ser mais dinâmica e interativa, chama a atenção dos alunos devido as suas idades.

Após a discussão e a visualização da animação os alunos receberam uma folha de papel sulfite e receberam a seguinte orientação: Desenhe e escreva o que entendeu sobre o ciclo da água. Esse material produzido foi recolhido para a realização de uma análise comparativa no final da sequência didática. Os alunos também utilizaram de apoio à figura 5, presente em seus livros didáticos, que fala sobre o ciclo hidrológico.

Registro: Gravação dos discursos produzidos pelos alunos no levantamento dos conhecimentos prévios sobre o ciclo da água.

Avaliação: Análise dos discursos e do conhecimento prévio sobre o ciclo da água. Análise dos desenhos sobre a compreensão do ciclo da água.

Aula 2 – Os impactos da urbanização de São Paulo no ciclo da água

Essa aula é constituída por duas aulas de 50 minutos. Na primeira parte foi apresentado o vídeo Entre Rios: A urbanização de São Paulo. Na segunda parte foram discutidos os aspectos da urbanização no ciclo da água e os alunos elaboraram um pequeno texto com as próprias percepções sobre o tema abordado.

Para esta aula selecionei o vídeo Entre Rios: A urbanização de São Paulo, que foi projetado na sala de multimídia da escola para que todos os alunos pudessem assistir ao vídeo. Esse vídeo foi selecionado porque mostra no contexto histórico como a má gestão administrativa da cidade de São Paulo acabou fazendo com que o processo de urbanização da cidade causasse impactos nos recursos hídricos, auxiliando aos alunos compreenderem os fenômenos que ocorrem atualmente na cidade. Após visualizar o vídeo foi discutida a interferência da urbanização no ciclo da água e em São Paulo, principalmente em relação ao crescimento da cidade. O vídeo está disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=Fwh-cZfWNlc>

O vídeo discute como nasce a cidade de São Paulo, entre dois rios, o Tamanduateí e o Anhangabaú. Na época em que a cidade nasceu a locomoção era via fluvial, portanto a cidade foi desenvolvida em um local privilegiado. Com o crescimento da cidade de São Paulo, os rios se tornam obstáculos. Com o rápido crescimento da cidade começa a ocorrer vários problemas entre eles sanitários, o esgoto é despejado nos rios o que causa mau cheiro na cidade, além dos rios se tornarem um problema para o crescimento da cidade. Uma das saídas para diminuir os problemas causados pelos rios foi alterar as suas curvas e encurtar os seus leitos, modificando as características originais dos rios, a partir dessas modificações começam a existir os problemas de enchentes na cidade de São Paulo, principalmente pela população mais pobre que vivia nos locais de cheia, a cidade toma o lugar dos rios e torna seus solos impermeáveis, o que agrava cada vez mais esse problema. O vídeo mostra como a urbanização de São Paulo interfere no ciclo da água, mostrando ao mesmo tempo os prejuízos ambientais e os sociais, interligando as concepções de como a sociedade e a tecnologia podem interferir no meio ambiente e na própria sociedade.

Esse vídeo se torna uma ferramenta didática importante porque ilustra e explica as modificações que foram ocorrendo durante o processo da urbanização da cidade de São Paulo, com o foco científico, cultural e social, integrando diversos conhecimentos para a

compreensão do processo e auxilia no entendimento da temática abordada na sequência didática, porque mostra a interferência dessa urbanização nos recursos hídricos da cidade.

Após a visualização do vídeo discuti junto com os alunos o processo histórico da urbanização da cidade de São Paulo e as interferências que essa urbanização causou a natureza. Durante a exposição levantei aspectos sociais e ambientais dessa modificação, além de discutir os problemas atuais de distribuição de água em São Paulo. Depois da apresentação do vídeo e da discussão do processo histórico de urbanização de São Paulo mostrei um esquema elaborado por Tucci (2006) que mostra o escoamento superficial em áreas urbanas e em áreas naturais, para que os alunos possam compreender o problema de infiltração de água no solo dentro das cidades, levantando os aspectos dos fenômenos das enchentes quando há períodos de chuva e também o fenômeno das secas, como o que está acontecendo atualmente. As imagens de Tucci (2006) possibilitam visualizar porque os lençóis freáticos não conseguem manter a sua quantidade de água e compreender o porquê está havendo a baixa dos níveis de água nas represas de São Paulo. Se não há chuva, não há água para ser absorvida e conseqüentemente não há água para ser infiltradas nos aquíferos nem para reabastecer as represas, mas quando iniciar o período de chuvas a falta de mata nativa e a impermeabilização do solo dificultaram a reposição da água nos lençóis freáticos e represas.

A figura 6 e 7 representam o balanço hídrico em relação à superfície de escoamento nas cidades e na natureza.

Com o vídeo e com as imagens pretendo mostrar aos alunos como a cidade em que eles vivem se desenvolveu e como o crescimento de São Paulo interferiu no ciclo da água. Após a visualização do vídeo abri uma roda de discussão com os alunos para analisar seus pontos de vista em relação aos problemas que a urbanização pode vir a causar ao ciclo da água. Direcionei as discussões realizadas com as perguntas:

1. Como a urbanização da cidade de São Paulo interferiu no ciclo da água nessa região?
2. Porque ocorrem enchentes nas cidades, como em São Paulo, e não ocorrem no campo?
3. Que medidas podem ser tomadas para diminuir o impacto da urbanização no ciclo da água?
4. Existe alguma relação entre a urbanização e a poluição dos rios?

