

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA

ROSEMEIRE DE OLIVEIRA

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ENSINO DE  
QUÍMICA: A EXPERIÊNCIA REALIZADA EM UMA ESCOLA PÚBLICA.

SÃO PAULO

JUNHO 2012

ROSEMEIRE DE OLIVEIRA

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ENSINO DE  
QUÍMICA: A EXPERIÊNCIA REALIZADA EM UMA ESCOLA PÚBLICA.

Dissertação apresentada como exigência parcial para a obtenção do Título de Mestre em Tecnologia no Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, no Programa de Mestrado em Tecnologia: Gestão, Desenvolvimento e Formação, sob orientação da Prof.a Dr.a Silvia Pierre Irazusta.

SÃO PAULO

JUNHO 2012

ROSEMEIRE DE OLIVEIRA

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, EDUCAÇÃO AMBIENTAL E  
ENSINO DE QUÍMICA: A EXPERIÊNCIA REALIZADA EM UMA  
ESCOLA PÚBLICA.

---

PROFA. DRA. SILVIA PIERRE IRAZUSTA

---

PROF. DR. SERGIO RICARDO LOURENÇO

---

PROFA. DRA. SENIRA ANIE FERRAZ FERNANDEZ

São Paulo, 26 de junho de 2012

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho a todos os professores que abraçam com dedicação, competência e carinho esta profissão e trabalham pela construção de uma sociedade mais humana, consciente e capaz de direcionar seus passos em direção a um futuro melhor.

## **Agradecimentos**

À minha orientadora, Prof.a Dr.a Silvia Pierre Irazusta pela orientação e incentivo.

À Prof;a Dr.a Senira Anie Ferraz Fernandez, pelo apoio e dedicação.

Aos professores, colaboradores e colegas de mestrado do CEETEPS.

À Cleonice Viana Lima da Silva, pelo carinho, alegria e dedicação de sempre.

Ao Prof. Pedro Teruji Minamidani, coordenador do Curso de Técnico em Química da Escola Senai Mario Amato, pela confiança e colaboração.

À Prof.a Sueli Zanini, da Escola Senai Mario Amato, pela colaboração e incentivo.

Aos professores e gestores da Escola Estadual João Baptista Marigo Martins, pela colaboração na realização deste trabalho.

“Se a educação sozinha não pode mudar a sociedade, tampouco a sociedade pode se transformar sem a educação”.

Paulo Freire

## Resumo

**OLIVEIRA, R. Aprendizagem Significativa, Educação Ambiental e Ensino de Química: A experiência realizada em uma escola pública, 2012.** 91 f. Dissertação. (Mestrado em Tecnologia) - Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a percepção, receptividade e compreensão dos alunos de uma Escola Estadual de Santo André em São Paulo acerca dos conceitos da disciplina química, quando apresentados sob um enfoque ambiental. A escola encontra-se em área de manancial e caracteriza-se por público carente. A investigação teve como foco levar os aprendizes a uma proposta de medição de pH de chuva do local de sua moradia e relacionar os resultados encontrados com conceitos de acidez, basicidade e poluição atmosférica. A hipótese levantada nesta pesquisa é que o nível de compreensão e interesse dos alunos torna-se maior quando os conceitos de química são ligados à vida e aos interesses dos alunos. A metodologia adotada neste trabalho foi pesquisa-ação, na qual se busca, em sua fase diagnóstica, aferir os conhecimentos prévios dos alunos com relação à química e sua relação com o meio ambiente por meio da aplicação de um questionário. Na fase de planejamento os alunos realizaram coleta e medição de pH de amostras de água de chuva no período compreendido entre junho e novembro de 2011 para posterior análise dos resultados e compilação dos resultados obtidos por meio da construção de gráficos, além da realização de pesquisas com o objetivo de efetuar uma análise crítica dos resultados obtidos e efetuar correlação com os dados obtidos pela Companhia Estadual de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Cetesb) acerca de emissões de poluentes atmosféricos que favorecem a precipitação ácida. Buscou-se assim, como meio pedagógico diferenciado daquele proposto pelo material didático enviado pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, mais direcionado à vivência dos alunos e seu ambiente, uma proposta de ensino contextualizado e significativo. Como fase de avaliação, foi aplicada novamente uma questão aos alunos que versava sobre a importância do ensino de Química no ensino médio. Os resultados indicaram uma melhor compreensão dos conceitos químicos e ambientais, bem como uma maior receptividade à disciplina, revelando que 87% dos estudantes passaram a considerar importante o estudo de Química, contra 56% da pesquisa inicial, evidenciando a importância do ensino contextualizado, significativo e prático para o aluno.

Palavras-chave: aprendizagem significativa, meio ambiente, chuva ácida, escola pública, ensino médio.

## Abstract

**OLIVEIRA, R. Aprendizagem Significativa, Educação Ambiental e Ensino de Química: A experiência realizada em uma escola pública, 2012.** 91 f. Dissertação. (Mestrado em Tecnologia) - Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo.

This essay had the objective to evaluate the perception, receptivity and the comprehension of the students from a state school, located in a needy area with spring characteristics in the city of Santo André, state of São Paulo, about the concepts of chemistry when presented under an environmental view. The purpose of this investigation was to take to the apprentices a proposal of measurement of the rain pH in the place they live and relate the results to the concepts of acidity, basicity and atmospheric pollution. The hypothesis raised in this research is that the level of understanding and interest of the students become higher when the concepts of chemistry are related to the students' life and interests. The methodology adopted in this essay was the action research, whereby, on its diagnosis stage, we searched for the students' previous knowledge related to chemistry and their relation to the environment through the application of a questionnaire. On the planning and action stages the learning situations proposed to the students were related to the collection and measurement of rain water samples, analysis of the results, the preparation of graphics and comparison to atmospheric pollutant measurements done yearly by Companhia Estadual de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (State Company of Sanitation of the State of São Paulo). This way trying, as a pedagogical method different from the one proposed by the educational material sent by Secretaria da Educação of the state of São Paulo (Secretary of Education of the state of São Paulo), to introduce a contextualized and significant teaching proposal, directed to the situations lived by the students and their environments. The results indicated a better comprehension and interest for the chemistry and environmental concepts, as well as a better receptivity to the subject, revealing that 87% of the students started to consider the study of chemistry important, admitting its importance, against 56% in the first research, proving the importance of the contextualized, significant and practical teaching for the student.

Keywords: significant learning, environment, acid rain, public school, high school.

## Lista de Figuras

Figura 1 – Teor de SO <sub>2</sub> nas Estações de Monitoramento da Cetesb.....	49
Figura 2 – Teor de NO <sub>2</sub> nas Estações de Monitoramento da Cetesb.....	49
Figura 3 – Ocupação Desordenada das Áreas de Mananciais.....	53
Figura 4 – Localização do Jardim Riviera.....	54
Figura 5 – Fitas para a medição de pH.....	57
Figura 6 – Rota de Enxofre na Atmosfera.....	59
Figura 7 – Cone feito com fio de cobre.....	60
Figura 8 – Frasco com o cone e enxofre.....	61
Figura 9 – Formação de Óxidos de Enxofre.....	61
Figura 10 – Simulação de Precipitação.....	62
Figura 11 - Medição de pH .....	62
Figura 12 - Importância do Estudo de Química, número de alunos.....	66
Figura 13 – Importância do Estudo de Química, porcentagem.....	66
Figura 14 – Valores de pH – Ponto de Coleta Represa.....	69
Figura 15 - Valores de pH – Ponto de Coleta Bairro Vila Pires.....	70
Figura 16 - Valores de pH – Ponto de Coleta Bairro Utinga.....	71
Figura 17 – Valores de pH - Área de Coleta – Av. dos Estados.....	72
Figura 18 – Importância do Estudo de Química – Final – Turmas B, C, D.....	74
Figura 19 – Importância do Estudo de Química – Final – Turma A.....	75

## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Cultura e Funcionamento da Escola.....	34
Tabela 2 – Competências e estratégias de ensino.....	37
Tabela 3 – Cinco competências do Enem.....	38
Tabela 4 – Valores de pH e suas consequências.....	47
Tabela 5 – Parâmetros de Qualidade do Ar.....	50
Tabela 6 – Questionário aplicado na etapa diagnóstica.....	55
Tabela 7 – Valores de pH – Ponto de Coleta Represa.....	68
Tabela 8 – Valores de pH – Ponto de Coleta Bairro Vila Pires.....	69
Tabela 9 – Valores de pH – Ponto de Coleta Utinga.....	70
Tabela 10 – Valores de pH – Ponto de Coleta Avenida dos Estados.....	71
Tabela 11 – Competências Trabalhadas Durante a realização da pesquisa.....	76

## Lista de Abreviaturas

Cetesb	Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Básico de São Paulo
CICPAA	Comissão Intermunicipal da Poluição das Águas e do Ar
CRQ-4	Conselho Regional de Química – 4ª Região
EA	Educação Ambiental
Emei	Escola Municipal de Educação Infantil
MEC	Ministério da Educação
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
pH	potencial hidrogeniônico
SBQ	Sociedade Brasileira de Química
Unesco	Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura
Unicamp	Universidade Estadual de Campinas

## Sumário

Introdução.....	13
Objetivos.....	19
Objetivos Específicos .....	19
Justificativa.....	20
1 Fundamentação Teórica.....	21
1.1 Aprendizagem Significativa e Ensino de Química.....	27
1.2 O Papel do Professor no Processo de Ensino-Aprendizagem .....	32
1.3 Competências e habilidades do aluno e do professor .....	36
1.4 A Temática Ambiental.....	40
1.5 Efeitos da Poluição do Ar – Chuva Ácida.....	44
2 Metodologia .....	52
2.1 Seleção da Amostra .....	53
2.2 Etapa diagnóstica.....	54
2.3 Planejamento da ação .....	55
2.4 Implementação do plano de ação.....	57
2.4.1 Coleta de amostras de água de chuva.....	57
2.4.2 Situação de Aprendizagem – Poluição Atmosférica .....	58
2.4.3 Pesquisa sobre Poluentes Atmosféricos Ácidos .....	59
2.4.4 Experimento sobre Chuva Ácida.....	59
2.4.5 Coleta de dados para avaliação dos efeitos da implementação do plano de ação .....	62
3 Resultados e Discussões.....	63
3.1 Questionário preliminar.....	63
3.2 Coleta e medição de pH das amostras de água de chuva.....	67
3.3 Compilação de dados obtidos com as medições de pH.....	68
3.4 Pesquisa sobre Poluentes Atmosféricos Ácidos .....	72
3.5 Questionamento final.....	74
3.6 Competências trabalhadas durante a realização da pesquisa.....	76
Considerações Finais .....	80
Conclusões.....	82
Referências .....	84

## Introdução

A educação sempre esteve presente no processo de construção da sociedade. As atividades de caça, pesca, coleta e posterior domesticação de animais e cultivo de alimentos levaram os ancestrais do homem moderno à necessidade de transferir seus recentes conhecimentos para seus descendentes, nos primeiros aglomerados humanos. Estabelecia-se o primeiro modelo de ensino, por meio de exemplos, experiências, vivências, em harmonia com o meio ambiente, condição que perduraria por séculos (GIOVANNINI, 1987).

Com o avanço da civilização, o advento da escrita deu um novo impulso aos processos e modelos educacionais, ainda com o ser humano colocando-se como parte do ambiente, numa relação de inclusão e harmonia com o meio.

Entretanto, a partir da Revolução Industrial, o homem passou gradativamente a ter uma visão diferente de sua relação com o meio ambiente. Deixou de lado a postura de integração e passou para uma postura de dominação, o que levou a uma sobrecarga de resíduos oriundos do aumento da produção de bens e serviços e aumento da poluição, tanto atmosférica como hídrica. O ser humano passou a tratar o meio ambiente como se este tivesse a capacidade de absorver tudo o que lhe é imposto em termos de extração e geração de resíduos. A prepotência com a qual o homem tratava e ainda trata o meio ambiente o impediu e impede de detectar que os recursos naturais são finitos, limitados e inter-relacionados. Ao explorar indistintamente os recursos naturais, praticamente extinguiu alguns recursos até então renováveis (PEDRINI, 2001).

Por volta do início da década de 1970, os olhos do mundo começaram a se voltar para as questões ambientais, para a questão da poluição e meios de combatê-la, assim como a busca de aumento de produtividade e otimização dos recursos naturais, sendo que estudos começaram a ser efetuados com o intuito de avaliar os efeitos destas atividades sobre os ciclos naturais e propor soluções para a mitigação dos efeitos nocivos da atividade humana ao meio ambiente, efeitos estes oriundos em grande parte da utilização de combustíveis fósseis como fonte primária de geração de energia (VECCHIA, 2010, p. 62).

Neste aspecto, a educação, em especial a Educação Ambiental (EA), enquanto ferramenta para o exercício da cidadania proporciona ao aprendiz uma visão global dos diferentes impactos ambientais oriundos das atividades diárias, o que leva a um pensamento crítico e proposição de soluções para um desenvolvimento sustentável (JACOBI, 2003, 2005). Existe uma estreita relação entre educação, cidadania e valores. Neste sentido, a educação

torna-se processo básico para a o desenvolvimento da sociedade. É por meio da educação para a vida em sociedade que o ser humano torna-se capaz de refletir e agir respeitando direitos comuns (DEWEY, 1952).

Isto se torna especialmente importante na área da EA, uma vez que o indivíduo compreende o mundo em que vive e sua inter-relação com a natureza e os impactos que seu modo de vida pode causar à natureza e, conseqüentemente, à vida da sociedade. Dentro deste contexto, a educação de nível médio se apresenta com o objetivo de formar cidadãos críticos, com discernimento suficiente para observar sua realidade e imprimir ações de modo a melhorar suas condições de vida, ou seja, tornar o aluno um agente transformador da sociedade (BRASIL, 2000, p.10).

Numa sociedade cada vez mais tecnológica, o ensino de química, em sua máxima contextualização, mostra-se como ferramenta importante no desenvolvimento do raciocínio lógico e crítico e da compreensão de sua inter-relação com outras áreas do conhecimento, uma vez que a vida em sociedade não pode ser concebida de forma fragmentada. Sendo assim, o ensino de química deve ser tratado de maneira que englobe questões tecnológicas e sociais, a fim de que se cumpra seu objetivo: desenvolver no aluno competências e habilidades que o tornem um cidadão observador, crítico e transformador do mundo que o cerca (FREIRE, 1996).

Josso (2010, p. 52) define habilidade como “combinação de conhecimentos e de capacidades aplicadas a situações novas”, e capacidades ou competências como “modos de operação e técnicas gerais às quais se recorre para tratar os problemas”. De acordo com Perrenoud (1999, p.7), competência é a capacidade que o indivíduo possui de agir com eficácia em um determinado tipo de situação, embasado em seus conhecimentos e experiências prévias sem, contudo, limitar-se a eles. Já de acordo com Moretto (2011), o conceito de competência está ligado à resolução de problemas, sintetizado como sendo “a capacidade do sujeito de mobilizar recursos cognitivos visando abordar uma situação complexa”.

Voltando o olhar para alguns marcos regulatórios, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) priorizam competências e habilidades do aluno, abordando a representação e comunicação, com o desenvolvimento da leitura e interpretação de códigos e textos científicos; a investigação e compreensão, com a utilização de modelos científicos e investigação e contextualização, com priorização da interdisciplinaridade (BRASIL, 2000, p. 74). Portanto, estimulando o caráter investigativo, a curiosidade o levará por si mesmo a

buscar mais conhecimentos sobre um assunto ou tema, qualquer que seja, pois, a partir deste ponto se inicia o verdadeiro processo de ensino-aprendizagem.

Esse processo passa obrigatoriamente pelas vivências que o aluno adquire ao longo de sua jornada, sua experiência anterior em confronto com as atuais que alteram a percepção que o aluno tem do mundo que o rodeia (DEWEY, 1973, 2010), uma vez que o processo de formação se faz por meio de experiências educativas (JOSSO, 2010, p. 66). Com este pensamento, o processo educativo visa melhorar a qualidade das experiências; quanto mais o ser empenha-se em se relacionar com seu objeto de estudo, mais o compreende (DEWEY, 1973).

Por outro lado, pode-se inferir que a curiosidade age como um trampolim que leva o indivíduo à aquisição de experiências, e os professores podem e devem se utilizar desse artifício - a curiosidade de seus alunos - para promoverem um ensino com base em significado, ou seja, levar aos alunos ideias que façam parte de seu cotidiano e a partir deste ponto, instituir propostas de ensino-aprendizagem com as quais os alunos se identificarão e terão, por sua vez, uma maior apreensão dos conteúdos (CHAVES, 2000).

Todos estes questionamentos e experiências farão com que o indivíduo se torne mais ativo, assumindo seu lugar na sociedade. Um ser que questiona, pensa, julga, vislumbra oportunidades de melhoria, propõe soluções e luta por seus direitos, porquanto é fundamental a inter-relação entre teoria e prática, a fim de conduzir o aprendiz numa direção libertadora (GADOTTI, 2007). O desenvolvimento de todas estas potencialidades passa obrigatoriamente pela Educação.

Quando se fala em EA, normalmente se pensa em economia de energia, água e reciclagem de materiais. Porém, esta temática é muito mais abrangente do que se pode pensar em um primeiro momento, pois se refere a uma mudança de atitudes, rompimento de velhos hábitos e desenvolvimento de novas tecnologias, novos materiais e processos que possibilitem a conquista do desenvolvimento sustentável.

Não se pode desvincular Desenvolvimento Sustentável de Conhecimento, e este somente é conseguido por meio da educação. Urge, assim, a necessidade de inserir a temática ambiental cada vez mais nos currículos escolares, desde as primeiras letras, e mais fortemente na escola média, visando assim à formação cidadãos que poderão realmente fazer a diferença em longo prazo (JACOBI, 2005).