5. Existe alguma relação entre a urbanização e a diminuição dos níveis de água nos reservatórios da cidade de São Paulo?

Registro: Gravação dos discursos produzidos pelos alunos após a visualização do vídeo.

Avaliação: Será solicitado que os alunos produzam um pequeno texto sobre os problemas que a urbanização pode causar no ciclo da água, e serão avaliados os aspectos levantados em cada texto, visando à análise da construção de conhecimentos relacionados a esse tema. Serão analisadas as inter-relações os alunos conseguiram realizar durante a atividade proposta.

Aula 3 – Conhecendo a Represa do Guarapiranga e Discutindo a Crise de água na cidade de São Paulo.

Essa aula é constituída por duas aulas de 50 minutos. Na primeira parte foi lido um texto sobre o histórico da represa do Guarapiranga e assistimos uma reportagem sobre os problemas existentes na Guarapiranga de 2010, que é a represa que supre a região onde os alunos moram, e foram lidos mais dois textos, em formato de reportagens, que falam sobre a crise da água no estado de São Paulo. Na segunda parte da aula os alunos demonstraram as suas percepções sobre os textos lidos e sobre a reportagem assistida em pequenos textos, esquemas e desenhos produzidos por eles.

Os textos utilizados para essa aula foram retirados do site: http://www.espaco.org.br/site_mananciais, e presentes nos anexos dessa dissertação, esse site contém várias reportagens e estudos sobre as represas e mananciais da cidade de São Paulo, além de ter dados importantes sobre os recursos hídricos.

Antes de iniciar o vídeo os alunos expuseram alguns conhecimentos sobre a represa, o que sabiam, como ela era e como está atualmente, quais eram as atividades que realizavam ao redor da represa e como eles viam ela hoje.

O vídeo é uma reportagem que fala sobre os problemas da Guarapiranga está disponível do no site: <https://www.youtube.com/watch?v=dvSMBkSyOx4>. Após a leitura do primeiro texto vimos essa reportagem sobre os problemas existentes na Guarapiranga. A reportagem é de 2010, mas os problemas relatados ainda são observados até hoje nessa represa.

O primeiro texto lido é sobre o histórico da represa Guarapiranga, localizada na região sul do estado de São Paulo. A reportagem produzida pelo site fala do ano que a represa começou a ser construída e quando foi finalizada (1909), a represa foi construída para finalidade energética e depois acabou como a principal fonte de abastecimento da cidade de São Paulo, fornecendo 86,4 milhões de litros de água por dia. Iniciou-se a habitação nas margens da represa e na década de 50 ela já sofria com impactos causados por essa ocupação em seus entornos. Esse primeiro texto selecionado tem o objetivo de fazer com que os alunos conheçam um pouco mais sobre a represa que abastece a região em que moram e os problemas que o crescimento da cidade e a expansão das áreas residenciais causou e ainda

causa a ela. O texto está disponível no link: http://www.espaco.org.br/site_mananciais/?p=207 em anexo 1.

O segundo texto fala que São Paulo sofrerá uma crise de abastecimento de água e que deve estar pronto para essa crise. Discute a disputa do recurso pelos estados de São Paulo e Rio de Janeiro além de falar da utilização do “volume morto” das represas. O texto está disponível no link: http://www.espaco.org.br/site_mananciais/?p=752 em anexo 2.

No terceiro texto fala da Crise da água no Estado de São Paulo. Essa reportagem discute que medidas estão sendo tomadas em relação à diminuição dos níveis de água em nossas represas. Fala do colapso do Sistema Canteira e mau uso dos recursos hídricos, o problema da poluição de destruição da água e o aumento do consumo. Propõe também que haja novas ações sobre os sistemas de abastecimento da cidade de São Paulo. O texto está disponível no link: http://www.espaco.org.br/site_mananciais/?p=780 em anexo 3.

Um novo texto que será acrescentado à discussão e como a gestão pública está administrando os recursos hídricos, mostrando que quando ela não é feita do jeito certo acaba colocando toda a água em perigo, discutiremos quais estão sendo as medidas que nossos governadores estão tomando mediante a situação drástica que a cidade está vivendo. O texto se encontra disponível em: http://www.espaco.org.br/site_mananciais/?p=893 em anexo 4.

Registro: Gravação das discussões sobre as leituras dos textos.

Avaliação: Foi solicitado que os alunos produzissem um pequeno texto com as percepções sobre a valorização do recurso água e sobre seus conhecimentos da Represa do Guarapiranga. Na folha, além do texto, eles poderão utilizar desenhos e outras ferramentas, como esquemas, para demonstrar aos demais colegas o que entenderam sobre a importância de preservar os recursos hídricos e de que maneira podemos prevenir os problemas que envolvem os recursos hídricos na cidade de São Paulo.