Tendo a EA caráter multidisciplinar, pode-se inseri-la em contextos ligados a várias disciplinas. Aqui, damos enfoque à disciplina de química no Ensino Médio. Incorporar EA

nas aulas de química é especialmente interessante, uma vez que a palavra *química* encontra-se normalmente associada a coisas ruins, erro que atinge diversos setores da sociedade, consequente de variados fatores, como: notícias veiculadas pelos meios de comunicação que mostram vazamentos, explosões, contaminações de solos, rios e mares ocasionadas por produtos químicos; alimentos contaminados com produtos químicos e até propaganda de eletrodomésticos que prometem um alimento “sem química”. Estas atitudes promovem visões equivocadas que somente a Educação pode corrigir.

A “química” não é boa nem ruim, bom ou ruim é o uso que dela se faz. Sendo assim, a incorporação de ideias e conceitos de química associados às questões ambientais pode auxiliar o aluno a compreender fenômenos e conceitos químicos se estes estiverem relacionados com acontecimentos do cotidiano (FERREIRA, 2007).

Em muitas das vezes o aluno apresenta dificuldades em apreender conceitos apresentados pela química acerca dos fenômenos naturais, chegando até mesmo a ser incapaz de relacionar a disciplina com vivências cotidianas, acabando assim por assumir uma posição defensiva de falta de interesse e, até mesmo, de aversão à disciplina. Uma vez instalado esse quadro, dificilmente o professor consegue revertê-lo, ou seja, levar o aluno a se interessar e tentar compreender que os fenômenos apresentados são os mesmos vividos pela sociedade todos os dias. Por esta razão, o emprego da contextualização relacionada à vivência do aluno desde a apresentação da disciplina fará com que o aprendiz possa desenvolver um conhecimento com significado, eliminando-se, dessa forma, barreiras entre ele e a disciplina.

Com base no exposto, a importância da abordagem da temática ambiental em aulas de química no Ensino Médio contribuirá para este desenvolvimento de valores, comportamentos e atitudes, trazendo ao aluno uma visão mais ampla do tema, favorecendo o desenvolvimento do senso crítico, ampliando a consciência de como suas ações impactam sua vida e a vida de uma sociedade inteira hoje e no futuro. Abordada neste enfoque, a Educação também favorecerá o entendimento dos conceitos de química, uma vez que estes estarão associados a eventos que ocorrem em sua vida cotidiana.

Esta associação da química com o cotidiano já é uma prática amplamente realizada por docentes. Há vários materiais de apoio, como livros didáticos, que enfocam fortemente a questão da contextualização. Muitos progressos já foram atingidos, tanto na questão de ensino-aprendizagem quanto na questão ambiental. Porém, uma maior ênfase neste enlace entre química e meio ambiente é de vital importância, Não obstante muito já se tenha avançado na questão ambiental e na questão educacional, o que se observa na atualidade é

uma profunda crise tanto na Educação, quanto nas questões ambientais. Se por um lado ocorreram grandes avanços sociais, políticos e tecnológicos em várias partes do globo, inclusive no Brasil, por outro lado, o ser humano nunca viveu uma crise social, ambiental e educacional como a que ora se apresenta, em especial em terras brasileiras.

Esse quadro se apresenta, porque certamente há deficiências em muitas áreas, inclusive na Educação. Por esta razão, apesar da questão da contextualização já ter sido tratada e implementada e do tema *meio ambiente* ser amplamente explorado por muitos setores da sociedade, ainda há muito que se fazer, muito a caminhar, pois se tratam de temas urgentes, que não podem ser negligenciados, pois já é antiga a premissa de que é somente pela Educação que uma sociedade progride, prospera, vence seus desafios de igualdade de direitos e reconhece seus deveres (DEWEY,1952).

É somente por meio da Educação que se molda uma sociedade. Se algo falta para que se resolvam problemas sérios que o Brasil e o mundo enfrentam com relação a questões ambientais, com certeza a solução passa pela Educação. A escola é um dos, e por que não afirmar, o principal meio pelo qual o ser adquire consciência por meio da aquisição de conhecimentos e desenvolvimento de habilidades, que o capacitará para a tomada de decisões que contribuam para a conservação do meio em que vive, com o desenvolvimento de práticas econômicas, sociais, políticas, ambientais e pedagógicas alinhadas com a questão da sustentabilidade. Enfim, para que uma economia possa crescer, é necessário que se equacione desenvolvimento com preservação ambiental (JACOBI, 2006).

Nesse contexto, torna-se interessante aliar o estudo de química às temáticas ambientais, pois, num ambiente extraescolar, essas questões são indissociáveis, e a escola não deve ser tratada como um ambiente à parte do mundo exterior, no qual as vivências escolares não se encontram com as vivências fora da escola. Para que o ensino tenha significado para o aluno, este deve ter conexão com a sua realidade, de sua comunidade, de um mundo globalizado no qual a emissão de gases do efeito estufa está acidificando a água dos oceanos e levando a um colapso da via marinha em muitos pontos do planeta (DINIZ, 2007, p.30), apenas para citar um exemplo.

Trazendo essas temáticas para a sala de aula, o ensino de química ganha um novo significado. Eleva a compreensão dos fenômenos a um novo patamar, e vai mais além, leva o aluno a uma análise crítica de como a sociedade lida com as problemáticas ambientais, e o que esse aluno, enquanto cidadão ético e atuante no meio em que vive, pode fazer para minimizar esses efeitos.

O tema proposto foi desenvolvido por meio de pesquisa-ação. Em sua fase diagnóstica, foi solicitado aos alunos o preenchimento de um questionário a fim de avaliar suas percepções a respeito dos temas *Química* e *Meio Ambiente*, e a partir deste ponto foram planejadas situações de aprendizagem nas quais os mesmos foram convidados a realizar coleta e análise de amostras, conduzir experimentos, tabular dados e formular hipóteses.

Ao final da pesquisa pôde-se observar uma maior facilidade na compreensão dos fenômenos químicos pela maior parte dos alunos, bem como um maior entendimento e envolvimento com as questões ambientais e seu papel de agente no processo.

## **Objetivos**

Este trabalho teve como objetivo principal analisar as percepções dos alunos de Ensino Médio pertencentes a uma comunidade carente, que vive em uma ocupação às margens da represa Billings, no município de Santo André, estado de São Paulo, com relação às suas dificuldades em se interessar e compreender os fenômenos químicos. Também foram investigados meios de despertar nos alunos um maior interesse pela disciplina de química por meio da integração de itens da disciplina com a área ambiental, com a utilização de exemplos ligados à sua realidade e realização de experimentos.

### **Objetivos Específicos**

- a) Apresentar aos alunos situações de aprendizagem nas quais eles são convidados a realizar experimento de campo, por meio da coleta e medição do potencial hidrogeniônico (pH) de amostras de água de chuva de vários locais;
- b) Realizar avaliações com relação à presença ou não de carga poluente, por meio de comparações dos resultados obtidos com a medição de pH das amostras com as concentrações de poluentes ácidos, monitorados pela Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Básico de São Paulo (Cetesb).
- c) Realizar experimento que simula uma precipitação ácida, para que os alunos tivessem uma visão real dos fenômenos estudados teoricamente e pudessem efetuar a conexão entre conceitos químicos e questões ambientais.
- d) Incorporar uma visão crítica aos princípios estudados na disciplina química, com o intuito de colaborar para um processo de transformação do indivíduo por meio da apreensão de conteúdos e desenvolvimento de habilidades e atitudes.

## Justificativa

A justificativa para a realização deste trabalho foi a sistemática observação que os alunos, em sua grande maioria, não se interessam e nem se motivam pela disciplina de química. A razão para tal desinteresse, de acordo com depoimentos dos próprios alunos, é que possivelmente não utilizarão tais conceitos em suas vidas, pois não seguirão carreiras correlatas, ou que os conceitos apresentados na disciplina não fazem parte de sua realidade. Geralmente os alunos dizem frases como “Onde utilizarei esses conceitos na minha vida? Para que serve isso em minha vida?”.

Mesmo com as reformulações educacionais, nas quais o ensino contextualizado se fez mais presente, não se obtém os resultados satisfatórios, já que os alunos ainda se mostram reticentes à disciplina. Em sua maioria demonstram desinteresse pelo material didático oferecido pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, não esboçando interesse pelos temas abordados, que, muitas vezes, estão longe de sua realidade.

Ao oferecer uma proposta de aprendizagem na qual há a integração entre significado, contextualização e aplicabilidade prática, espera-se que os alunos se mostrem mais receptivos à disciplina e tenham condições de assimilar os conteúdos de química quando relacionados às questões ambientais.

## 1 Fundamentação Teórica

Desafios contemporâneos de construção de uma sociedade preocupada e envolvida com a preservação do meio ambiente passam obrigatoriamente pela questão da Educação, dessa forma, a Educação Básica se apresenta como um instrumento valioso de construção e desenvolvimento do pensamento crítico e envolvimento social com tais desafios. Sendo assim, constata-se que o objetivo do ensino não é somente dotar o aprendiz de saberes, mas formar cidadãos éticos, conscientes de seus direitos e deveres, capazes de desenvolver valores, comportamentos e atitudes que os tornem inseridos na sociedade de forma plena (FREIRE 1967, 1996).

A partir desta visão, a escola se mostra como um elemento capaz de estabelecer a ligação entre educação, ética e cidadania, uma vez que a experiência educativa está relacionada ao pensamento e à reflexão, como se refere Dewey (1952), pois um verdadeiro problema, ou seja, uma situação de aprendizagem quando ligada a realidade do aprendiz, torna-se mais interessante, e a partir disso há o estímulo ao pensamento, ao interesse nas observações necessárias para avaliar o problema e conseqüentemente ao surgimento de soluções, oportunidades para aplicá-las, trazendo ao aluno um significado claro, visto que partiu de uma situação vivida em seu cotidiano; conceitos corroborados por Josso (2010, p. 30), que afirma que a teoria deve ter poder sobre a realidade.

A educação deve oferecer oportunidades para o desenvolvimento de habilidades intelectuais exigidas não só pelo mercado de trabalho, como também para o pleno exercício de cidadania numa sociedade democrática (AZANHA, 2006).

De acordo Gadotti (2003), o bem mais valorizado na sociedade contemporânea é o conhecimento, porém é necessário saber como utilizá-lo para o desenvolvimento individual e coletivo. Leff (2001, p. 21), considera o desenvolvimento do conhecimento intimamente atrelado aos saberes práticos, ou seja, à experiência, relação esta intensificada com o advento do capitalismo, no qual a necessidade de articulação entre o conhecimento científico e a produção de bens de consumo tornou-se mais intensa.

Neste processo de aumento na produção de bens de consumo, houve a incorporação definitiva dos recursos naturais no processo de produção, tanto quanto a força de trabalho. Essa apropriação da natureza nos processos produtivos levou e tem levado a degradação do meio ambiente.

Com este foco, o estudo e avaliação de questões ambientais, não obstante estar relacionado a várias disciplinas encontra na área de química oportunidades ímpares, uma vez que propicia processos de educação voltados à cidadania, ética e conscientização dos problemas ambientais, mormente quando envolve a contextualização no ensino de química (MARQUES, 2007).

Tais argumentos seguem em linha com as proposições de Dewey (1952), que afirma que a ciência é um fator indispensável ao progresso social, pois leva o aluno a emancipação das ideias, que saem de um contexto particular e específico, permitindo relacionar conceitos e suas experiências.

Sendo a educação um instrumento que constitui um dos pilares da humanização (SACRISTAN, 2002), esta se torna valioso instrumento, pois auxilia no desenvolvimento do progresso por meio da aquisição de conhecimento, progresso moral, desenvolvimento econômico, além da democracia, cidadania e cultura, pautando a educação como instrumento de difusão do conhecimento e como forma de inserção social e para seu desenvolvimento e bem estar.

Moretto (2011) destaca que a sociedade é produto do homem, sendo assim é basicamente constituída de uma consciência relacionada às experiências de seus membros, legitimada por meio de atividades desenvolvidas pelos grupos sociais. Porém, essa sociedade é mutante e sua construção ocorre com a efetivação das experiências vividas ao longo do tempo.

Experiências vividas por povos antigos, como os gregos e sua relação com o sol e a lua não são as mesmas vivenciadas pela civilização atual. Sendo os conhecimentos construídos e legitimados socialmente, dando sentido as experiências humanas, novas experiências proporcionarão a aquisição de conhecimentos que serão legitimados pelas novas gerações.

Assim ocorre com a EA, que se abre como um canal que propicia novas experiências e que proporcionará a aquisição de novos conhecimentos, mudando a realidade e beneficiando a sociedade.

Dessa forma, ao propor aos alunos situações de aprendizagem que relacionam o ensino de química contextualizado, com significado e buscando situações do cotidiano, consegue-se abarcar as ideias de Dewey, Sacristan e Freire, que relacionam a educação como agente facilitador do desenvolvimento social, pois leva os alunos a desenvolverem um olhar crítico

em relação a seus hábitos de vida, consumo e relação com o meio ambiente, proporcionando meios para colaborar com a construção de um estilo de vida mais consciente, cumprindo dessa forma, o que estabelece a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, em seu item III, artigo 35º do capítulo IV que busca “o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico” (BRASIL, 1996).

A Educação, sendo uma forma de intervenção no mundo (FREIRE, 1996, p. 38), proporciona aos alunos meios de colaborar para a melhoria de sua qualidade de vida, pois ao perceber por meio do ambiente no qual faz parte, a real condição à qual está inserido, este compreende e adquire as ferramentas capazes de transformar a realidade que o cerca, seja por meio de atitudes pontuais, como deixar de lançar lixo em locais inapropriados ou diminuir seu ritmo de consumo, como participar de ações sociais, ou cobrar das autoridades competentes soluções para os problemas ambientais urgentes, como a instalação de coletores-tronco no local onde vivem, ou exigir que sejam adotadas medidas que diminuam os níveis de poluição.

É necessário que o cidadão compreenda seu papel na sociedade e o poder que têm em mãos para colaborar para a melhoria da qualidade de vida, tanto individual como da coletividade, visto que o indivíduo só incorpora aquilo que compreende e que corresponde a suas reais necessidades e vivências. São estes princípios que o torna motivado para intervir no processo e colocar em prática ações cidadãs que propiciem o desenvolvimento de uma sociedade ambientalmente sustentável (PHILIPPI e PELICIONI, 2000).

Moretto (2011a, p. 41) afirma que o conhecimento é algo a ser construído, não descoberto, logo, não é uma descrição da realidade, mas uma representação que o aprendiz faz dela. Assim, a EA quando leva o aluno à interação com o ambiente, à observação dos fenômenos e a realizar uma análise crítica de sua atuação no meio, está desenvolvendo uma teoria de construção do conhecimento.

A Unesco, enquanto coordenadora do capítulo 36 da Agenda 21 Global, que trata da promoção do ensino, conscientização e treinamento, tem como meta destacar o papel da Educação para a conquista da sustentabilidade, desempenhando a EA papel imperioso neste processo.

Na Conferência Internacional sobre Meio Ambiente e Sociedade, realizada em 1997, na Grécia, foram relacionadas dificuldades encontradas para a promoção da sustentabilidade, sendo indicada a Educação como caminho que seria trilhado na direção da informação e

compreensão da sociedade, tendo como prioridade a Educação Básica, que no Brasil abrange o Ensino Fundamental e Médio, além da reforma dos currículos escolares, mudança de hábitos de consumo, dentre outros. Esta foi a primeira tentativa de articulação de mensagens educacionais visando o desenvolvimento sustentável (UNESCO, 1999).

Esta concepção exige reflexões com relação às ações da sociedade e suas práticas de consumo, o que leva necessariamente a uma reconstrução de modelos de sustentabilidade, da relação homem-natureza, e somente a Educação do ser é capaz de operar estas mudanças significativas e urgentes.

Sendo o conhecimento o grande capital da humanidade (GADOTTI, 2000), o estudo dos processos ambientais leva ao exercício da cidadania, que tem como objetivo conduzir o aprendiz à construção de valores novos, bem como novas relações sociais, uma vez que o leva à compreensão dos processos de causa e efeito da exploração ambientalmente desordenada, a partir daí torna-se capaz de e trabalhar com possíveis soluções, avaliar criticamente e ser proativo, já que a educação, enquanto forma de compreensão do mundo, o remete a assumir um compromisso solidário e verdadeiro com a sociedade (PHILIPPI e PELICIONI, 2000).

Todas estas questões – poluição, degradação e escassez dos recursos naturais - se intensificaram nas últimas décadas do século XX, culminando no que Leff (2001, p.59) denomina “crise da civilização”, na qual já se questiona a eficiência e racionalidade do sistema produtivo, econômico e tecnológico dominante. Esta crise de civilização pode ser observada à luz de vários aspectos, um deles diz respeito à pressão sobre os recursos naturais advinda do aumento populacional, que segundo o Fundo de População das Nações Unidas (UNFPA), atingiu a marca de sete bilhões de habitantes em 31 de outubro de 2011.

Outro aspecto diz respeito à maximização dos ganhos de capital de curto prazo, uma vez que as pressões por lucro levam a padrões de desenvolvimento tecnológico e exploração dos recursos naturais a níveis que acarretam seu esgotamento, além de afetar as condições de regeneração dos ecossistemas.

Assim sendo, a crise ambiental, que se apresenta como um descompasso entre produção, distribuição de alimentos e crescimento populacional, com estreita relação entre fatores sociais, políticos, culturais e históricos (DELITTI, 1991, p. 164), sugere uma urgente mudança de paradigmas estabelecidos com relação ao conhecimento humano e busca novas maneiras de pensar em desenvolvimento. Este processo passa obrigatoriamente por uma reconstrução do saber, a fim de permitir uma análise integrada da realidade que ora se apresenta.

Estas reflexões que se descortinam passam por novas formas de articulação entre ciência, processo produtivo e relações sociedade-natureza (LEFF, 2001, p. 61). Segundo o mesmo autor, a estratégia conceitual em torno da formação e construção da EA deve combater o pensamento de que o homem se constitui num ser à parte do processo evolutivo dos ecossistemas, quando ele é na realidade elo dessa cadeia evolutiva, e suas formações sociais são populações biológicas, e de acordo com Capra (1996), se encontram intrinsecamente inseridas no processo de evolução, sendo que o ser humano se apresenta apenas como um fio particular da teia da vida.

A EA se apresenta como um conjunto de ideias que tem como objetivo a condução de uma melhor qualidade de vida na busca do equilíbrio dos ecossistemas (PHILIPPI, PELICIONI, 2000, p.3). Além disso, é necessário realizar a efetiva integração do sistema científico-tecnológico com o sistema social, pois o surgimento de novos fenômenos, sejam eles científicos ou sociais, acarretaram até hoje a noção de meio ambiente invariavelmente associado à degradação dos ecossistemas, poluição causada pelo acúmulo de dejetos no ar, água e solo, e conseqüentemente a diminuição da qualidade de vida e aumento da desigualdade.

O vínculo entre sociedade e natureza se processa de forma dinâmica, com estreita dependência de fatores relacionados à produção, tecnologia e cultura, gerando relações extremamente complexas (LEFF, 2001).

Neste aspecto, é necessário que se lance mão de novas estratégias que levem a novos padrões de conduta, padrões estes baseados numa relação ética homem-ambiente. Esta ética ambiental baseia-se em uma relação de respeito indivíduo-natureza, em convivência harmoniosa, o que leva obrigatoriamente a ações que transformem a sociedade em bases mais justas, democráticas e sustentáveis (PHILIPPI e PELICIONI, 2000).

Tais padrões, uma vez consolidados, levarão a transformação das relações entre sociedade e meio ambiente, pois leva o cidadão a perceber as inter-relações sociais, políticas e culturais que interferem no equilíbrio ambiental. Este processo possibilita a aquisição de conhecimentos e habilidades, além do desenvolvimento de atitudes que invariavelmente transformam-se em práticas de cidadania (PHILIPPI e PELICIONI, 2000, p. 3).

Com este pensamento, o ensino de química baseado em experiências relacionadas com o cotidiano dos alunos, cumpre este objetivo e faculta ao aprendiz oportunidades de pensamento crítico em relação ao mundo que o cerca, o que está em linha com os Parâmetros

Curriculares Nacionais (BRASIL, 2000), que afirmam que os conteúdos escolares devem seguir em linha com questões sociais. As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN<sup>+</sup>), enfatizam a formação holística do indivíduo para a vida, em sua página 9 (BRASIL, 2000):

“Estar formado para a vida significa mais do que reproduzir dados, dominar classificações ou identificar símbolos. Significa: saber se informar, comunicar-se, argumentar, compreender e agir, enfrentar problemas de diferentes naturezas; participar socialmente, de forma prática e solidária; ser capaz de elaborar críticas ou propostas; e, especialmente, adquirir uma atitude de permanente aprendizado”.

Neste aspecto, a educação, sobretudo o ensino de química, traz a oportunidade de conscientização por parte dos alunos, da importância de se compreender os fenômenos químicos, sua relação com o meio ambiente e sua capacidade de modificá-lo. Assim sendo, a Educação assume uma função transformadora, na medida em que forma cidadãos responsáveis e coparticipantes no processo de desenvolvimento sustentável (JACOBI, 2003).

Sob este ponto de vista, a proposta de um experimento, como o da avaliação do pH da chuva de sua região torna-se um assunto de interesse, pois desta forma os alunos têm a oportunidade de realizar uma avaliação de seu local de moradia, em vez de ficarem limitados a informações e medições realizadas em lugares distantes, fora de sua realidade.

Não há como alcançar a sustentabilidade sem mudanças atitudinais e comportamentais. Tais mudanças partem da conscientização e sensibilização do ser, já que estas dependem de ações individuais e conjuntas, por meio de regulamentos que auxiliem no desenvolvimento e sustentabilidade.

Da mesma forma que o homem interviu na natureza para dominá-la, transformando-a (GADOTTI, 2005), ele é capaz de interferir na sociedade para que ocorram mudanças em favor da sustentabilidade e preservação ambiental.

A EA propicia recursos, saberes e diretrizes para que essas interferências ocorram de forma efetiva e permanente. Neste aspecto, o ensino de química, quando não somente contextualizado, mas trazendo também significado ao aluno, propicia o verdadeiro aprendizado, de forma que o educando relaciona os conceitos apresentados com o ambiente que o cerca, e consegue por fim, estabelecer relações entre a disciplina e os fenômenos naturais.

## 1.1 Aprendizagem Significativa e Ensino de Química

De acordo com as proposições de Coll (2006), sob uma concepção construtivista, a aprendizagem se dá quando o aluno é capaz de elaborar uma representação pessoal sobre o objeto de estudo e não apenas reproduzir a realidade, encontrar no objeto de estudo um significado.

A aprendizagem significativa ocorre quando as ideias apresentam uma estrutura lógica, passível de assimilação por parte dos alunos, ou seja, o significado é produto do processo de aprendizagem. De acordo com a Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel, o fator que influencia a aprendizagem mais fortemente é o que o aprendiz já sabe (MOREIRA e MASINI, 2011, p. 17).

Esta teoria está relacionada com os saberes prévios do aluno, situações que o remetam a buscar em suas reminiscências fatos ou situações nas quais houve o contato com objeto de aprendizagem, com dois pressupostos importantes: o primeiro deles trata do assunto ou tema a ser aprendido. Este deve ser potencialmente significativo para o aluno, deve fazer parte de sua estrutura de conhecimento; o segundo pressuposto enfatiza que o aluno deve manifestar uma real disposição de relacionar o novo conhecimento à sua estrutura cognitiva.

De acordo com Moreira (2007), Carl Rogers, psicólogo norte-americano, dava grande importância ao papel dos sentimentos e da experiência como fatores de crescimento humano, numa visão integral do ser, afirmando que todos têm potencial natural para o desenvolvimento.

Assim, Rogers afirmava que somente quando a aprendizagem está de acordo com os objetivos pessoais do aluno será significativa e poderá realizar-se rápida e efetivamente, uma vez que todos possuem internamente recursos para a compreensão e modificação de conceitos, atitudes e comportamento.

A partir destas concepções surge a teoria de Rogers, o Ensino Centrado no Aluno, que afirma que o homem educado é aquele que tem a capacidade de mudar e adaptar-se. A Aprendizagem Significativa, por sua vez, encontra-se ligada ao Ensino Centrado no Aluno, no qual o mesmo é capaz de aprender somente se o objeto de estudo vier de encontro a seus objetivos pessoais, uma vez que o aluno só aprenderá o que for de seu interesse pessoal (MOREIRA, 2007).

O Ensino Centrado no Aluno, ou Teoria Centrada na Pessoa, segundo Rogers, parte de alguns princípios, nos quais professor e aluno são corresponsáveis pela aprendizagem (MOREIRA, 2007, p. 46):

- a) Potencialidades naturais do ser humano em aprender;
- b) Está relacionada com seus objetivos pessoais;
- c) Tem o aluno como autor da aprendizagem;
- d) A aprendizagem significativa ocorre por meio de atividades;
- e) O aluno deve participar ativamente do desenvolvimento das atividades;
- f) A aprendizagem é mais efetiva quando iniciada por motivação pessoal;
- g) Independência, criatividade e autoconfiança como fatores relevantes no processo;
- h) A aprendizagem é útil quando leva a uma integração social.

De acordo com essa teoria, o indivíduo alcança o desenvolvimento social por meio do crescimento individual, tornando-se um cidadão atuante na sociedade. Não obstante esta teoria ter sido criticada por alguns autores por favorecer o individualismo, a Teoria Centrada na Pessoa serviu de base para o desenvolvimento do conceito de aprendizagem significativa por vários autores, dentre eles, David Ausubel (MOREIRA, 2007).

Como citado em Moreira e Masini (2011, p. 47), David Ausubel coloca como problema principal relacionado à aprendizagem significativa, a conexão entre conhecimentos pretéritos e presentes, a assimilação das matérias de ensino e sua relação com sua estrutura cognitiva.

De acordo com sua teoria, desde que a estrutura cognitiva do aprendiz for adequadamente organizada, a aprendizagem ocorrerá de maneira mais facilitada e conseqüentemente haverá a retenção do novo conteúdo. Por outro lado, se esta estrutura cognitiva for desorganizada, a aprendizagem será dificultada. Sendo assim, cabe ao professor a tarefa de identificar, em cada disciplina, os conceitos mais abrangentes e identificar no aluno quais são suas necessidades cognitivas para a elaboração destes conceitos.

A partir desse pressuposto, Ausubel enfatiza a importância da linguagem, da interação professor-aluno (MASINI, 2002). É necessário então que o professor lance mão de recursos que visem facilitar esta interação, para tornar a aprendizagem significativa a partir de princípios como a *diferenciação progressiva*, na qual deve ser levada em conta a apresentação das ideias gerais da disciplina para posteriormente serem introduzidos detalhes e especificidades, uma vez que, de acordo com o autor, é mais fácil para a pessoa captar aspectos diferenciados de um todo previamente aprendido, do que chegar ao todo através de suas partes.

Em outras palavras, na diferenciação progressiva o assunto deve ser abordado a partir das ideias gerais, sendo incluídos detalhes específicos quando necessário. Esta abordagem

corresponde à sequência de aprendizagem espontânea da consciência.

Outro princípio citado por Ausubel e colocado por Moreira e Masini (2011, p.31) é o da *reconciliação integrativa*, na qual devem ser exploradas as relações entre ideias, avaliando diferenças e similaridades, uma vez que em um primeiro momento, nota-se uma aparente contradição entre as ideias novas apresentadas aos alunos e as ideias pré-concebidas em sua estrutura cognitiva.

Também relata Tavares (2004), que a aprendizagem significativa necessita de três requisitos: o novo conhecimento a ser apresentado deve ser estruturado logicamente, devem existir no aprendiz estruturas cognitivas que permitam a conexão com o novo conhecimento e a vontade do aprendiz de realizar esta conexão entre conhecimento prévio e novo. Apesar de duas pessoas aprenderem significativamente o mesmo conteúdo, ambas apresentam diferentes opiniões pessoais sobre o conteúdo aprendido, uma vez que cada uma delas elaborou sua construção de conhecimento com base em seus conhecimentos prévios.

Como recurso de aprendizagem Ausubel coloca como agente facilitador o uso da estratégia de *organizadores prévios*, que são informações introdutórias apresentadas aos alunos antes mesmo da apresentação do assunto a ser aprendido, a fim de preparar a estrutura cognitiva do aprendiz, realizando uma ligação entre o que o aluno já sabe e o que precisa saber.

O autor apresenta dois tipos básicos de organizadores prévios, os expositivos e os comparativos. Organizadores expositivos são informações apresentadas aos alunos quando o conteúdo a ser aprendido é completamente novo. Já os organizadores comparativos são usados se o assunto não for completamente novo ao aluno (MASINI, 2002).

Em oposição à aprendizagem significativa está a aprendizagem mecânica ou automática, na qual a nova informação é aprendida sem que haja interação com informações existentes na estrutura cognitiva do aluno. A informação é armazenada de forma arbitrária, contribuindo pouco ou nada para a elaboração e diferenciação daquilo que o aluno já sabe (MOREIRA, 2006).

Trabalhos vem sendo realizados com enfoque na aprendizagem significativa, como exemplo, pode-se citar o artigo publicado por Araujo et al (2006), que se utilizou de um tema da química relacionado à destilação do petróleo, com a utilização de mapas conceituais, que são constituídos de conceitos organizados em forma de diagrama bidimensional, técnica que auxilia os estudantes a guiá-los e aplicá-los, no caso específico, conceitos de química, realizando a interação com o cotidiano e realização de experimentos, favorecendo a reconciliação integrativa dos princípios apresentados. Tal pesquisa foi aplicada a alunos do ensino médio de uma escola pública do Paraná, evidenciando que a utilização de um tema

organizador apropriado relacionado ao cotidiano dos alunos leva a uma aprendizagem significativa.

Em suma, como afirmam Rogers e Ausubel em Masini (2002) e Moreira (2005), a aprendizagem significativa é um processo que traz compreensão, significado e sentido, sendo oposta à aprendizagem mecânica, baseada na memorização desprovida de sentido. A aprendizagem significativa parte do pressuposto da intencionalidade da parte do aprendiz e da relevância que o mesmo atribui ao novo.

A contextualização no ensino, mais especificamente no ensino de química, já se faz estabelecida, haja vista as formatações dos materiais didáticos, que apresentam cada vez mais conceitos químicos relacionados ao cotidiano, sejam eles relacionados ao mundo do trabalho, como ocorre com o material didático oferecido pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, no qual são apresentados temas como “O Cultivo da Cevada”, para exemplificar a importância do controle de pH (SÃO PAULO, 2009, p.15), para alunos da 3ª série do Ensino Médio, ou a “Produção de Aço e Cobre”, objetivando a compreensão por parte dos alunos acerca de conceitos como combustão completa, combustão incompleta e balanceamento de equações, para alunos da 1ª série do Ensino Médio (SÃO PAULO, 2009b, p. 18), ou ainda temas como “A Separação do Ferro e Escória no Alto-forno”, a fim de contextualizar temas como processos de separação de misturas (SÃO PAULO, 2009c, p. 52).

Livros didáticos de química do Ensino Médio também se apresentam contextualizados, como por exemplo o livro “Química Integral”, de Martha Reis, ou ainda a coleção de Eduardo Leite do Canto e Tito Miragaia Peruzzo, “Química na Abordagem do Cotidiano”, sendo que já existem livros didáticos nos quais seus capítulos são agrupados por temas, problematizações e então apresentados os conceitos químicos, como é o caso do livro “Química e Sociedade”, da editora Nova Geração, escrito por vários autores, ou ainda a nova coleção de Martha Reis “Meio Ambiente, Cidadania e Tecnologia”, apenas para citar alguns exemplos, já que este trabalho não tem o propósito de efetuar análise crítica de livros didáticos.

Não obstante esta contextualização esteja presente no cotidiano das escolas, em especial nas aulas de química, os aprendizes ainda se mostram muito reticentes quando se fala em ensino de química. Muitos deles chegam a verbalizar que não se importam com a disciplina, que esta é dispensável, porque não faz parte de sua realidade, falas comuns no cotidiano das escolas (MORETTO 2011, p.2). Face ao exposto, percebe-se que somente a contextualização não basta para despertar o interesse do aluno pela disciplina, falta algo mais.

Segundo Dewey (1952), o que falta é a ligação da contextualização com a realidade do aprendiz, algo que o motive, estimule o pensamento e o faça buscar e relacionar experiências vividas. É nesta linha que segue a pesquisa ora apresentada. Provavelmente os alunos serão mais receptivos com uma contextualização com um significado real e próximo de sua vivência, de sua realidade.

Há muitos trabalhos publicados que relatam pesquisas realizadas com o tema contextualização, em uma abordagem multidisciplinar, levando em consideração a aprendizagem significativa. Pode-se citar como exemplo trabalho publicado por Skafi (2010), no qual é descrito um processo de ensino de química contextualizado, aplicado em escola do exército brasileiro, onde foram desenvolvidas atividades ligadas a química orgânica e inorgânica e uso de explosivos, com o intuito de despertar nos alunos, além das competências relacionadas aos fenômenos químicos, atributos como cooperação, criatividade, responsabilidade, importantes para a carreira militar. Ficou evidenciado ao final da pesquisa um maior interesse e motivação dos cadetes, que passaram de expectadores a agentes atuantes, tendo sido possível observar um maior desenvolvimento de suas capacidades de análise, observação e síntese.

Outro caso de sucesso pode ser encontrado em artigo publicado por Silva, et al. (2008) que, por meio de propostas pedagógicas disciplinares e interdisciplinares relacionadas ao tema “Água”, pôde aliar o ensino de química a uma reflexão sobre os mananciais da Região Metropolitana do Recife, por meio de situações de aprendizagens atreladas às preocupações da sociedade com relação ao tema, com a realização de visita à estação de tratamento de água e à estação de tratamento de esgoto, além de discussões nas quais eram colocados temas como tipos de água, bacias hidrográficas, solubilidade. Esse trabalho relacionado ao tratamento da água e as situações de aprendizagens apresentadas fez aumentar o interesse dos alunos, bem como sua participação nas aulas de química.

Pode-se citar ainda outra experiência recente, que relacionou o ensino de química ao tema meio ambiente, numa abordagem interdisciplinar, realizada com turmas do terceiro ano do ensino médio de uma escola técnica do Rio de Janeiro onde foram trabalhados os temas: desenvolvimento econômico e entorno da Baía da Guanabara, balneabilidade e qualidade das águas, atividade pesqueira, transportes, lixo urbano e reciclagem. No trabalho os alunos foram convidados a elaborar pesquisas sobre os temas e apresentar relatório em grupo, com o objetivo de avaliar seu grau de maturidade frente às abordagens relativas a seu cotidiano.

Ao final os autores puderam observar que o suporte e conhecimentos socioespaciais aliados aos conhecimentos químicos se mostrou importante para a construção de conceitos e categorias da química e sua aplicabilidade prática (Rua, 2010).

## **1.2 O Papel do Professor no Processo de Ensino-Aprendizagem**

A escola e a sala de aula compõem um sistema de ensino complexo, uma vez que esta é um recorte da vida social e cultural. Assim sendo, cabe ao professor avaliar, fazer escolhas, saber argumentar, elaborar propostas, utilizar conhecimentos, compreender fenômenos, enfim, participar de modo ativo no complexo sistema escolar (PERRENOUD, 2001a). De acordo com o mesmo autor, educar é permitir que o aprendiz mude sem perder sua identidade, colocada por Hall (2006) como sendo o sentimento de pertencimento, de ancoragem do indivíduo em seu mundo social.