Aula 4 – Conhecendo o Parque Estadual Fontes do Ipiranga

Essa aula é constituída por uma aula de 50 minutos onde os alunos conheceram através de leitura e pesquisa o Parque Fontes do Ipiranga localizado na Zona Sul de São Paulo e o processo de urbanização que aconteceu naquela região.

Os alunos entraram nos computadores ligados em rede na escola e pesquisaram sobre a história do Parque Estadual Fontes do Ipiranga. Para a pesquisa utilizamos o próprio site do parque, hospedado no link: <http://www.condepefi.sp.gov.br/>. Foi solicitado aos alunos que fizessem pequenas anotações para uma exposição posterior em grupo.

O Parque Estadual Fontes do Ipiranga surge no século XIX a partir da lei que autorizava o reforço de abastecimento de água em São Paulo, que declarou como utilidade pública os terrenos da Bacia do Ribeirão Ipiranga, que na época pertencia a diversos proprietários. O parque evidenciava as suas riquezas naturais. A função de abastecimento de água findou-se na década de 1930 com a reformulação dos sistemas de abastecimento de água para o município.

O histórico do desenvolvimento do Parque Estadual Fontes do Ipiranga, mostra que a região do Parque foi utilizada para o desenvolvimento de vários centros de pesquisa como o Departamento de Botânica e o Instituto Astronômico e Geofísico, criados em 1946; em 1957, instala-se no parque o Hospital Psiquiátrico e o Departamento de Assistência aos psicopatas, em 1958 é criada a Fundação Parque Zoológico de São Paulo; em 1972 é criado o Parque Simba Safari; em 1975 é criado o Instituto Geológico. Em 2001, o Instituto Astronômico e Geofísico passou a se denominar Parque de Ciência e Tecnologia da USP, conhecido atualmente como Parque CienTec da USP. O Parque CienTec é rico em diversidade natural que são fundamentais para o desenvolvimento de conhecimentos na área da botânica e zoologia.

Registro: Anotações dos alunos sobre o que aprenderam sobre o histórico do Parque Estadual Fontes do Ipiranga.

Avaliação: Recolher as anotações realizadas pelos alunos sobre a pesquisa do processo histórico de urbanização nessa região. Gravar as apresentações feitas em grupo para a análise posterior do áudio.

Aula 5 - Atividade em campo.

Antes de ir a campo, como professora e pesquisadora li o roteiro de estudos, que chamo de Caderno de Campo, com os alunos para que pudessem aproveitar melhor a visita ao Parque CienTec da USP. O caderno é de uso individual de cada aluno e foi recolhido após seu preenchimento para analisar quais foram às construções realizadas pelos alunos.

Antes da visita os alunos assistiram a um vídeo que fala sobre o Parque Estadual Fontes do Ipiranga, disponível no site: <https://www.youtube.com/watch?v=iBQc5YXFqv0>. Esse vídeo tem o intuito de mostrar a composição do PEFI e mostrar que o parque CienTec é uma das partes dele.

Reforço aqui o motivo de não estarmos visitando o Parque da Represa Guarapiranga. A instituição de ensino, na qual estou aplicando a minha sequência didática, não aceitou a visita porque o local apresenta altos índices de acidentes e mortes, principalmente de afogamentos na represa. A escola achou mais prudente só trabalhar no Parque CienTec da USP, principalmente porque os alunos são crianças entre 10 e 12 anos de idade, que necessitam de uma atenção redobrada, devido à posição da instituição realizaremos a sequência didática somente no Parque CienTec da USP.

Durante o caminho até o Parque CienTec foram levantados alguns aspectos de urbanização da cidade que podem interferir no ciclo da água e na qualidade desse recurso, levantamos a discussão de como alguns aspectos de desenvolvimento da cidade interferem no ciclo da água, na qualidade dela e na quantidade que chega a casa das pessoas, discutindo principalmente os aspectos que levaram a crise de água na cidade no ano de 2014. Durante esse percurso os alunos realizaram anotações sobre suas observações das características dos espaços naturais e dos espaços urbanos, levantando os aspectos discutidos anteriormente.

No parque, a visita conta com monitores que são alunos da USP em diversos cursos de graduação, dura em torno de duas horas, e no nosso caso vamos focar o tema água. Antes de iniciarmos a atividade, conversei com o monitor sobre o objetivo da atividade em campo, para que ele pudesse direcionar as falas e o percurso para auxiliar na construção do conhecimento dos alunos. Passamos na trilha ecológica que fala sobre o ciclo da água e a importância de conservar os mananciais da região, além de discutirmos a importância da conservação da

bacia hidrográfica da região, também visitamos a estação meteorológica presente no parque. Durante a trilha o monitor levantou aspectos importantes sobre a vegetação local, a conservação dela para os corpos d'água, também mostrou quais são vegetações nativas e quais eram introduzidas pelo homem. Em vários momentos durante a visita foram levantados os aspectos de conservação e manutenção da água.

Os alunos tiveram um momento para preencher algumas informações durante a visita e terminar o preenchimento dos cadernos de campo ao término dela.

Registro: Foi feito na forma de fotografias de alguns momentos durante as atividades realizadas na visita e gravação de alguns momentos de interação entre o grupo, o professor e o monitor do parque.

Avaliação: Análise das produções verbais e do preenchimento do caderno de campo e das atividades realizadas em campo.

Aula 6 – Construindo conhecimentos sobre a temática: ciclo da água e a Urbanização da cidade de São Paulo.

Essa aula é constituída de três aulas de cinquenta minutos cada. Estimulei a construção dos conhecimentos individuais e coletivos dos alunos sobre a importância da água e levantei uma discussão sobre os aspectos da interferência da urbanização no ciclo da água. Nesse momento integrei os conhecimentos construídos durante toda a sequência didática e analisei os ganhos dessa construção.

Para estimular essa construção retomei com os alunos alguns conhecimentos e situações vividas na saída de campo e durante a sequência didática. Esse levantamento dos aspectos já vistos foi registrado na forma de gravação do áudio. Para a discussão com os alunos levantei aspectos da importância de se conhecer o ciclo da água e de entender como a urbanização pode interferir nesse processo. Aqui os alunos colocaram seus conhecimentos e suas construções durante nosso percurso.

Realizamos algumas atividades para analisar a construção do conhecimento de nossos alunos. Analisamos essas construções através de algumas expressões que se deram de algumas formas proposta:

1. Discussão sobre o que aprenderam com a sequência didática e a saída a campo.
2. A elaboração de um pequeno texto que mostre a interferência da urbanização no ciclo da água.

A discussão inicial será orientada com perguntas como:

1. O que você aprendeu sobre o ciclo da água?
2. Como a urbanização da cidade de São Paulo interfere no ciclo da água?
3. Quais são os aspectos negativos da urbanização para o funcionamento desse ciclo?
Quais problemas causam a sociedade?
4. Destaque alguns aspectos dos problemas que a urbanização causa ao ciclo da água?

5. Levante alguns aspectos de estarmos com problemas no abastecimento de água na cidade de São Paulo?
6. O que podemos fazer para que não haja mais situações de racionamento de água na cidade de São Paulo?

Registro: gravação das discussões.

Avaliação: Produção e construção de conhecimentos individuais e coletivos através da produção dos discursos e textos produzidos pelos alunos. Através das informações recolhidas compararei as produções pré campo e pós campo realizadas pelos alunos levantando os aspectos de construção de concepções e conhecimentos científicos realizados por esses alunos.

Aula 7 – Analisando as construções sobre a temática através da avaliação mensal.

Essa aula é constituída de uma única aula de cinquenta minutos. Ela foi separada pela instituição escolar para a aplicação da avaliação bimestral. A avaliação bimestral deles está baseada na temática abordada em toda a sequência didática, a água e a urbanização da cidade de São Paulo, e conta como a sétima aula da nossa sequência didática.

A avaliação bimestral dos alunos foi elaborada com 10 questões que abordavam a temática do ciclo da água e a urbanização da cidade de São Paulo, as questões eram simples e abordavam os principais tópicos discutidos durante toda a sequência didática. A prova bimestral de ciências que foi aplicada aos alunos encontra-se no apêndice 3 dessa dissertação.

A avaliação é um instrumento de análise da aprendizagem. Podemos qualificar as construções de conhecimentos através das produções realizadas durante toda a sequência didática e também através desse instrumento. A avaliação me possibilitou averiguar como foram as construções realizadas pelos alunos, podendo observar como foram formadas as construções e análises de cada aluno individualmente. As questões da avaliação continham perguntas sobre o ciclo da água, sobre os reservatórios de água na natureza, questões que discutiam sobre a água potável e a economia de água na cidade, questões que questionavam a interferência da urbanização no ciclo da água, questões de identificação da água na natureza e sobre a ela ser um recurso infinito, a última questão que fecha a avaliação, ela pede uma análise do que aprenderam durante o bimestre e durante a atividade realizada em campo, ou seja, durante a visita ao Parque CienTec da USP.

Registro: Produção escrita dos alunos na avaliação bimestral.

Avaliação: Produção e construção de conhecimentos individuais através da produção das respostas produzidas pelos alunos. Através das informações recolhidas compararei as produções realizadas durante toda a sequência didática pelos alunos levantando os aspectos de construção de concepções e conhecimentos científicos realizados por eles.

Após essa aula reuni todos os registros feitos pelos alunos e analisei como se deu a construção do conhecimento nos alunos do ensino fundamental. Ao comparar os momentos pré campo, campo e pós campo, pude analisar o quanto os espaços não formais de ensino podem contribuir na construção de concepções e conceitos, ligados as percepções científicas,

sociais, ambientais e tecnológicas, que são importantes para serem aplicadas em várias esferas das suas vidas e da própria sociedade.

Anexos

ANEXO 1 – TEXTO: Guarapiranga: histórico

Publicado em **4 de setembro de 2011**

A represa da Guarapiranga foi construída através do represamento do Rio Guarapiranga pela Companhia Light & Power com finalidade energética. A construção da barragem foi iniciada em 1906 e terminou em 1909. O lago ficou com um perímetro de 85 km, inundando uma área de 34 km² (3.400 hectares). Na sua parte mais funda, perto da barragem, a profundidade era de 13 m de profundidade, e no restante a média era de 6 m.

A partir de 1928, a represa da Guarapiranga tornou-se a principal fonte de água para abastecimento público de São Paulo, mediante o fornecimento de 86,4 milhões de litros de água por dia (vazão média de 1 m³/s) para a estação de tratamento de água de Teodoro Ramos.