Cabe ao educador o papel de avaliar não somente o que o aluno já sabe, mas também como que esse aluno pode aprender, ou seja, trabalhar com o potencial que o aluno tem para aprender (PALANGE, 2001). A autora relaciona o que o aluno já conhece com sua potencialidade de vir a conhecer, chamado por Vygotsky de “zona de desenvolvimento proximal”. O docente tem um papel importante neste contexto, uma vez que na escola os alunos entram em contato com os sistemas de escrita e das ciências de forma intensa e sistematizada (PALANGE, 2001, p. 110).

A Educação e o ensino oscilam entre reprodução e mudança, continuidade do passado e antecipação do futuro. Sob este enfoque, Perrenoud (2000) afirma que a competência do professor não deve ser necessariamente didática. Este deve trabalhar a partir das concepções dos alunos, avaliá-las e aproximá-las dos conhecimentos científicos a serem ensinados, ou seja, encontrar um ponto de entrada em seu sistema cognitivo, a fim de que o aluno incorpore novos elementos às suas representações.

Pimenta (2002) afirma que o professor deve investigar a própria atividade, a fim de construir e modificar seus saberes e fazeres e dessa forma, fazer com que o aluno se envolva no processo de ensino-aprendizagem. As ideias de Perrenoud e Pimenta, citadas acima, foram aplicadas durante a situação de aprendizagem apresentadas aos alunos neste trabalho.

Um meio eficaz para que o docente conquiste o envolvimento dos alunos é inclui- em

atividades de pesquisa. Também para tornar o conhecimento interessante é necessário que o professor domine a arte de comunicar-se, envolvendo-se pessoalmente na atividade e estabelecendo o compromisso de aprender juntamente com os alunos. Enfim, cabe ao professor desenvolver habilidades e competências para estar apto a enfrentar os novos desafios do cotidiano escolar (PIMENTA e GHEDIN, 2005).

Não podemos deixar de lado o fato de que, além de todas essas questões em jogo, o professor também tem o desafio de trabalhar e motivar turmas de mais de trinta alunos, em jornadas de 25 a 35 horas por semana, tratar com crianças e adolescentes que não escolheram livremente a instrução e que não encontram nenhum interesse no que o professor deseja ensinar (PERRENOUD, 2000, p. 67). Sendo assim, é necessário que o professor se capacite para criar, intensificar e diversificar o desejo e a decisão de aprender do aluno. Ensinar é, neste enfoque, reforçar a decisão de aprender e estimular o desejo de saber (PERRENOUD, 2000). O autor destaca dez competências a serem desenvolvidas pelo professor, dentre elas cabe destacar:

- a) Organizar e dirigir situações de aprendizagem: o professor deve ter conhecimento dos conteúdos, trabalhar a partir da representação dos alunos, utilizar projetos e atividades;
- b) Administrar a progressão da aprendizagem: administrar situações de aprendizagem, criar relacionamento entre teoria e prática, avaliar os alunos no processo de ensino-aprendizagem;
- c) Conceber e fazer evoluir instrumentos de diferenciação: lidar com turmas heterogêneas, saber trabalhar com as dificuldades individuais dos alunos, promover ambiente cooperativo em sala de aula;
- d) Envolver os alunos em suas aprendizagens e em seu trabalho: incentivar o aprendizado, demonstrar o sentido do trabalho escolar.
- e) Trabalhar em equipe: elaborar projetos, dirigir trabalhos em equipe, administrar crises e conflitos pessoais.

Para tal cometimento cabe ao professor o papel de criar condições para que o aluno compreenda os conceitos apresentados, isso depende do modo como o docente apresenta o assunto e orienta as atividades. Em outras palavras, as aulas devem ser um espaço proveitoso para o aluno.

Para isso, é importante que se entenda que a escola é um espaço social tanto para educadores quanto para educandos, um espaço para a construção do conhecimento e de seu significado. Para tanto, é necessário o desenvolvimento de um planejamento educacional que permita a interação com os alunos, a análise da “zona proximal” dos mesmos e um esforço na compreensão da diversidade encontrada em sala de aula (PALANGE, 2001, p. 113).

Certamente essas questões se configuram em um grande desafio para o educador, o que muitas vezes leva a necessidade de mudanças no modo com que o professor conduz seu trabalho. A escola, por sua vez, muitas vezes necessita rever suas prerrogativas. Thurler (2001, p. 11) retrata algumas características do estabelecimento escolar que afetam esta probabilidade de mudança:

Tabela 1 – Cultura e Funcionamento da Escola

<b>Cultura e funcionamento da Escola</b>	<b>Características desfavoráveis à mudança</b>	<b>Características favoráveis à mudança</b>
<b>Organização do trabalho</b>	Rígida, cada qual protege seu horário, sua agenda e encargos.	Flexível e negociável, em função das necessidades.
<b>Relações Profissionais</b>	Individualismo, poucas discussões sobre assuntos profissionais.	Cooperação, trocas sobre assuntos profissionais.
<b>Cultura e Identidade Coletiva</b>	Os professores imaginam sua profissão como um conjunto de rotinas a serem assumidas, cada um por si, sem pensar muito.	Professores imaginam sua profissão como estando voltada para a resolução de problemas e para a prática pensada.
<b>Capacidade de projetar-se no futuro</b>	Apenas parte da equipe adere ao projeto que foi concebido e redigido em uma lógica de tomada de poder.	O projeto é resultado de um processo de negociação.
<b>Liderança e modos de exercício do poder</b>	O diretor da escola privilegia a gestão, no modelo de autoridade burocrática.	Existe liderança cooperativa e prática de uma autoridade negociada.
<b>Escola como organização instrutora</b>	Professores consideram a escola como simples local de trabalho, cujo futuro não lhes concerne.	Abordam os problemas e o desenvolvimento da qualidade.

O estabelecimento escolar pode se tornar um local onde se confrontam teorias e práticas, esse é um dos grandes desafios do professor. Como afirma Peterossi (2005), a transformação da escola em uma organização que aprende está vinculada à aquisição de conhecimentos e desenvolvimento de competências. Neste contexto pode-se observar que a equipe gestora deve igualmente estar engajada neste novo modo de ensinar e aprender.

O aluno deve com frequência ser colocado diante de situações fecundas para ele, que sejam ao mesmo tempo significativas, vivenciadas e situadas em sua zona de desenvolvimento proximal (VYGOTSKY, 1985 apud PERRENOUD, 2001), visto que a aprendizagem tem um sentido que se enraíza na cultura familiar e história de vida. (PERRENOUD, 2001, p. 202).

Desenvolver no aluno competências durante seu período escolar implica em mudança, em transformação dos professores em seu modo de ensinar, em última análise, de suas próprias competências profissionais. Desenvolver competências no aluno implica em fatores listados abaixo, como afirma Perrenoud (1999, p. 53).

- a) Considerar os conhecimentos como recursos a serem mobilizados: de nada adianta expor um conhecimento de maneira erudita. Conhecimentos só são válidos quando conseguem se adequar a situação;
- b) Trabalhar regularmente os problemas: apresentar aos alunos situações de aprendizagem que sejam capazes de mobilizar vários recursos cognitivos;
- c) Criar ou utilizar outros meios de ensino: situações interessantes que levem em conta a idade, o nível dos alunos, o tempo disponível, as competências a serem desenvolvidas;
- d) Negociar e conduzir projetos com os alunos: a negociação é uma forma de respeito para com os alunos e um meio eficaz de adesão do maior número de alunos ao projeto;
- e) Adotar um planejamento flexível e indicativo: é necessário que se efetue um constante balanço em relação aos objetivos;
- f) Estabelecer um novo contrato didático: neste contrato, o aluno se compromete a participar do esforço coletivo;

- g) Praticar uma avaliação formativa, que leva o professor a envolver os alunos na avaliação de suas competências, favorecendo o balanço de conhecimentos adquiridos pelos alunos.

Em suma, uma abordagem tradicional visa à mera apresentação de resultados, enquanto numa abordagem por competências é possível visualizar os processos e os modos de pensar e agir dos alunos.

De acordo com Josso (2004, p. 58), o professor pode valer-se das histórias de vida de seus alunos para compor situações de aprendizagem. Esta ferramenta configura-se em um excelente instrumento por levar o aluno a aprender com a própria experiência. Para a autora, a formação é sempre experimental, porque leva em consideração uma reflexão do que foi vivido, percebido e sentido, corroborando as ideias de Dewey (2010). Como afirmam Peterossi e Meneses (2005), o desafio do professor é deixar de lado hábitos ultrapassados e buscar novas formas de ensinar. Enfim, a maneira como o docente conduz a realização do processo de ensino e aprendizagem é vital para o desenvolvimento do aluno, não deixando de lado o fato de que este necessita de apoio e ferramentas que permitam o pleno desenvolvimento deste processo.

### **1.3 Competências e habilidades do aluno e do professor**

Com a pesquisa aqui desenvolvida buscamos, por meio da realização de experimento com amostras do local de moradia dos alunos, abarcar o modelo de investigação e compreensão apresentado nos PCN<sup>+</sup> para o Ensino Médio (BRASIL, 2000, p. 27) apresentado na tabela 2. Acrescentamos uma terceira coluna com as estratégias para a solução da situação problema:

Tabela 2 – Competências e Estratégias de Ensino

<b>COMPETÊNCIAS DE INVESTIGAÇÃO</b>	<b>COMPETÊNCIAS DE COMPREENSÃO</b>	<b>ESTRATÉGIAS DE SOLUÇÃO</b>
<b>Estratégias para enfrentamento de situações de aprendizagem</b>	Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.	Avaliar o nível de poluição da região por meio de do monitoramento do pH da chuva por um período determinado.
<b>Interações, relações e funções; transformações</b>	Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar transformações.	Alterações nos valores de pH da chuva e sua relação com emissões de enxofre na região.
<b>Medidas, quantificações, grandezas e escalas</b>	Selecionar e utilizar instrumentos de medição e de cálculo, representar dados e utilizar escalas, fazer estimativas, elaborar hipóteses e interpretar resultados.	Medição do pH por meio de fitas medidoras e construção de gráficos com os resultados obtidos.
<b>Modelos explicativos e representativos</b>	Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.	Identificar possíveis fontes de poluição capazes de alterar o valor do pH da chuva.
<b>Relações entre conhecimentos disciplinares, interdisciplinares e Inter áreas.</b>	Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento	Procurar auxílio de outras disciplinas para explicações aos fenômenos observados.

Fonte: BRASIL, 2000

Por meio das situações de aprendizagem apresentadas aos alunos, relacionadas ao nível de poluição atmosférica por compostos de enxofre e conseqüente precipitação ácida, eles tiveram a oportunidade de avaliar um dos aspectos que influenciam sua qualidade de vida e, a partir deste ponto, realizar uma comparação entre o local onde moram, que se trata de uma área de manancial em meio à Mata Atlântica, e outros locais mais densamente povoados e com maior tráfego de veículos leves e pesados e presença de indústrias.

Desta forma, as competências de investigação e compreensão propostas nos PCN's foram trabalhadas, bem como foram evidenciadas as ideias de Peterossi (1998, p.28), que afirma que a aprendizagem ocorre a partir do momento em que o aluno for capaz de colocar em prática o que aprendeu.

Tais argumentos seguem em linha com as cinco competências do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), que abordam cinco eixos cognitivos (tabela 3), a saber, (BRASIL, 2009).

Tabela 3 - Cinco Competências do Enem

<b>Dominar linguagens</b>	dominar a norma culta da Língua Portuguesa e fazer uso das linguagens matemática, artística e científica e das línguas espanhola e inglesa.
<b>Compreender fenômenos</b>	construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico-geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas.
<b>Enfrentar situações de aprendizagem</b>	selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações de aprendizagem.
<b>Construir argumentação</b>	relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.
<b>Elaborar propostas</b>	recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural.

Fonte: BRASIL, 2009

Como pode ser observado no quadro acima, o desenvolvimento de situações de aprendizagem constitui-se numa estratégia de ensino eficiente, sendo capaz de atingir objetivos estabelecidos de desenvolvimento de competências e habilidades necessárias para a formação de cidadãos conscientes e atuantes na sociedade.

Com base no exposto, verifica-se a necessidade de desenvolver no aluno a capacidade de analisar, por meio de situações de aprendizagem baseadas em seu conhecimento prévio acerca do tema e aliado às suas experiências para que, a partir daí, ele seja capaz de definir qual atitude ou procedimento mais correto a tomar e, conseqüentemente, propor soluções para a situação a ele apresentada. Esse conhecimento, somado às experiências, acaba por configurar-se em uma construção de competências.

Sendo assim, para que suas competências possam ser desenvolvidas os estudantes necessitam trabalhar, pesquisar, argumentar, questionar, considerando serem esses exercícios de grande valia na construção de uma personalidade crítica e na busca de melhores condições de vida, não somente para si, como também para a sociedade.

Uma vez que este trabalho teve seu desenvolvimento em uma escola estadual, foram seguidos os princípios contidos na Proposta Curricular do Estado de São Paulo, implementada em 2008, que apresenta princípios norteadores para que se desenvolvam nos alunos competências indispensáveis ao enfrentamento dos desafios do mundo contemporâneo por meio do ensino das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Estas propostas se caracterizam pela apresentação de temas específicos e contextualizados para serem trabalhados com os alunos durante o ano letivo e apresenta como princípios centrais, dentre outros:

- Currículo como espaço de cultura;
- Competências como eixo de aprendizagem e contextualização no mundo do trabalho (SÃO PAULO, 2007).

Os professores, por sua vez, nem sempre se sentem preparados para o enfrentamento dos novos desafios educacionais. Segundo Cerati e Lazarini (2009), fica evidente a necessidade de atualização por parte dos docentes com relação aos temas ligados à área ambiental, alegação esta embasada no fato que, em sua pesquisa, os docentes se revelaram despreparados para tratar do assunto meio ambiente com os alunos, situação esta, segundo os autores, não esperada dentro da pesquisa que havia sido proposta inicialmente, que era sensibilizar a comunidade do entorno do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, localizado no município de São Paulo acerca da importância da conservação daquela área de Mata Atlântica. O projeto desenvolvido pelos autores tomou parte em uma escola pública do entorno, com a participação de vinte e nove professores e novecentos alunos. Após a fase diagnóstica a primeira ação tomada pelos pesquisadores foi oferecer aos professores curso de capacitação de trinta horas, composto por oficinas (terrário, germinação, herborização), visitas ao Jardim Botânico e encontros em que foram abordados temas relacionados à conservação da biodiversidade, com ênfase no bioma da Mata Atlântica; plantas em extinção; preservação dos recursos hídricos, e os problemas ambientais do entorno do Parque.

Pelo exposto, podemos afirmar que a atuação do docente em sala de aula constitui-se num processo complexo, para o qual o professor deve estar preparado e apto a desenvolver a capacidade de resolver problemas, sempre considerando o aspecto humano dentro do processo de ensino-aprendizagem (Neto, 2002).

## 1.4 A Temática Ambiental

A relação entre homem e meio ambiente saiu de uma posição de equilíbrio a partir do momento em que o ser humano passou a extrair recursos do ambiente de maneira inadequada, sem preocupação com os efeitos nocivos dessa extração aos ecossistemas. A partir da Revolução Industrial, a transformação dos recursos naturais se intensificou, gerando alterações ambientais importantes, seja por meio da geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, seja pela destruição de ambientes antes habitados por espécies que não conseguem se adaptar as novas condições impostas por estas alterações (LEFF, 2001).

A indústria em geral e a indústria química em particular têm contribuído para a transformação dos recursos naturais, muitas vezes a custo de degradação de ambientes marinhos, terrestres e atmosféricos. Diferentemente do que se imagina num primeiro momento, o homem não pode controlar e prever tudo por meio da tecnologia, o que se observa é uma inversão da relação da humanidade com os meios de produção (FOUREZ, 1995, p. 247), acarretando grandes cargas de poluição e degradação ambiental. O reconhecimento desses processos por parte da sociedade constitui-se no primeiro passo na direção de mudanças comportamentais que auxiliarão o cidadão com relação a uma postura ambientalmente correta.

A questão ambiental faz parte hoje do rol de preocupações de cientistas, intelectuais e população, de forma mais ou menos intensa. Essa preocupação com o meio ambiente é uma questão relativamente nova em nossa sociedade. Somente em 1970 o uso da expressão “Educação Ambiental” foi incorporada nos Estados Unidos. Em 1971, durante a XXVI Assembleia Geral das Nações Unidas foi proposto que os recursos naturais do planeta fossem colocados sob a tutela do Fundo Mundial.

No Brasil ocorre a primeira Avaliação de Impacto Ambiental na usina hidrelétrica de Sobradinho. Em 1974 realiza-se na Holanda o I Congresso Internacional de Ecologia, no qual foi tratado pela primeira vez o problema da diminuição da camada de ozônio. Em 1975 a Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (Unesco), promove Encontro Internacional em Educação Ambiental. Em 1977 a disciplina Ciências Ambientais tornou-se obrigatória para os cursos de engenharia das universidades brasileiras. Já em 1986 ocorre em Brasília o I Seminário Nacional sobre Universidade e Meio Ambiente.

Em 1980 houve a difusão do Ensino de Química Ambiental no Brasil. Em 1984 foi criada a divisão de Química Ambiental da Sociedade Brasileira de Química, com o objetivo de reunir as produções técnicas a respeito do tema.

Em 1987 foi aprovado o parecer 226/87 considerando a inclusão da EA nas propostas curriculares do ensino básico. Em 1992 ocorre no Rio de Janeiro a Conferência da Organização das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Rio-92, reconhecendo-se a insustentabilidade do modelo de desenvolvimento vigente. A Agenda 21 surgiu então como um Plano de Ação para a sustentabilidade. Em 1993 a Portaria 773 do Ministério da Educação (MEC) instituiu grupo de trabalho com o propósito de coordenar metas e ações para a implementação da EA em sistemas de Ensino. Em 1997 o MEC divulgou os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais, com a incorporação da EA como tema transversal. Em 2000, a Coordenação de EA do MEC promoveu o Seminário Nacional de Educação Ambiental, com o objetivo de discutir as diretrizes políticas da EA (DIAS, 2000).

Como se observa na linha do tempo acima, medidas vêm sendo tomadas desde a década de 1970 com o objetivo de promover ações e debates relacionados a questões ambientais. Atualmente a EA é reconhecida como um grande modelo de multidisciplinaridade, sobretudo na área da química (MOZETO, 2002). Porém, ainda há muito a ser feito, visto que os problemas ambientais estão cada vez mais presentes no cotidiano da sociedade.

A relação entre educação e meio ambiente é, cada vez mais, vista como um agente transformador da sociedade. Somente por meio da EA o resgate de valores, comportamentos éticos, desenvolvimento de visão crítica e fortalecimento da cidadania serão possíveis, pois a EA abarca conceitos mais amplos, configurando-se como elemento determinante para a consolidação da cidadania (JACOBI 2003).

Tal proposição está igualmente configurada pela Agenda 21 Global, capítulo 36.3, que afirma (BRASIL, 1992):

“O ensino, inclusive o ensino formal, a consciência pública e o treinamento devem ser reconhecidos como um processo pelo qual os seres humanos e as sociedades podem desenvolver plenamente suas potencialidades. O ensino tem fundamental importância na promoção do desenvolvimento sustentável e para aumentar a capacidade do povo para abordar questões de meio ambiente e desenvolvimento. Ainda que o ensino básico sirva de fundamento para o ensino em matéria de ambiente e desenvolvimento, este último deve ser incorporado como parte essencial do aprendizado”.

Visto que é impossível mudar a realidade sem conhecê-la, o processo de EA se faz imperioso, preparando o cidadão para participar, individual e coletivamente, nos processos de discussão socioeconômicos, políticos e culturais que envolvem a temática ambiental (PHILIPPI e PELICIONI, 2005, p.6).

Conforme considerações de Pelicioni e Cabral (2000, p.68), o processo de socialização da aprendizagem, iniciado na família, encontra na escola modelo de continuidade, visto esta ser um espaço de construção da cidadania. Em linha com este pensamento, nota-se que a discussão de questões relativas ao meio ambiente encontra na escola local propício, contanto que esta instituição esteja engajada no propósito de ampliar a discussão dos problemas atuais aos alunos, envolvendo questões como: qualidade de vida, poluição, consumismo, dentre outras. Tais propostas instigariam a discussão e implementação de propostas de ações para a minimização ou, até mesmo, solução de problemas ambientais.

A EA, portanto, propicia um instrumento de formação de valores, que envolve aspectos éticos, culturais e políticos. Ainda segundo Pelicioni e Cabral (2000), é necessária à educação dos futuros cidadãos para que, no futuro, possam agir de modo responsável, buscando a preservação ambiental, tenham condições de exigir das autoridades ações conservacionistas, que saibam respeitar a biodiversidade e que cumpram com suas obrigações enquanto cidadãos.

Para que haja uma estratégia de desenvolvimento ambiental, faz-se necessária a compreensão de conceitos teóricos provenientes de variadas áreas do saber, possibilitando o manejo sustentável dos recursos naturais (LEFF, 2001, p. 90). Nesse aspecto, a parceria entre EA e o ensino de química vem ao encontro das necessidades da sociedade contemporânea, no sentido de conduzir e avaliar processos de planejamento e gestão ambiental, tanto ligado às políticas públicas, quanto relacionados ao cidadão comum. No Estado de São Paulo, sobretudo da Região Metropolitana, constata-se um grande problema de mobilidade social, acarretada pelo fato de que muitos migrantes chegam todos os anos a fim de alcançarem uma melhor condição de vida. Ocorre que esse alto contingente de pessoas acaba por ocupar áreas de propriedade estadual ou municipal, muitas vezes inadequadas, como as áreas de mananciais (PELICIONI e CABRAL, 2000 p. 70), fato ocorrido no Jardim Riviera, local escolhido para este trabalho de pesquisa. Esta incoerência resulta na contaminação dos mananciais, no desmatamento de áreas ribeirinhas e consequente agravamento nas condições de vida da população como um todo. Sendo assim, urge a necessidade de elaboração e execução de ações que visem melhorias no sistema de transportes, educação, cultura, moradia,

com a participação do poder público, iniciativa privada e população, conforme diretrizes contidas na Agenda 21 Estadual (SÃO PAULO, 2002).

A EA, constituindo-se em um processo cujo mote é levar o homem a viver em harmonia com a Natureza, tem como atribuição desenvolver o sentimento, bem como o interesse e motivação para práticas efetivas de preservação e melhoria do ambiente, a fim de garantir uma melhor qualidade de vida para as sociedades do presente e futuro.

Com este pensamento, faz-se necessário um processo de EA que ultrapasse as barreiras da escola e se amplie até a comunidade, pois somente assim a sociedade conseguirá se utilizar dos recursos naturais com parcimônia ao satisfazer suas necessidades (COIMBRA, 2000 p.186).

Assim sendo, quando há uma proposta de realização de experimentos fora da escola, como a coleta de água de chuva em vários locais a fim de verificar sua acidez, acaba por despertar, além do interesse dos alunos, o interesse de pessoas fora do círculo escolar, como familiares, que são à base da construção da sociedade, gerando assim um intercâmbio de informações e experiências entre escola e sociedade. Portanto, ao se esboçar uma proposta de EA aliada ao estudo dos fenômenos químicos, fica evidente que há um encadeamento de temas e fenômenos, causas e efeitos.

Pelegri e Vlach (2011), em seu artigo “As múltiplas dimensões de educação ambiental” abordam a temática ambiental como um tema que raramente consegue alcançar o plano de ensino escolar, ou, se alcança, o faz de maneira limitada, evitando a ligação dos temas ambientais com temas políticos, por exemplo. Isto aponta a necessidade de articulação escolar, no sentido de abordar, juntamente com a temática ambiental, aspectos sociais, políticos e ideológicos.

Portanto, levar o aprendiz a um pensamento voltado às necessidades ambientais é leva-lo a pensar de maneira holística em novas formas de concepção do mundo, natureza, sociedade e sua relação com o semelhante, a fim de buscar novos modelos de desenvolvimento, exigindo para tal, novas e criativas formas de pensar e agir que permitam o desenvolvimento de pensamentos reflexivos e participativos.

Neste aspecto, a EA aliada ao currículo básico se converte em uma oportunidade ímpar para a renovação educativa. É um processo que possui uma forte inclinação no sentido de aquisição de competências, habilidades e atitudes e permitem a formação de cidadãos que sejam capazes de corresponder aos desafios de construção de um novo tipo de sociedade, que

seja capaz de viver em harmonia com a natureza e mudar sua forma de interagir com o mundo (MEDINA e SANTOS, 1999).

### **1.5 Efeitos da Poluição do Ar – Chuva Ácida**

Os efeitos da poluição atmosférica podem ser observados, principalmente, nas grandes cidades com efeitos adversos à saúde humana, à fauna e flora e sobre os materiais expostos à chuva ácida, aumento da temperatura da Terra, alteração da intensidade da radiação solar, redução da camada de ozônio, dentre outros (ASSUNÇÃO e MALHEIROS, 2005).

O termo chuva ácida foi utilizado por Robert Angus Smith pela primeira vez no século XIX, fazendo referência às emissões industriais carregadas pelas águas de chuva na Inglaterra, que arrastavam óxidos de enxofre e nitrogênio, além de outros compostos ácidos, o que ocasionava a diminuição do pH, definido como o logaritmo negativo na base 10 da concentração de íons  $H^+$ , sendo um pH 7 o ponto neutro (REIS, 2004). Considerando que a reação destes compostos com água forma componentes ácidos como o ácido sulfúrico, sulfuroso, nitroso e nítrico temos como resultado efeitos danosos a vegetação.

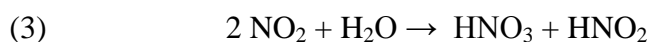
Assunção e Malheiros (2005) utilizam o termo “deposição ácida”, que engloba a precipitação ácida (deposição úmida) e deposição seca de poluentes ácidos. A água de chuva é naturalmente ácida, tendo seu valor de pH próximo de 5,6, em uma escala de 1 a 14, onde 1 significa altíssima acidez. Este valor de 5,6 se verifica por conta da presença natural de gás carbônico no ar atmosférico, classificado como óxido ácido, ou seja, um óxido que reage com água formando um ácido, no caso em referência, o ácido carbônico. Portanto, uma chuva é considerada ácida quando apresenta um valor de pH inferior a 5,6 (SOBRAL, 1996; COELHO e TORRES, 2002; ASSUNÇÃO e MALHEIROS, 2005; REIS, 2004, 2010; GOLDEMBERG e LUCON, 2008).

Medições evidenciaram valores de pH na Europa Ocidental e nos Estados Unidos na ordem de 4 a 5. Foram notados processos de acidificação em lagos da Suécia há mais de trinta anos, sendo que esse processo de acidificação foi apontado como o responsável pela mortandade de peixes na região (GOLDEMBERG e LUCON, 2008, p. 138). Verifica-se assim que esse não é um problema recente. A acidificação da água causada por influência antropogênica já vem sendo estudado há algum tempo, como citam Goldemberg e Lucon (2008, p. 139), que relatam valores de pH de amostras de água de chuva coletados nos

Estados Unidos e Europa Ocidental em 1992 e 1997, respectivamente, mostrando valores médios de pH entre 4 e 5, verificando-se que, em regiões mais densamente industrializadas o problema se agrava. Porém, esses poluentes podem ser transportados pela ação dos ventos até locais muito distantes das áreas poluidoras.

Pode-se citar como exemplo o caso da Suíça, onde 90% da precipitação ácida originavam-se de países vizinhos. Atualmente países da Ásia enfrentam graves problemas devido à rápida expansão industrial que consome quantidades cada vez maiores de combustíveis fósseis, acarretando, por conseguinte, um aumento das deposições ácidas. Pior que isso é que a projeção para as próximas décadas é de um aumento considerável nessas precipitações, em especial em países como a Coreia, Tailândia, Malásia, Filipinas, leste da China e leste da Índia. Com isso podemos afirmar que o problema da chuva ácida gerada regionalmente tem seus efeitos espalhados por todo o globo (GOLDEMBERG e LUCON, 2008, p. 141).

A chuva, quando naturalmente ácida, tem sua redução de pH decorrente da presença de ácidos, como o ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), que se forma naturalmente durante tempestades, onde os raios fornecem energia elétrica, dissociando as moléculas de nitrogênio e oxigênio presentes no ar atmosférico, formando óxido de nitrogênio (reação 1), que, por sua vez se converte em dióxido de nitrogênio ao reagir com o ozônio da estratosfera (reação 2). Este, por sua vez, ao reagir com a água da chuva, se converte em ácido nítrico e nitroso (reação 3).



O monóxido de nitrogênio (NO) também é obtido naturalmente por meio de processos metabólicos de microrganismos presentes no solo (REIS, 2004, p. 369). O ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) a seu turno, ocorre a partir da reação do dióxido de enxofre com água da chuva, sendo este óxido liberado naturalmente para a atmosfera por meio de erupções vulcânicas. Há também, a liberação de substâncias como o sulfeto de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{S}$ ) que são produzidas em ambientes marinhos, continentais e costeiros, que atingem a estratosfera, formando posteriormente o ácido sulfúrico.

Estimativas apontam uma emissão natural de dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) entre 78 e 284 milhões de toneladas por ano. Assim sendo, não é incomum encontrar, na América do Sul, valores de pH de chuva em torno de 4,7, seja em áreas urbanas ou em áreas pouco habitadas

(REIS, 2004, p. 369). A oxidação de  $\text{SO}_2$  a  $\text{SO}_3$  é acelerada em presença de óxidos de nitrogênio, potencializando os efeitos nocivos das emissões veiculares, por esta razão surgiram novas normas para a emissão de gases dos escapamentos dos automóveis (OTTAWAY, 1980, p. 33).

Há décadas já se observa no Brasil a presença de chuva ácida de origem antropogênica, não obstante menos severa que em países da Europa e nos Estados Unidos, onde a matriz energética é baseada na queima de combustíveis fósseis. Este fato tornou-se motivo de preocupação, uma vez que foram constatados focos de chuva ácida mais intensos na cidade de Niterói, no estado do Rio de Janeiro, locais onde medições realizadas em 1986 evidenciaram precipitação ácida com valores de pH que oscilavam entre 4,3 e 5,3.

Na Amazônia também se tem observado precipitação ácida com valores compatíveis com os das cidades urbanizadas devido à ação das queimadas, além de emissões naturais causadas pela decomposição de matéria orgânica. No Brasil, a queima de combustível por meio de do transporte rodoviário aliado a fontes de poluição industrial constituem-se nas principais fontes de deposição ácida (KIPERSTOK, COELHO e TORRES, 2002; ASSUNÇÃO e MALHEIROS, 2005).

Na cidade de São Paulo, além da atividade industrial e forte presença de poluição devido a emissões veiculares, a localização geográfica se apresenta como um fator de concentração de poluentes. As taxas de poluição não se apresentam constantes durante o ano em razão de fatores meteorológicos, pois a cidade de São Paulo se localiza em região de transição entre climas quentes e temperaturas médias, razão pela qual a região está sujeita a um confronto de massas de ar durante todo o ano e, por consequência, as irregularidades na distribuição das chuvas interferem na qualidade do ar (SOBRAL, 1996, p. 17).

Outro exemplo de precipitação ácida ocorre na cidade de Cubatão, localizada no litoral sul do estado de São Paulo, onde a acidificação das encostas da Serra do Mar e consequente ataque à cobertura vegetal causaram desestabilização das encostas e consequente risco de deslizamento de terra, sendo que os poluentes são carregados desde Cubatão até cidades do litoral norte. (KIPERSTOK, COELHO e TORRES, 2002).

Dentre os impactos da chuva ácida nos ecossistemas observa-se que moluscos e crustáceos que possuem um exoesqueleto à base de cálcio, além de trutas, salmões, assim como recifes de corais, são bastante afetados com a acidificação da água, bem como várias espécies vegetais (GOLDEMBERG e LUCON, 2008, p.140), além da acidificação de solos, o

que acarreta perda de sua fertilidade. Consequências da deposição ácida ainda se mostram visíveis em processos de corrosão de edificações, equipamentos e obras de arte (KIPERSTOK, COELHO e TORRES, 2002; GOLDEMBERG e LUCON, 2008). A tabela 4 ilustra alguns valores típicos de pH e suas consequências.

Tabela 4 – Valores de pH e suas Consequências

VALOR DE pH	CONSEQUÊNCIAS
9,0	Limite máximo para ecossistemas saudáveis
6,0	Moluscos e trutas começam a morrer
5,6	Água da chuva
5,5	Ovos de rã, crustáceos de água doce morrem.
4,2	Peixes morrem

Fonte: GOLDEMBERG e LUCON ( 2008), adaptado

Como observado na tabela 4, pequenas variações no pH são suficientes para causar danos sérios aos ecossistemas, razão pela qual a questão da acidificação das águas deve ser estudada e formas de minimização das fontes poluidoras devem ser preocupação não somente dos órgãos governamentais como também do cidadão comum, sendo este também é responsável pela poluição, seja direta ou indiretamente, quando se utiliza de veículos automotores, ou quando adquire um produto que foi transportado por longas distâncias. Todas essas atividades causam algum tipo de poluição atmosférica, em maior ou menor grau, porque um dos maiores responsáveis pela acidificação das águas de chuva é a queima de combustíveis fósseis, nos quais existe a presença do enxofre (KIPERSTOK, COELHO e TORRES, 2002).

Por meio dessas argumentações verifica-se a necessidade de uma Educação, especificamente no que diz respeito ao ensino de química, aliada às questões ambientais. Esta atitude se mostra capaz de desenvolver um grande aliado para o desenvolvimento da consciência e percepção da responsabilidade que cabe a cada um nas questões ambientais. Muitas vezes essa estreita relação entre consumo e poluição não é percebida, principalmente

pelos jovens e neste contexto, a escola cumpre um papel fundamental no desenvolvimento da consciência ambiental.

Ações têm sido articuladas no sentido de monitoramento e redução de poluentes atmosféricos na cidade de São Paulo. Na década de 1960, um convênio firmado para o controle da poluição atmosférica e das águas, por iniciativa dos municípios de Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul e Mauá, culminou na criação da Comissão Intermunicipal da Poluição das Águas e do Ar (CICPAA). A Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Básico (Cetesb) criada em 1968 assumiu, com o passar dos anos, o controle das atividades relacionadas ao controle da poluição no estado de São Paulo (AMARAL, 2003). Como exemplo de ação tomada com o intuito de diminuir emissões pode-se citar a análise de ciclo de vida de produto (ACV), metodologia utilizada, segundo Gianetti e Almeida (2006), com o objetivo de avaliar as atividades no decurso da vida útil de um produto, desde a sua fabricação, incluindo as matérias-primas utilizadas em sua produção, passando por sua utilização, manutenção e disposição final. Ao se realizar um estudo de ACV, todas as extrações de matérias-primas e emissões para o ambiente são quantificadas.

Além disso, são realizados balanços de ganhos e perdas ambientais associados a todos os processos com o intuito de desenvolver uma sistemática avaliação dos impactos ambientais causados por um produto ou serviço. A partir desta análise, é possível elaborar planos de minimização dos efeitos negativos causados pela produção de um bem ou serviço, seja por meio da utilização de matérias-primas que causem menor impacto ambiental, seja por meio do reprocessamento de resíduos em ciclo fechado. O conhecimento técnico-científico para o desenvolvimento de tais processos é imperioso, algo que somente a educação é capaz de proporcionar (GIANETTI e ALMEIDA, 2006).