Em 1958, com a construção da estação de tratamento do Alto da Boa Vista, a represa passou a fornecer 9,5 m³/s, tornando obrigatória a elevação do nível da lâmina d'água. Na época das cheias, o reservatório era mantido em níveis bem abaixo do máximo, possibilitando a regularização das enchentes. Quando havia excesso de chuva, eram utilizados os descarregadores de fundo, que são os túneis que ligam a represa ao canal do Pinheiros.

Em 1976 houve uma cheia excepcional. O nível da represa subiu tanto que foi preciso reforçar a barragem com sacos de areia, bem como reformular o sistema de extravasamento de água para que não houvesse transbordamento e inundação da região de Socorro, ou pior ainda, ruísse a barragem. Se isso acontecesse, a área alagada se estenderia até a região da Avenida Brasil.

Eventos históricos também tiveram palco nas águas da Guarapiranga. Digno de nota é o pouso do avião italiano De Penedo na primeira travessia do Atlântico Sul em 1926. A prática de iatismo na represa também merece destaque e vários campeões olímpicos brasileiros fizeram escola nas suas águas.

A tendência de ocupação do entorno da represa foi marcada, na década de 20, por edificações residenciais e clubes, atraídos por ofertas de lazer e pela qualidade da paisagem. Os loteamentos da década de 30 e 40 deram continuidade aos loteamentos com a mesma finalidade, mas com maior oferta de lotes. Nos anos 50 e 60, aumentam as ofertas de loteamentos residenciais. Também eram comuns na região as chácaras, marinas e até instalações religiosas.

Os primeiros alertas para a degradação da qualidade da água e da região da bacia foram feitos na década de cinquenta, quando a Sociedade Amigos de Interlagos já pedia a construção de um coletor (ou interceptor) de esgotos na margem direita.

A partir da década de 70, núcleos urbanos precários começam a se instalar no território, caracterizados por lotes menores, inexistência de infraestrutura e densidades populacionais maiores. No final dos anos 80, a ocupação do entorno já causa impactos na represa. As florações de algas – resultantes da grande quantidade de matéria orgânica proveniente do despejo de esgotos na água – causam entupimentos dos filtros na captação de água e ameaçam o abastecimento de água de três milhões de pessoas. Uma grande mortandade de peixes, noticiada em todos os veículos de comunicação, deu o alerta sobre a saúde da represa.

Naquele momento, o governo estadual iniciou a elaboração de um programa de recuperação ambiental da região. Este programa, conhecido como Programa Guarapiranga, foi implantado durante a década de 90 e contou com recursos do Banco Mundial. Foram investidos mais de US\$ 300 milhões na região, principalmente em redes de esgoto e reurbanização de favelas.

Os investimentos, no entanto, se mostraram insuficientes, uma vez que a qualidade da água piorou ao longo dos anos e a quantidade de água disponível encontra-se cada vez mais comprometida em função dos diversos processos de degradação existentes, entre eles erosão, assoreamento, poluição, desmatamento e retirada de grandes volumes de água da represa para abastecimento.

Com o objetivo de regularizar a vazão da Represa Guarapiranga, que já vinha sendo explorada acima de sua capacidade ao longo dos anos, foi construída a interligação do braço Taquacetuba da represa Billings com o rio Parelheiros, afluente da margem direita da Guarapiranga. O projeto previa a adução de dois mil litros por segundo, em uma primeira

etapa, quantidade que, após a realização de testes para a comprovação de que a transposição traria impactos positivos para a Guarapiranga, poderia dobrar. Em função dos períodos de estiagem dos últimos anos, o Taquacetuba vem sendo usado no máximo de sua capacidade.

ANEXO 2 – TEXTO: Água: agência diz que São Paulo deve estar pronto para ‘tempos muito difíceis’

Publicado em 26 de março de 2014

Presidente-diretor da Agência Nacional de Águas afirma que renovação da outorga do Sistema Cantareira para a Sabesp, em agosto, deverá ter mais regras, e critica bate-boca entre Alckmin e Cabral



Com a pior seca da história, sistema Cantareira está reduzido a menos de 15% de sua capacidade

Por Diego Sartorato, da RBA

São Paulo – Presente a audiência pública da Comissão de Infraestrutura da Assembleia Legislativa de São Paulo, o diretor-presidente da Agência Nacional de Águas (ANA), Vicente Andreu Guillo, afirmou hoje (25) que a renovação da outorga do Sistema Cantareira para a Sabesp, prevista para agosto deste ano, deverá conter mais regras para atender à realidade hídrica de São Paulo, prejudicada desde novembro por uma estiagem atípica durante o verão. “Hoje, há apenas autorização de vazão mínima e máxima de água no Sistema Cantareira, mas

não há regras sobre quando a vazão pode aumentar ou diminuir em diferentes situações de capacidade dos reservatórios. Atualmente, essa é uma decisão política e, durante este período, todo mundo está virando operador de reservatório”, criticou.

Guillo criticou ainda o governo paulista por considerar adiar a renovação da outorga de retirada de água do Cantareira à Sabesp devido à escassez de água. “Essa situação, em que a população está atenta ao tema, deveria ser aproveitada para intensificar os debates públicos sobre a outorga até agosto, inclusive para melhorar as regras da outorga”, propõe. A urgência de abrir o debate sobre o abastecimento de água se dá, principalmente, pela perspectiva de que este será um ano crítico para a região metropolitana de São Paulo. “Estamos terminando a época de chuvas, não há perspectiva de chuvas atípicas e haverá estiagem. Temos de nos preparar para tempos muito difíceis.”

O diretor-presidente da ANA se pronunciou ainda sobre a troca de farpas entre os governadores de São Paulo, Geraldo Alckmin (PSDB), e do Rio de Janeiro, Sérgio Cabral (PMDB), em torno de projeto sugerido pelo tucano de levar para a região metropolitana de São Paulo águas do Rio Paraíba, que também abastece a população fluminense. Ambos afirmaram publicamente que defenderiam as águas de suas respectivas populações.

“Na lei brasileira, há dominância sobre águas, mas isso não significa quem deve cuidar delas. A água é do povo brasileiro”, afirmou. “Estou apreensivo com o tom adotado pelos governadores, porque a única solução é o consenso entre as partes.” Guillo reforçou que são integralmente de domínio estadual os rios que nascem e encontram o mar dentro de um único ente federativo, mas que essa situação é “raríssima”. “Mais cedo ou mais tarde, a água escoar em alguma água federal, que são os rios interestaduais ou de fronteira, o que significa que sempre há impacto a outras populações.”

A disputa em torno de São Paulo, por exemplo, envolve Minas Gerais, onde estão as nascentes dos rios que abastecem o Sistema Cantareira e que já estão nos planos de captação do governo estadual mineiro, e também o Paraná, onde, segundo a ANA, o governo estuda a possibilidade de retirar água do Rio Ribeira. “Fora os conflitos internos. Em São Paulo, você pode tirar água do Rio Paraíba para a região metropolitana, mas como ficam os outros municípios da Bacia PCJ? A região de Campinas já recebe menos do que reivindica. No Rio de Janeiro

também há conflito interno entre a região de Campos e a região metropolitana da capital”, exemplificou.

A situação é agravada pelo momento em que acontece o debate: o Rio Paraíba estará em vazão mínima a partir de abril, quando começa o período de estiagem e é difícil fazer projeções sobre o impacto da retirada de água em uma situação de normalidade. “É necessário que Rio, São Paulo, Minas e Paraná apresentem seus números, seus projetos, e construam um consenso para garantir o abastecimento no futuro”, defende Guillo.

O diretor-presidente da ANA participou do debate ao lado do deputado estadual Alencar (PT-SP), presidente da comissão, de Paulo Massato, diretor metropolitano da Sabesp, e de José Eduardo de Campos Siqueira, diretor da Federação Nacional dos Urbanitários. Massato, falando em nome da presidenta da estatal, Dilma Pena, ausente por motivos de saúde de familiar, defendeu que a situação atual é resultado de um fenômeno climático atípico.

“Existe uma zona de baixa pressão sobre todo o planeta, desde a Austrália e a costa Oeste dos Estados Unidos até aqui. É um fenômeno que causa altas temperaturas e poucas chuvas, o que nos levou à situação atual”, pontuou. De acordo com ele, a estiagem deste ano é a pior da história da região metropolitana, superando a de 1953, que era utilizada pela empresa como modelo para planejamento.

Massato ressaltou que entre 1991 e 2000, havia uma tendência de redução dos habitantes do centro expandido de São Paulo, e que, entre 2000 e 2010, essa tendência se inverteu: as periferias estão crescendo menos, e o centro deixou de diminuir e voltou a acumular habitantes. “Estamos entrando agora nesse novo ciclo, que muda a tendência do consumo de água na região metropolitana”, afirmou, e defendeu os investimentos da Sabesp no período.

As principais ações para o momento, segundo ele, são as campanhas de conscientização, o programa de desconto nas contas de água de quem economiza e a flexibilização do volume mínimo dos contratos fixos – como, por exemplo, o mantido com a prefeitura de Guarulhos, que compra água por atacado da Sabesp e, desde semana passada, sofre com racionamento.

Mesmo com essas ações, no entanto, a expectativa do governo estadual é que os reservatórios úteis do Sistema Cantareira estejam secos até junho, quando começará a ser utilizado o

chamado “volume morto”, água abaixo da captação das bombas. O sistema Cantareira tem cerca de 400 milhões de metros cúbicos de água no volume morto, ou aproximadamente 40% do volume útil, acima das bombas.

ANEXO 3 – TEXTO: A crise da água em São Paulo

Publicado em 15 de abril de 2014

O argumento de que São Paulo tem pouca água deve ser usado com cautela. Tem pouca água porque poluiu e continua poluindo a água que tem

Por Marussia Whately *



Imagem EBC

O cenário de escassez de água em São Paulo está dramático. A situação é grave e previsões apontam para um colapso do sistema Cantareira entre agosto e outubro de 2014. A decisão pelo racionamento esteve até agora com a SABESP, que tem como principal fonte de receitas a venda de água, e ao que tudo indica, vai secar até a última gota os mananciais da região e apostar em chuvas torrenciais durante o período de seca. Vale lembrar que a Sabesp é uma empresa mista, controlada pelo Governo do Estado, fragmentada em unidades de negócios e que teve um lucro líquido de R\$ 2 bilhões ano passado. Por essas e outras, não deveria caber a ela a decisão do racionamento.