A indústria vem sistematicamente buscando meios de redução da emissão de poluentes visando atender a requisitos legais. Medições dos níveis de óxidos de enxofre e nitrogênio na cidade de São Paulo avaliados pela Cetesb entre 2007 e 2011 mostraram valores abaixo (considerando valores médios) do valor padrão regular de qualidade do ar para estes poluentes, que é de 365 microgramas por metro cúbico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) para dióxido de enxofre e  $100\mu\text{g}/\text{m}^3$  para dióxido de nitrogênio (CETESB, 2011).

A razão para esses baixos valores pode ser a consequência da utilização de combustíveis com menor teor de enxofre, além da utilização de biocombustíveis (CETESB, 2011). As figuras 1- Teor de  $\text{SO}_2$  nas estações de Monitoramento e 2 -Teor de  $\text{NO}_2$  nas estações de Monitoramento Cetesb, ilustram como médias anuais de emissões de dióxido

de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ) e dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), registrados entre 2007 e 2011 pelas estações de monitoramento da Cetesb localizadas nos bairros Ibirapuera, Cerqueira Cesar e Osasco, além do Município de São Caetano do Sul, sendo o nível máximo de concentração para o  $\text{SO}_2$  de 80 microgramas por metro cúbico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e para o  $\text{NO}_2$  de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para que se considere boa a qualidade do ar.

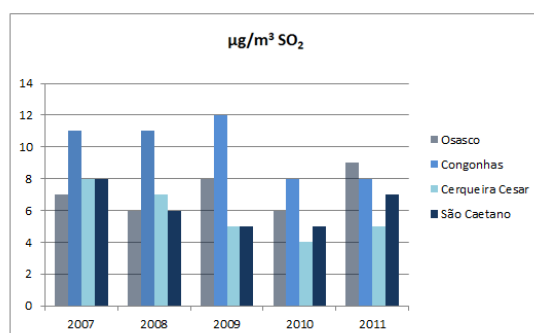


Figura 1: Teor de  $\text{SO}_2$  nas estações de Monitoramento Cetesb

Fonte: Dados da Cetesb entre 2007 e 2011

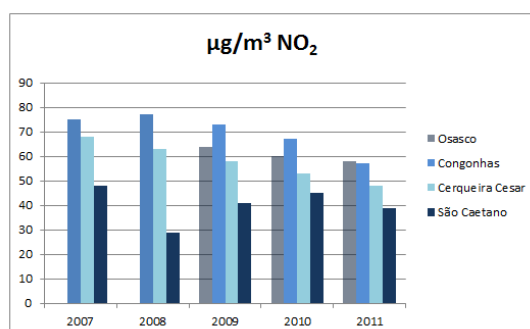


Figura 2: Teor de  $\text{NO}_2$  nas estações de Monitoramento Cetesb

Fonte: Dados da Cetesb entre 2007 e 2011

A Cetesb possui uma estação de monitoramento localizada em Santo André, porém esta não realiza monitoramento dos poluentes acima citados, razão pela qual não foi considerada na confecção dos gráficos. As estações Ibirapuera, Cerqueira Cesar, São Caetano do Sul e Osasco foram selecionadas para a confecção dos gráficos por terem sua localização mais próxima ao Jardim Riviera, local onde os alunos realizaram as medições do pH da chuva.

Como ilustram os dados do monitoramento, as emissões de enxofre estão abaixo dos níveis máximos estabelecidos pela Cetesb, porém ainda assim esses valores representam uma

alta taxa de emissão de dióxido de enxofre por ano. Apenas as emissões de veículos (fontes móveis), chegaram a 3 110 toneladas em 2011 na Região Metropolitana de São Paulo, emissões de fontes fixas e móveis totalizaram 84 250 toneladas de óxidos nitrogenados e 8 700 toneladas de óxidos de enxofre (CETESB, 2011). Com base nessas informações é possível perceber que muito ainda necessita ser feito para que as emissões atmosféricas sejam reduzidas. A tabela 5 mostra a classificação de qualidade do ar utilizada pela Cetesb.

TABELA 5: Parâmetros de Qualidade do Ar

Qualidade	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
<b>Boa</b>	0 – 80	0 – 100
<b>Regular</b>	> 80 – 365	> 100 – 320
<b>Inadequada</b>	> 365 e < 800	> 320 e < 1130
<b>Má</b>	≥ 800 e < 1 600	≥ 1 130 e < 2 260
<b>Péssima</b>	≥ 1 600	≥ 2 260

Fonte: São Paulo (2009a), adaptado

Como se pode observar, o desenvolvimento da sociedade se apresenta como fatores desencadeantes dos problemas ora vividos por ela, uma vez que não foram levados em consideração atitudes de proteção ambiental na construção da sociedade atual. Em suma, a sustentabilidade requer equilíbrio entre pressões sociais, culturais e econômicas da humanidade. Os indivíduos podem contribuir para a diminuição das emissões de poluentes atmosféricos por meio de ações cotidianas, como a otimização do uso de água e energia elétrica, a aquisição de materiais que causem um menor impacto ambiental, opção pelo transporte público e reaproveitamento de materiais (AMARAL, 2003).

Todas essas atitudes, antes de serem implementadas, devem ser bem compreendidas e têm na escola o meio mais propício para esse entendimento, mormente quando o público alvo é formado por adolescentes e jovens. A conquista da cidadania e de um modo de vida ambientalmente sustentável passa obrigatoriamente pela educação, experiência, compreensão, pois de acordo com Dewey (1973), a experiência educativa faz o aluno “perceber relações e

continuidades antes não percebidas”, sendo todo problema de direção em educação um problema de redirecionamento ou seja, mudança de comportamentos, hábitos e atitudes.

## 2 Metodologia

A metodologia aplicada neste trabalho de pesquisa foi baseada na *pesquisa-ação*, definida por Dionne (2007, p. 26) como uma prática que associa pesquisadores e atores em uma mesma estratégia de ação, com o propósito de modificar uma situação e uma técnica de pesquisa para adquirir um conhecimento sistemático sobre a situação identificada. Para Kemmis e McTaggart (1998), realizar uma pesquisa-ação implica em planejamento, observação, ação e reflexão de uma maneira mais consciente, sistemática e rigorosa aplicada ao que fazemos em nossa experiência diária.

Para Elliot (1991), o objetivo fundamental da pesquisa-ação é melhorar a prática e, a partir dela, gerar conhecimentos cuja produção e utilização são subordinadas a esse objetivo. É, portanto subordinada à investigação reflexiva da própria prática, sendo que a pesquisa-ação permite superar as lacunas existentes entre a pesquisa educativa e a prática docente.

Pedrini (2001) afirma que a pesquisa-ação ligada a EA parte do diálogo entre a ciência e o senso comum, e se utiliza de técnicas de pesquisa histórica, observação participante e entrevistas.

Nesta etapa diagnóstica, de acordo com Franco (2005), o pesquisador identifica e define o problema, estabelecendo as possibilidades de diversas ações para solucioná-lo. Nesta fase é importante perguntar, questionar, analisar e escrever o fenômeno investigado.

Os questionamentos efetuados no presente trabalho relacionam-se ao fato dos alunos se mostrarem desmotivados e desinteressados pela disciplina de química. Por qual motivo isto ocorre? Utilizando-se uma metodologia de ensino-aprendizagem diferenciada faria com que os alunos se mostrem mais receptivos e cooperativos?

A partir destes questionamentos foi feito um planejamento no qual foram elaboradas situações de aprendizagem que fossem desafiadoras e que, por meio delas, se pudesse lançar mão de vários recursos pedagógicos, como: análises de campo, pesquisas, debates e experimentos. Isto foi feito por meio da coleta e análise de pH de água de chuva, compilação dos resultados, construção de gráficos e comparação dos mesmos com os resultados das emissões de poluentes atmosféricos apresentada no relatório anual de qualidade do ar da Cetesb.

## 2.1 Seleção da Amostra

O universo de investigação tomou lugar na Escola Estadual João Baptista Marigo Martins, onde foram desenvolvidas situações de aprendizagem relacionando conceitos químicos e ambientais com alunos de quatro turmas da terceira série do ensino médio.

A escola em questão está localizada no município de Santo André, na Grande São Paulo, bairro Jardim Riviera, numa área de manancial, às margens da Represa Billings, que vem sendo ocupada irregularmente desde a década de 1970, quando os primeiros migrantes se estabeleceram na região. Esta ocupação ocorre até os dias de hoje, inclusive nas áreas de mananciais.

Atualmente há vários bairros estabelecidos, porém, ainda há muitos moradores que não têm acesso aos serviços de saneamento básico, incluindo um assentamento informal de baixa renda chamado Pintassilgo, onde vivem cerca de 1300 famílias. Esta ocupação foi realizada em terreno que está vinculado ao Parque do Pedroso, uma área de proteção e recuperação de mananciais. Neste local, as ruas são de terra e o esgoto corre a céu aberto, indo diretamente para a represa Billings, tornando o local ainda mais insalubre, onde de acordo com depoimentos dos próprios moradores, nos meses de verão o odor de esgoto se espalha pela favela (GALVEZ, 2011).

Na região existem duas escolas estaduais que atendem à população, além de uma Escola Municipal de Educação Infantil (Emei), mantida pela prefeitura de Santo André.

As figuras 3 - Ocupação desordenada das áreas de mananciais e 4 - Localização do Jardim Riviera adaptado, ilustram a invasão das áreas de mananciais pela ocupação desordenada e a localização do Jardim Riviera.

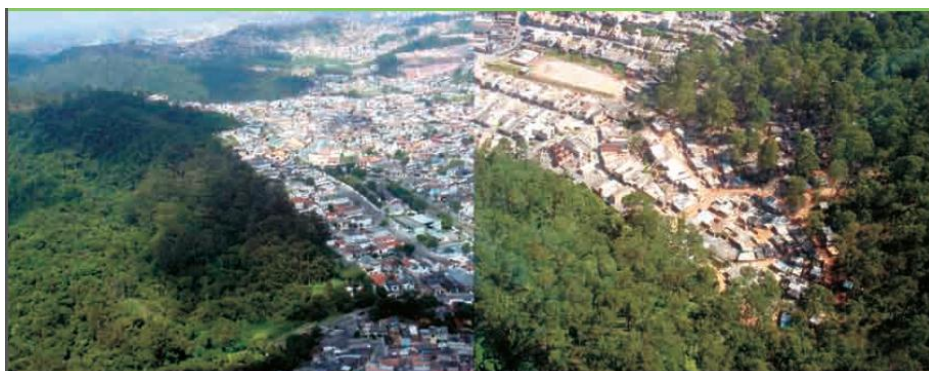


Figura 3: Ocupação desordenada das áreas de mananciais

Fonte: Semasa, 2007

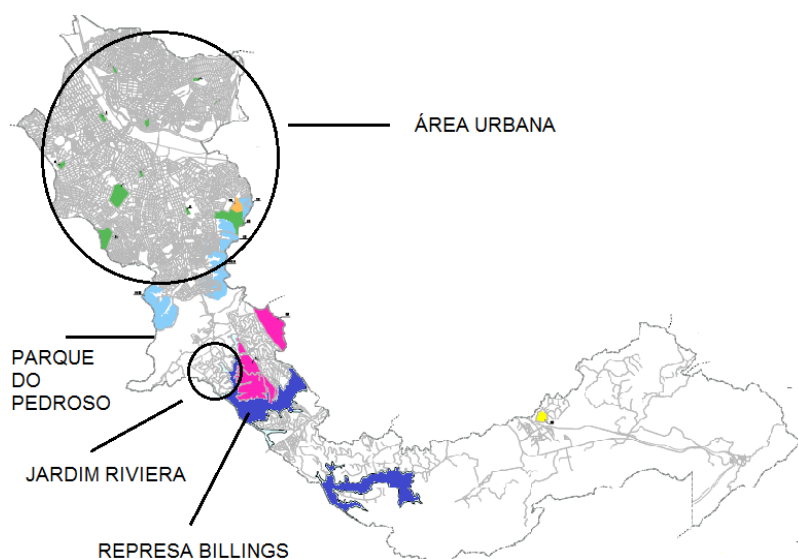


Figura 4: Localização do Jardim Riviera adaptado

Fonte: SANTO ANDRÉ, 2011

A Escola João Baptista Marigo Martins foi inaugurada na década de 1980 pelo então governador do Estado, Sr. Paulo Maluf e atua em 3 períodos, desde o Ensino Fundamental I até o Ensino Médio e Educação de Jovens e Adultos (EJA), atendendo a aproximadamente 2000 alunos por período letivo. Dos 174 quilômetros quadrados de área do município, 62% são constituídas por áreas de proteção ambiental e 38% são área urbana. Habitam o município cerca de 676 mil pessoas, com uma densidade demográfica de 3.887 habitantes por quilômetro quadrado. O total de domicílios é de cerca de 215.617 mil (SANTO ANDRÉ, 2011).

## 2.2 Etapa diagnóstica

O problema de pesquisa que norteia e dá origem a este trabalho trata-se da falta de interesse da maioria dos alunos do Ensino Médio pela disciplina de química. Ao coletar dados por meio de entrevistas com os alunos a respeito da possível causa para tal desinteresse, o que foi observado é que os alunos não encontram uma conexão entre a disciplina e seus interesses, suas experiências. Os alunos, em sua maioria não conseguem efetuar a conexão entre a disciplina e os fenômenos cotidianos.

A partir desta constatação, foram aplicados aos alunos de quatro turmas do 3º Ano do Ensino Médio um questionário composto por cinco questões abertas e uma fechada, contendo

temas relacionados à química e meio ambiente, com o objetivo de avaliar as percepções dos alunos com relação aos temas. O questionário foi aplicado a 137 alunos de quatro turmas da terceira série do Ensino Médio, com o objetivo de subsidiar análise e compreensão das concepções dos alunos a respeito do ensino de química e sua relação com o meio ambiente. As turmas foram classificadas nesta pesquisa como Turmas A, B, C e D. O questionário versava a respeito de suas impressões acerca da importância do ensino de química no Ensino Médio, bem como sua relação com o meio ambiente.

Os itens de análise apresentados no questionário foram: relação do aluno com o meio ambiente, importância relativa ao ensino de química e estabelecimento de relações entre química e meio ambiente, como mostrado na tabela 6:

TABELA 6: Questionário aplicado na etapa diagnóstica

<b>Questão 1</b>	O que você acha que pode existir em comum entre química e Meio Ambiente?
<b>Questão 2</b>	Na sua opinião, o que causa a poluição do ar?
<b>Questão 3</b>	Na sua opinião, o que pode causar a poluição das águas?
<b>Questão 4</b>	Você acha que existe alguma relação entre poluição atmosférica e poluição das águas?
<b>Questão 5</b>	Você acha que a química pode colaborar para a diminuição da poluição ou a química é a causa da poluição?
<b>Questão 6</b>	De 1 a 10, que nota você daria para a importância de se estudar química no Ensino Médio?

### 2.3 Planejamento da ação

A segunda fase da pesquisa-ação é a fase de planejamento, que, segundo Engel (2000), o professor pode, por exemplo, pensar em modificar seu modo de transmissão do conteúdo da disciplina por meio da utilização de instrumentos didáticos diferentes dos utilizados comumente, que possam tornar a aula mais interessante e produtiva.

Em linha com as propostas do autor, a situação de aprendizagem aplicada aos alunos foi relacionada à coleta de amostras de água de chuva, medição de seu pH e posterior análise

dos resultados relacionando-os com dados obtidos pela Cetesb acerca de emissões de poluentes atmosféricos que favorecem a precipitação ácida. Esta proposta teve como foco a busca de um ensino mais contextualizado e significativo para o aluno, sendo utilizado como um meio didático diferenciado daquele proposto pelo material didático enviado pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo e relacionado à vivência dos alunos e seu ambiente.

A situação de aprendizagem proposta tomou como base as diretrizes contidas no currículo apresentado pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, que norteia os temas a serem abordados para cada série em cada disciplina. Este documento apresenta as diretrizes para o desenvolvimento de competências, em especial o domínio das várias formas de linguagem, incluídas a da leitura e escrita, além da argumentação, representação e comunicação.

A necessidade de contextualização e desmistificação do ensino de química foi objeto de preocupação também do Conselho Regional de Química- 4ª Região (CRQ-4), que divulgou em seu informativo bimestral nº 108, a escolha de 2011 como sendo o Ano Internacional da Química e, como parte das comemorações, seriam realizadas palestras em 1500 escolas para estudantes dos níveis fundamental e médio, com o intuito de desmistificar o ensino de química, apresentar a relação da disciplina com o cotidiano (contextualização) e com isso despertar o interesse dos alunos pela disciplina (CRQ, 2011a, p.8).

Já no Informativo CRQ-4 edição 109 trouxe notícia sob o título “Parceiros distribuirão 5000 kits para a medição de pH”. O artigo trouxe a informação de parceria firmada por sindicatos, empresas distribuidoras de produtos químicos e a Unicamp (Universidade de Campinas), que financiariam a distribuição de cinco mil kits de medição de pH de água para escolas paulistas (CRQ, 2011b, p.10), demonstrando a relevância do entrelaçamento entre química questões ambientais.

Para a realização da medição do pH de água de chuva pelos alunos da escola João Baptista Marigo Martins, foram adquiridos dois conjuntos de fitas para medição de pH, com indicadores coloridos: um com faixa de medição de pH 0 a 14, marca Macherey-Nagel, referência 921 10 e outro específico para medição de pH de água, com faixa de medição entre 3,6 e 6,1 da mesma marca, referência 921 30. A coleta foi realizada pelos alunos e colaboradores nas vizinhanças da escola e de suas residências, para posterior análise dos dados obtidos. A figura 5 – fitas para medição de pH, mostra as fitas utilizadas.