O argumento de que São Paulo tem pouca água deve ser usado com cautela. Tem pouca água porque poluiu e continua poluindo a água que tem – vide Guarapiranga, Billings e Rio Tietê. Esse argumento tem servido para novas obras de transposição e aumento da oferta de água na região, inclusive para outros usos que não o residencial. Além do Cantareira, em breve, o Rio São Lourenço, afluente do Rio Ribeira de Iguapé, fará parte das fontes de água para São Paulo. O próximo alvo – anunciado em meio a atual crise – é o Rio Paraíba do Sul, a despeito dos intensos conflitos de uso já existentes naquela região. Para piorar, a perda de água

declarada pela Sabesp é de 25% do que é retirado, o que equivale a Guarapiranga e Billings juntas, ou o abastecimento de 3,7 milhões de pessoas.

O mais próximo da situação atual do Cantareira ocorreu há 10 anos atrás. O ISA fez muita pressão naquela época e acompanhou de perto a negociação da outorga do sistema. Mas de lá para cá, pouco foi feito para usar melhor a água disponível. Ao contrário, o consumo aumentou - e com ele o faturamento da Sabesp - os grandes consumidores residenciais (prédios) continuam com hidrômetros coletivos, o fornecimento em regiões mais carentes sofre interrupções constantes, e os rios continuam poluídos e os esgotos sem tratamento.

O que acontecerá agora? O Governo do Estado e a Sabesp vão adiar ao máximo o racionamento na expectativa de chuvas, a despeito de recomendação expressa da ANA [Agência Nacional de Águas] para adoção imediata de medidas restritivas. Para suprir o Cantareira, os demais reservatórios serão exauridos durante esses meses de seca, com impactos ainda não dimensionados. Como essa água não será suficiente para todos, bairros mais distantes e carentes sofrerão mais, mas outras regiões, como a área central de São Paulo, também deverão ser afetadas.

E o que pode ser feito? Ainda é cedo para afirmar se a seca irá se prolongar em 2014 ou nos anos posteriores, então a curto prazo não resta outra alternativa a não ser a adoção de medidas drásticas para reduzir consumo: racionamento. A médio prazo, as medidas de redução de consumo devem continuar, somadas a medidas de conservação de água e sistemas de prevenção e gerenciamento de eventos climáticos extremos como esse.

Para que isso funcione, no entanto, é necessário rever a atual política de gestão de águas na grande São Paulo, onde o papel da cidade de São Paulo pode ser decisivo, uma vez que o consumo dos paulistanos corresponde a mais de metade da receita da Sabesp. Nova Iorque é um dos exemplos inspiradores: na década de 90, implantou programa de “produção de água” com duas frentes: diminuição de consumo promovendo, entre outras ações, troca de caixas de descarga e chuveiros; e conservação dos mananciais, por meio de pagamento por serviços ambientais a produtores rurais.

A cidade de São Paulo tem um contrato de concessão de uso com a Sabesp desde 2010 que prevê que 7,5% da receita de faturamento obtida na região, equivalente a 54% da receita da Sabesp no Estado, seja repassada para um Fundo Municipal de Saneamento Básico (Lei Municipal nº 14.934/2009). A estimativa é de R\$ 250 milhões/ano, que poderiam ser investidos em medidas de redução de consumo na cidade a curto prazo. Ao que tudo indica esse repasse ainda não ocorreu.

Outra novidade importante é um parecer do STF de 2013 que trata de um dos grandes impasses do setor de saneamento: a quem cabe a concessão de serviços em áreas metropolitanas? O STF decidiu que, até março de 2015, o estado do RJ e o município devem criar novas entidades conjuntas para supervisionar o planejamento, a regulação e a fiscalização dos serviços de saneamento básico em regiões metropolitanas. Essa decisão do STF abre um precedente importante e pode resultar em uma nova estrutura de gestão da água para São Paulo.

() Marussia Whately é arquiteta e urbanista, consultora em sustentabilidade, recursos hídricos e gestão ambiental. Foi coordenadora do Programa Mananciais do Instituto Socioambiental. Atualmente mora em Belém onde atua como consultora para o Programa Municípios Verdes*

ANEXO 4 - TEXTO: Alckmin está comprometendo o futuro das reservas de água de São Paulo, diz ANA

Publicado em 25 de setembro de 2014

Presidente da Agência Nacional de Águas acusa o governo paulista de não esclarecer população sobre crise da água e alega que falta de comprometimento motivou rompimento com grupo de gestão



Andreu chegou ao evento com tom conciliador, mas saiu fazendo críticas severas à gestão paulista

Por Rodrigo Gomes, da RBA

São Paulo – O diretor-presidente da Agência Nacional de Águas (ANA), Vicente Andreu, afirmou na noite de ontem (23) que a maneira como a crise hídrica no Sistema Cantareira está sendo administrada pelo governador Geraldo Alckmin (PSDB) “está comprometendo o ano de 2015 e o futuro”. Ele acusou o secretário Estadual de Recursos Hídricos, Mauro Arce, de “apenas ganhar tempo” com as medidas tomadas até agora, além de evitar ações mais drásticas que vinham sendo discutidas entre governos federal e estadual no Grupo Técnico de Assessoramento para Gestão do Sistema Cantareira (GTAG-SC), órgão colegiado que a ANA abandonou na última sexta-feira (19). As declarações foram dadas durante o evento de arquitetura e urbanismo Arq.Futuro, realizado no Auditório do Parque do Ibirapuera.