Figura 5: Fitas para medição de pH

## 2.4 Implementação do plano de ação

Esta etapa ocorreu no segundo bimestre de 2011, quando foi apresentado aos alunos das quatro turmas do terceiro ano do Ensino Médio o caderno 2, fornecido pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2009). O material trata em sua Situação de Aprendizagem 2, do tema “Entendendo a escala de pH”. Como desenvolvimento da situação de aprendizagem, foram apresentados aos alunos textos referentes à acidez no solo, água e sangue, nos quais os alunos puderam observar a importância do controle de pH, bem como substâncias que contribuem para o aumento ou diminuição do pH, como por exemplo óxidos de enxofre.

Em seguida foi apresentado aos alunos o conceito de pH de acordo com a definição de Arrhenius, que define ácido como uma substância que, em solução aquosa, libera exclusivamente como cátions íons  $H^+$  (SÃO PAULO, 2009).

### 2.4.1 Coleta de amostras de água de chuva

Foi realizado trabalho com uma das turmas, aqui identificada como turma A, um experimento de campo, no qual os alunos coletaram amostras de água de chuva e medido seu valor de pH, a fim de se avaliar eventuais contaminações das águas de chuva da região com

poluentes ácidos, em especial os dióxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ) e enxofre ( $\text{SO}_2$ ). Tais valores foram comparados com amostras de água de chuva coletadas de outras regiões.

O período de coleta estendeu-se de junho a novembro de 2011. As amostras foram coletadas em quatro pontos diferentes: o primeiro ponto foi na região do Jardim Riviera, onde estão localizadas a escola e as moradias dos alunos. O segundo ponto de coleta foi no bairro Vila Pires, local mais populoso, distante cerca de dez quilômetros do Jardim Riviera. O terceiro ponto de coleta foi no bairro Utinga, distante cerca de vinte quilômetros do Jardim Riviera. O quarto ponto de coleta foi em local próximo a Avenida dos Estados, em Santo André, um local onde se situam várias empresas e com um volume de tráfego bastante intenso, distante, aproximadamente, vinte quilômetros do Jardim Riviera. Todos esses locais estão localizados na Região Metropolitana de São Paulo.

O critério de escolha dos locais de coleta foi apenas pela facilidade de coleta de amostras por alunos e colaboradores. Para as turmas B, C e D foram seguidas as diretrizes contidas no caderno do aluno (o material enviado pela Secretaria Estadual de Educação), ou seja, não participaram da coleta de amostras de água de chuva.

#### **2.4.2 Situação de Aprendizagem – Poluição Atmosférica**

Esta etapa da pesquisa ocorreu a partir do mês de outubro, no quarto bimestre letivo de 2011, quando os alunos receberam o caderno do aluno volume 4, que tem como tema *poluição atmosférica* em sua situação de aprendizagem 1.

Foi apresentado aos alunos o ciclo do enxofre e sua rota na atmosfera e, retomado o conceito de acidez tratado no segundo bimestre, na situação de aprendizagem dois, assim, os alunos puderam efetuar a conexão entre chuva ácida e poluição atmosférica. A figura 6 - Rota de enxofre na atmosfera, mostra o sulfato de amônia ( $\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  que forma-se pela interação entre o ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) e amônia ( $\text{NH}_3$ ) presentes na atmosfera. As fontes de  $\text{NH}_3$  atmosférico são provenientes da decomposição enzimática da ureia (excrementos, urina), queima de biomassa e perdas durante a aplicação e produção de fertilizantes, mostrado abaixo (SÃO PAULO, 2009a).

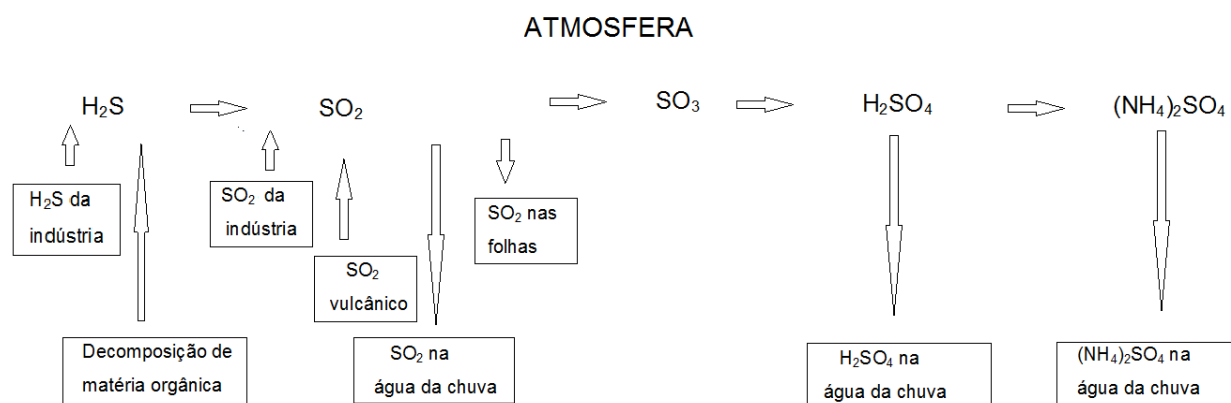


FIGURA 6 – Rota do Enxofre na atmosfera

Fonte: São Paulo, (2009a)

### 2.4.3 Pesquisa sobre Poluentes Atmosféricos Ácidos

A partir dos conceitos apresentados na etapa 2.4.2, foi solicitado que alunos da turma A realizassem uma pesquisa no sítio da Cetesb, em seu Relatório Anual de Qualidade do Ar, a fim de verificarem os níveis de poluentes ácidos, como óxidos de enxofre e nitrogênio, apurados por meio de medições dos níveis de poluentes no ar atmosférico nas várias estações de monitoramento instaladas na Região Metropolitana de São Paulo. Com os dados coletados, realizou-se uma mesa redonda a fim de se avaliar se o pH da chuva da região poderia ou não apresentar níveis altos de acidez.

### 2.4.4 Experimento sobre Chuva Ácida

Ao final do segundo semestre de 2011 foi realizado com os alunos da turma A um experimento sobre chuva ácida, baseado no protocolo utilizado pela Universidade de São Paulo (CAMPOS et al, 2010) e adaptado para a realidade local, com o intuito de demonstrar a contribuição dos gases de enxofre para a produção de chuva ácida.

Materiais e Reagentes:

- a) Frasco de vidro;
- b) Fio de Cobre;
- c) Enxofre em Pó;
- d) Papel alumínio;
- e) Fita de medição de pH;
- f) Caixa de fósforos;
- g) Tapa de caneta;
- h) Colher de plástico.

Procedimento:

Foi montado um cone com o fio de cobre. Para isto utilizou-se a tampa de uma caneta como molde, como na figura 7 – Cone feito com fio de cobre.



Figura 7 – Cone feito com fio de cobre

Com o auxílio de uma colher de plástico, foi adicionada pequena quantidade de enxofre em pó no cone de cobre. Posicionou-se um palito de fósforo aceso abaixo do cone para iniciar a queima do enxofre. Introduziu-se o cone de cobre no frasco, conforme figura 8 – Frasco com cone e enxofre.



Figura 8 – Frasco com o cone e enxofre

O frasco Erlenmeyer foi tampado com um pedaço de folha de alumínio para evitar a saída de vapores de enxofre. Pôde ser observada, então, a formação de uma névoa no interior do frasco Erlenmeyer, conforme figura 9 -Formação de óxidos de enxofre.



Figura 9 – Formação de Óxidos de Enxofre

Foram coletados aproximadamente 50 mililitros de água da torneira e efetuada a medição de seu pH. O valor encontrado foi 6,0. Com cuidado, adicionou-se a água no frasco contendo gases de enxofre, simulando uma precipitação. Após alguns instantes, parte da névoa dissipou-se, caracterizando a absorção pela água dos gases de enxofre. Foi efetuada então nova medição do pH da água dentro do frasco. Esta medição evidenciou uma acidificação da água, com um valor de pH de 3,0, conforme figuras 10 – Simulação de precipitação e 11 – Medição do pH.



Figura 10 - Simulação de precipitação



Figura 11 – Medição do pH

#### 2.4.5 Coleta de dados para avaliação dos efeitos da implementação do plano de ação

Ao final da situação de aprendizagem os alunos das quatro turmas responderam novamente à questão fechada contida no questionário aplicado na fase diagnóstica, com o intuito de avaliar o entendimento dos alunos com relação à importância do estudo de química, cujos resultados foram comparados com o aplicado na primeira etapa situação de aprendizagem.

### 3 Resultados e Discussões

Durante a fase diagnóstica, quando aplicado questionário aos alunos, observou-se que a maioria não possuía em sua estrutura cognitiva informações necessárias a fim de se fazer uma conexão entre os temas química e meio ambiente, ou quando esta conexão ocorria, esta se apresentava de maneira subjetiva e incipiente, o que foi confirmado por meio das respostas vagas dadas pela maioria dos alunos às questões formuladas.

A formulação do problema e a construção da hipótese surgiram com base nos resultados obtidos, indicando que os alunos não se interessam pela disciplina de química e não efetuam uma correlação consistente entre química e meio ambiente. A inferência que se fez é que temas da química podem ser mais bem compreendidos quando relacionados ao meio ambiente e ao cotidiano dos alunos.

#### 3.1 Questionário preliminar

A partir dos dados obtidos com o questionário preliminar apresentado aos alunos no início da pesquisa, pôde-se observar que a maioria dos alunos não correlacionava os dois assuntos, ou seja, não viam relação entre química e meio ambiente ou em caso positivo, não conseguiam explicar de que maneira ela ocorre. Na primeira questão, por exemplo, “*O que você acha que pode existir em comum entre química e meio ambiente?*”, as respostas se mostraram vagas ou somente apontaram relações de negatividade, como poluição, por exemplo, sendo que 68% (93 alunos de um total de 137 alunos) apresentaram respostas inconclusivas. Eis alguns exemplos:

“A química é muito prejudicial ao meio ambiente.”

“Poluição atmosférica”.

“Deve existir algo em comum, pois a química fala do meio ambiente”.

“Substâncias químicas são tiradas do meio ambiente”.

“A química no meio ambiente são os gases”.

“Pode trazer melhoria e pode prejudicar, tudo está relacionado com o meio ambiente”.

“A química e o meio ambiente fazem parte do nosso cotidiano”.

“A química estuda as fórmulas do meio ambiente”.

“Nada, porque meio ambiente a gente aprende em geografia”.

Na questão número dois, “*Na sua opinião, o que causa a poluição do ar?*”, a maioria dos alunos relacionou emissões veiculares e industriais como fonte principal de poluição atmosférica. As indústrias, em sua maioria, estão trabalhando para que se façam inventários das emissões por meio da ACV, como citado em Gianetti e Almeida, (2006), com o intuito de diminuir emissões por meio do reaproveitamento de materiais, fato desconhecido pelos alunos. Seguem alguns exemplos de respostas:

“Fumaça dos veículos”,

“As indústrias e os automóveis”.

“Produtos químicos”.

“A química que faz mal ao ser humano”.

“Fogueiras, carros”.

“Gases das indústrias”.

A questão número três tratava da poluição das águas. “*Em sua opinião, o que pode causar a poluição das águas?*”. Esta questão foi particularmente interessante, pois não obstante a maioria dos alunos reclamarem do mau cheiro proveniente do lançamento de esgoto sem tratamento nas águas da represa (muitos deles moram à beira das águas da represa) apenas 43% (59 de um total de 137) relacionaram os esgotos como fonte de poluição hídrica. As respostas mais recorrentes foram:

“Lixo, óleo”,

“Barcos que soltam petróleo na água”,

“Esgoto”.

Na questão número quatro foi abordada a relação entre poluição atmosférica e poluição das águas. Esta questão foi colocada aos alunos, pois posteriormente foi trabalhado o tema chuva ácida, no qual um poluente atmosférico é carregado pela chuva e pode contaminar água e solo. “*Você acha que existe alguma relação entre poluição atmosférica e poluição das*

águas?”. Nesta questão, 55% (75 de um total de 137 alunos) acharam que há relação entre poluição atmosférica e poluição hídrica, mas não sabem bem como ocorre. Eis alguns exemplos de respostas:

“Sim, porque a atmosfera lança cada vez mais poluição”.

“Sim, pois quando há poluição, pode passar para a atmosfera”.

“Sim, mas não sei explicar”.

“Sim, porque quando chove a poluição do ar acaba indo para a água”.

“Não, porque poluição atmosférica é a poluição dos veículos (fumaça), a poluição das águas é lixo e esgoto”.

“Não, são poluições diferentes”.

“Não, porque a poluição da água ou fica na água ou a gente bebe, a poluição do ar nós respiramos”.

Na questão número cinco, os alunos foram inqueridos acerca da contribuição da química para a melhoria do ambiente. “*Você acha que a química pode colaborar para a diminuição da poluição ou a química é a causa da poluição?*” Cerca de 60% (82 de um total de 137 alunos) concordam que a química pode colaborar. Eis algumas respostas:

“Os dois, a química pode ser em parte, como a biologia, que tratam do meio ambiente, mas também polui através da química das empresas”.

“Eu acho que a química é a causa da poluição, pois os poluentes são produtos químicos”.

“A química pode ajudar a diminuir a poluição”.

“Pode ajudar, mas precisa muitos estudos”.

“A química prejudica a poluição”.

“A química ajuda a aumentar a poluição”.

A sexta e última questão solicitava aos alunos que pontuassem de 1 a 10, numa concepção de valor, a importância do estudo de química, sendo que a nota 1 significava nenhuma importância e a nota 10, total importância. “*De 1 a 10, que nota você daria para a importância de se estudar química no ensino médio?*”. As figuras 12 - Importância do estudo

química, número de alunos e 13 - Importância do Estudo de Química, porcentagem, ilustram o resultado. Dos 137 alunos que responderam à pesquisa, 60 alunos (44% do total de alunos) atribuíram nota inferior a 5 e somente 22 alunos (16% do total de alunos) atribuíram nota sete ou superior, considerando relevante o estudo de química.

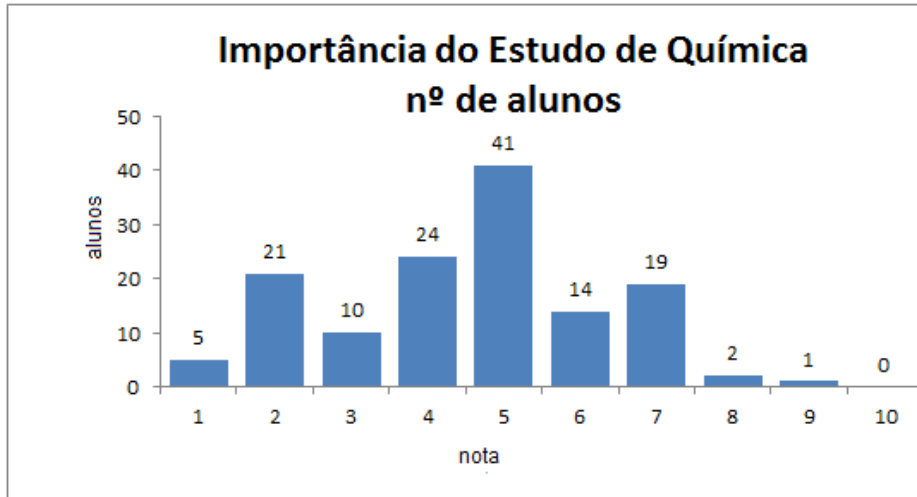


Figura 12 - Importância do Estudo de Química, número de alunos.

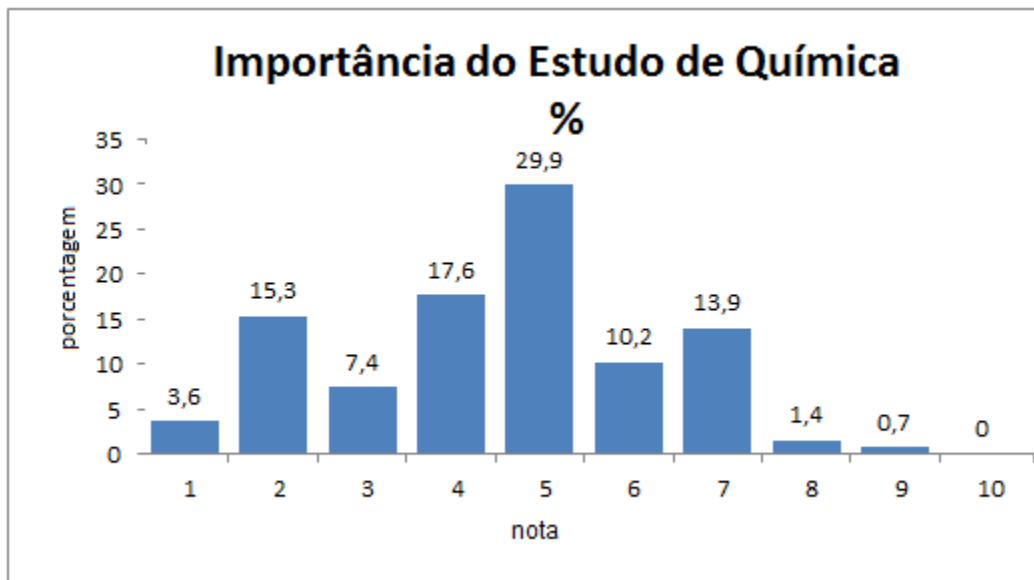


Figura 13 - Importância do Estudo de Química, porcentagem.

### 3.2 Coleta e medição de pH das amostras de água de chuva

Nesta fase de ação os alunos da turma A iniciaram o processo de coleta e medição do pH das amostras de água de chuva coletadas nos quatro pontos definidos na fase de planejamento. Pude observar, nesta fase, um interesse maior nas aulas por parte da turma A, que foi convidada a realizar coleta de amostras de água de chuva e medição de seu pH.