“Não há o esforço necessário para comunicar à população a gravidade da situação”, lamentou Andreu, para quem não é possível dizer se a redução de consumo de água em São Paulo se dá por iniciativa da população ou porque a água simplesmente já está faltando em inúmeras

residências pelo estado. Ele destacou ainda que, a partir de junho, a economia de água por meio do plano de descontos nas contas criado pela Sabesp para lidar com a falta de água reduziu “sensivelmente”.

Segundo Andreu, o que vinha sendo dialogado era uma proposta de redução da vazão de água no Cantareira, dos atuais 19,7 metros cúbicos por segundo (m³/s) para 18,1 m³/s no mês de setembro, e 17,1 m³/s em outubro. O objetivo seria garantir que, caso as chuvas esperadas a partir de outubro não sejam tão intensas, o sistema mantivesse um nível de água capaz de atravessar outro período seco em 2015. “A proposta que vem sendo apresentada é apenas a de retirar até a última gota do Sistema Cantareira. E isso é realmente aumentar o risco de uma maneira brutal”, criticou. O diretor-presidente apresentou aos jornalistas um e-mail impresso em que Arce apresentava os dados citados como “cronograma das reduções programadas”. A proposta nunca foi efetivada.

Andreu revelou ainda que, embora a agência tenha saído oficialmente do GTAG apenas em setembro, o Grupo Técnico não se reúne e nem produz comunicados com recomendações sobre vazões mensais desde o dia 30 de junho. O presidente-coordenador da ANA disse também que pode voltar ao grupo técnico, desde que o secretário estadual assuma compromissos ou diga porque não pode cumprir o que foi acordado. A agência vai manter diálogo direto com o Departamento de Água, Esgoto e Energia (Daee), órgão regulador do governo estadual, com o qual já tem uma reunião encaminhada para a próxima semana.

Arce refutou as afirmações do presidente da ANA sobre falta de informações para a população. “Não estamos enganando ninguém”, defendeu-se. O secretário também disse que o diálogo entre ele e Andreu era informal. “Houve uma conversa minha com ele e não foi possível. Enquanto não estiver fechado não existe acordo”.

Outra crítica do diretor-presidente da ANA é que a Companhia de Saneamento Básico de São Paulo não apresentou até hoje – oito meses após a admissão da crise pelo governador de São Paulo, Geraldo Alckmin (PSDB) – um plano de contingência efetivo para o Cantareira. “Até agora só se fala de tirar água do volume morto”, comentou Andreu. Em julho, o GTAG já havia recusado um primeiro plano por somente propor aumentos de vazão entre os meses de julho e novembro deste ano.

Arce reafirmou a gravidade da seca, a maior dos últimos 80 anos, e garantiu que as ações para retirada da segunda parte do volume morto (108 bilhões de litros de água) já estão prontas. “Ele [Andreu] está sempre preocupado em reduzir a vazão de água e nós em aumentar a disponibilidade, sem racionamento”, afirmou, demonstrando-se despreocupado com a possibilidade de que a próxima época de chuvas seja tão seca quanto a última.

O secretário também adiantou que até o fim de setembro estará concluído um sistema de captação de 0,5 m³/s de água da represa Billings, que será fornecido a parte da população abastecida pelo Cantareira. Hoje, 1,6 milhão de pessoas estão tendo o fornecimento garantido pelos sistemas Alto Tietê e Guarapiranga, no lugar do Cantareira, que agora abastece cerca de 7 milhões de pessoas nas zonas norte, leste e oeste da capital paulista e na Região Metropolitana de São Paulo.

As explicações, no entanto, não foram suficientes para convencer o diretor-presidente da ANA, que acredita que a sensação de segurança atual é falsa. “A conta é simples. Tem água até o fim de março, mas e em abril?”, questionou, ao falar sobre os prazos apresentados pelo governo do estado para a durabilidade das reservas do “volume morto”. As críticas marcam uma mudança na postura de Andreu, que até pouco tempo buscava minimizar possíveis conflitos com os órgãos estaduais, afirmando que o diálogo iria prevalecer na resolução dos problemas. Embora negue a intenção de judicializar a questão, ele admite que o modelo brasileiro de gerenciamento dos recursos hídricos pode exigir essa medida como resolução em conflitos por água.

No sistema Cantareira, dois reservatórios estão ligados a rios federais e três a rios estaduais. Para ele são precisos mecanismos claros de arbitragem e de gestão em momentos de crise, para evitar que a discricionariedade fique somente a critério do agente gestor. No caso de São Paulo, a Sabesp e o governo estadual. “Que pode nem sempre optar pela medida que garanta a maior segurança no abastecimento da população”, explicou Andreu.