Uma inferência para esta constatação pode ser o fato de que o processo de coleta de amostras colaborou para a socialização e favoreceu a comunicação entre membros de dentro e fora do círculo familiar, uma vez houve relatos de alunos que solicitavam ajuda dos familiares e amigos para a realização da coleta das amostras.

A necessidade de busca do sentimento de pertencimento se apresenta muito fortemente nesta comunidade específica, devido, possivelmente, a sua condição de vida.

Problemáticas sociais não podem ser deixadas de lado no processo de ensino-aprendizagem. Esta constatação foi feita também por Silva (2008), que realizou um projeto sobre mananciais com alunos de uma escola estadual da Região Metropolitana do Recife, evidenciando o grave problema de falta de água sofrido por aquela comunidade, que necessita percorrer longas distâncias em morros e ladeiras em busca de água em locais já disputados por outras pessoas.

Após as medições de pH serem realizadas, observou-se um interesse por parte dos alunos em saber a razão pela qual os valores obtidos nas amostras de diferentes regiões apresentavam, em alguns casos, valores diferentes.

Estes eram os momentos nos quais se realizavam as reconciliações integrativas, ou seja, os dados obtidos eram relacionados com a teoria apresentada aos alunos, a fim de que eles compreendessem melhor os conceitos químicos relacionados às medições realizadas.

Nas tabelas e gráficos apresentados no item 3.3 encontram-se compilados os valores de pH obtidos das amostras coletadas pelos alunos da turma A nas quatro regiões analisadas: Represa, Vila Pires, Utinga e Avenida dos Estados, localizadas na cidade de Santo André, Região Metropolitana do Estado de São Paulo, no período compreendido entre junho e novembro de 2011.

### 3.3 Compilação de dados obtidos com as medições de pH

Nesta etapa da pesquisa, realizada do quarto bimestre letivo do ano de 2011, os alunos da turma A foram convidados a elaborar gráficos com os dados obtidos em planilha eletrônica. Para isso, foram encaminhados para a sala de informática. De posse dos dados e com o auxílio do professor de matemática, num trabalho multidisciplinar, os aprendizes confeccionaram quatro gráficos, sendo um para cada região analisada (Represa, Vila Pires, Utinga e Avenida dos Estados).

Os dados da tabela 7 e figura 14 - Valores de pH - Ponto de Coleta – Represa referem-se aos primeiros dados referem-se aos valores obtidos no Jardim Riviera, local conhecido como Represa, bairro onde está localizada a Escola João Baptista Marigo Martins, a partir da coleta realizada pelos alunos, professores e colaboradores. Os valores encontrados não evidenciaram a presença de chuva ácida na região.

Tabela 7 – Valores de pH - Ponto de Coleta – Represa

<b>DATA</b>	<b>pH</b>
<b>07/06/2011</b>	6,0
<b>22/06/2011</b>	6,1
<b>02/07/2011</b>	6,1
<b>22/07/2011</b>	6,0
<b>21/08/2011</b>	6,0
<b>31/08/2011</b>	6,1
<b>02/09/2011</b>	6,5
<b>24/09/2011</b>	6,1
<b>02/10/2011</b>	6,1
<b>09/10/2011</b>	6,1
<b>25/10/2011</b>	6,5

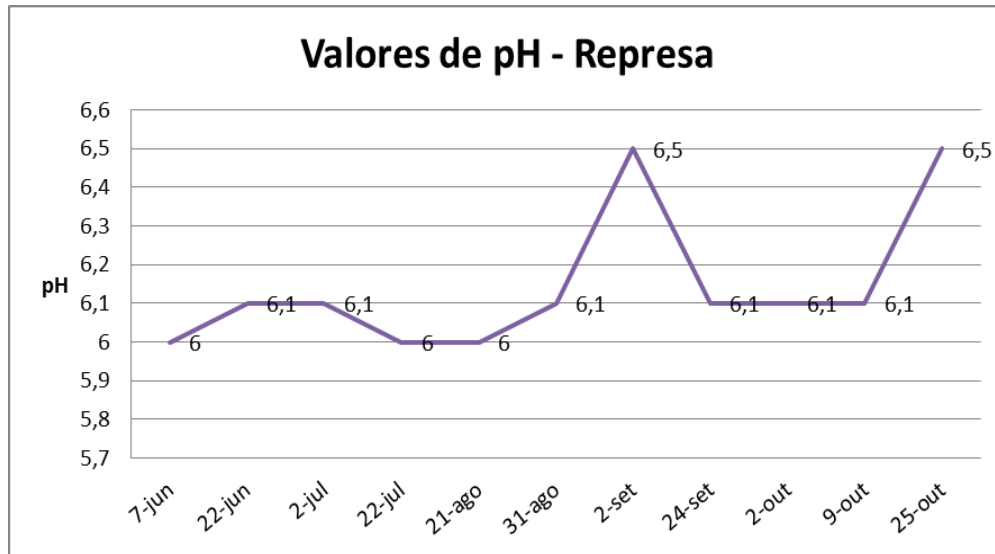


Figura 14 – Valores de pH – Ponto de Coleta : Represa

Na tabela 8 e figura 15 - Valores de pH – Ponto de coleta Bairro Vila Pires, são apresentados os valores encontrados no Bairro Vila Pires. Somente uma amostra apresentou valor no limiar do que pode ser considerado chuva ácida, no dia 07/06/2011.

Tabela 8 – Valores de pH – Ponto de coleta Bairro Vila Pires

<b>DATA</b>	<b>pH</b>
<b>07/06/2011</b>	5,6
<b>22/06/2011</b>	6,1
<b>22/07/2011</b>	6,0
<b>21/08/2011</b>	6,0
<b>02/09/2011</b>	6,0
<b>24/09/2011</b>	6,1
<b>09/10/2011</b>	6,1
<b>25/10/2011</b>	6,1

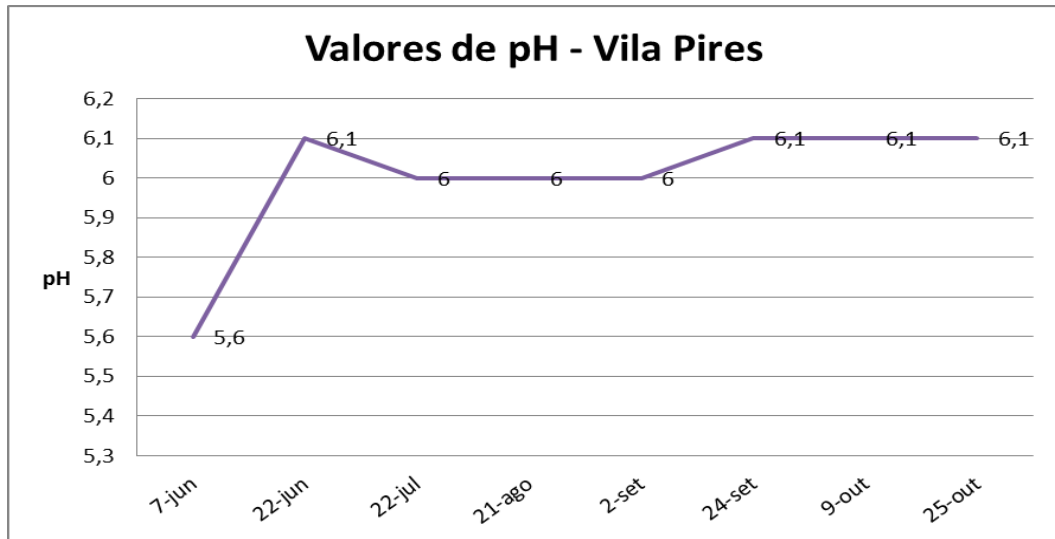


Figura 15 – Valores de pH – Ponto de Coleta: Bairro Vila Pires

Na tabela 9 e figura 16 - Valores de pH – Ponto de coleta Bairro Utinga, são apresentados os valores de pH encontrados no Bairro Utinga, no qual não se evidenciou precipitação ácida.

Tabela 9 – Valores de pH – Ponto de coleta Bairro Utinga

<b>DATA</b>	<b>pH</b>
<b>26/06/2011</b>	6,0
<b>22/06/2011</b>	6,1
<b>22/07/2011</b>	6,0
<b>20/08/2011</b>	6,1
<b>31/08/2011</b>	6,0
<b>02/09/2011</b>	6,0
<b>24/09/2011</b>	6,1

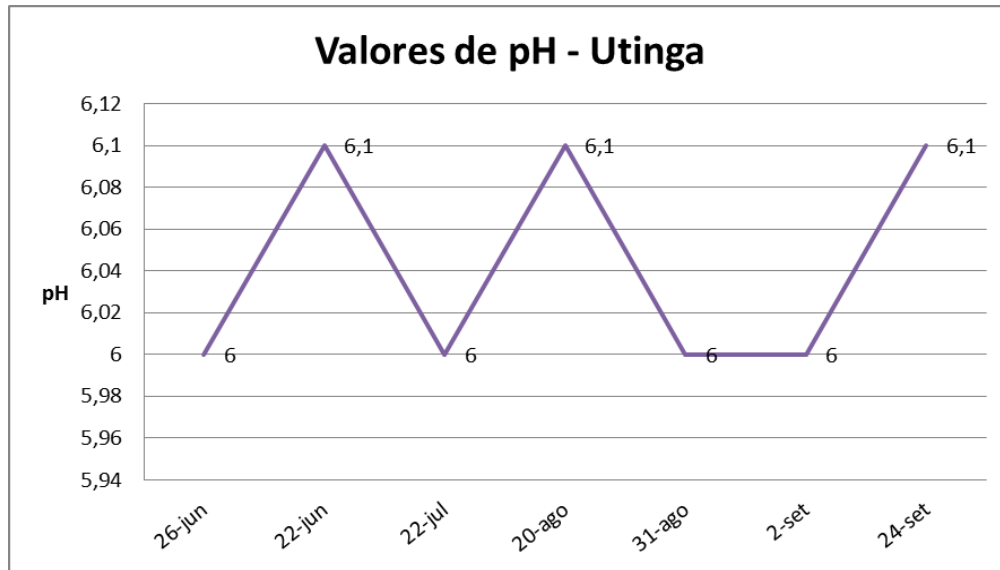


Figura 16 – Valores de pH – ponto de Coleta Bairro Utinga

A tabela 10 e figura 17 - Valores de pH – Ponto de coleta Avenida dos Estados, mostra valores encontrados na Avenida dos Estados, em Santo André, onde duas das quatro amostras avaliadas apresentaram valores no limiar da precipitação ácida. Esses valores podem ser atribuídos ao fato da grande quantidade de caminhões que circulam na região.

Tabela 10 – Valores de pH – Ponto de coleta Avenida dos Estados

DATA	pH
22/07/2011	5,6
21/08/2011	6,1
02/09/2011	6,0
24/09/2011	5,6

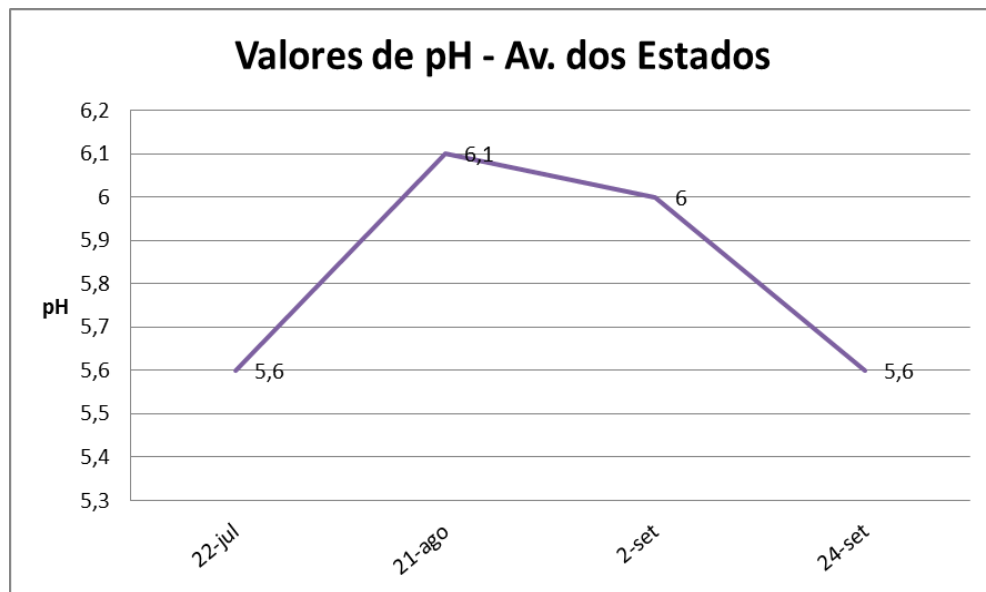


Figura 17 – Valores de pH - Área de Coleta: Av. dos Estados

### 3.4 Pesquisa sobre Poluentes Atmosféricos Ácidos

Após a tarefa de confecção dos gráficos, que demandou duas aulas, os alunos retornaram à sala de informática, onde foi solicitado que os mesmos realizassem uma pesquisa no sítio da Cetesb, no *link* publicações (vide figuras 1 e 2), no qual os mesmos efetuaram pesquisa no Relatório de Qualidade do Ar publicado pelo órgão no ano de 2010, com o intuito de buscar informações a respeito das medições efetuadas nas estações de monitoramento localizadas em quatro regiões (Osasco, Cerqueira César, Ibirapuera e São Caetano do Sul), e anotar os valores das emissões de óxidos de nitrogênio e enxofre, para posterior discussão dos resultados obtidos.

Após esta pesquisa foi realizada uma mesa redonda com os alunos da turma A, em que eles apresentaram os gráficos elaborados, bem como as informações obtidas na pesquisa no sítio da Cetesb. Ficou evidenciado, pelos resultados obtidos nas amostras analisadas, que não houve precipitação ácida em nenhuma das amostras coletadas nos quatro pontos de medição, sendo que em apenas três das amostras coletadas, uma no ponto de coleta localizado na Vila Pires e duas amostras coletadas no ponto Avenida dos Estados apresentaram valores no limiar do que se pode considerar chuva ácida, ou seja, pH 5,6.

O ponto central da discussão foi a tentativa de explicar porque, em algumas amostras, terem sido obtidos resultados de pH de 5,6, considerados no limiar da chuva ácida. A maioria

dos alunos (32), baseados no que foi aprendido e nos resultados obtidos, deduziram uma explicação, a de que os valores de pH da água da chuva na Região Metropolitana não deveriam ser ácidos, devido aos baixos valores de óxidos de nitrogênio e enxofre na atmosfera. Entretanto, quatro alunos (11% do total de 36 alunos) tiveram opinião diferente, inferindo que em certas ocasiões os valores de pH poderiam ser altos, uma vez que eles haviam observado no relatório de Qualidade do Ar da Cetesb de 2010 um gráfico denominado “Máximas Horárias”, verificando-se um valor pontual acima do limite especificado pela agência para que se considere boa a qualidade do ar, quando se consideram os poluentes pesquisados.

A inferência efetuada pelos alunos é de que, como o pH da chuva é diminuído basicamente pela presença de óxidos de nitrogênio e enxofre na atmosfera e as amostras cujos resultados apresentaram um valor de pH mais baixo foram coletadas após um período longo de estiagem, possivelmente as concentrações desses óxidos na atmosfera estivesse aumentada, colaborando para um valor mais baixo de pH, quando comparado com os valores obtidos de outras amostras coletadas após um período de chuvas mais frequente.

Essas inferências por parte dos alunos foram muito pertinentes e confirmadas pelo relatório anual de qualidade do ar publicado pela Cetesb no mês de abril de 2012, no qual consta a informação de que o ano de 2011 foi um dos mais desfavoráveis para a dispersão dos poluentes, uma vez que houve uma diminuição das precipitações, com períodos de estiagem e baixa umidade do ar decorrente da ação do fenômeno conhecido como *La Niña*, principalmente entre o período compreendido entre os meses de maio e setembro (CETESB, 2011 p. 13).

O que se observou nesta fase da pesquisa foi a correlação que os alunos efetuaram entre aumento de poluição e estiagem, além de sua grande participação durante a realização da mesa redonda, com a maioria dos alunos participando ativamente do processo.

Outro fator que deve ser ressaltado foi a motivação dos alunos com relação à utilização dos recursos de informática, fato esperado, visto que é sabido que os adolescentes possuem uma ligação bastante forte com processos digitais.

Outro aspecto relevante para este universo amostral específico foi o simples fato dos alunos se deslocarem da sala de aula para outro ambiente ser um fator motivador, posto que, em sala, muitas vezes os alunos relatam sentirem-se enclausurados, em especial em dias quentes. Acrescente-se a isso que, de acordo com depoimento dos próprios alunos, muitos moram em barracos com dois ou três cômodos, onde vivem várias pessoas, dividindo a cama com os irmãos ou dormindo em colchões espalhados pelo chão. O simples fato de saírem das

salas e se deslocarem pela escola já é um fator motivador para realizarem as atividades solicitadas pelo professor.

A realização do experimento sobre chuva ácida fechou o ciclo de ensino e aprendizagem, uma vez que os alunos da turma A puderam verificar alterações no pH da água em presença de fontes ácidas tanto em pequena escala, por meio da realização do experimento, como também em grande escala, quando da coleta e medição do pH de chuva em sua região.

### 3.5 Questionamento final

O questionário inicial foi aplicado a 137 alunos na fase diagnóstica e a 106 alunos na fase final devido à evasão escolar.

Os resultados das turmas B, C e D que não participaram da realização da coleta de amostras de água de chuva melhoraram um pouco quando comparados aos resultados encontrados na primeira fase, com cerca de 60% dos alunos considerando importante o estudo de química, com notas cinco ou superior, contra 56% da pesquisa inicial, conforme mostrado na figura 17. Uma possível explicação para o fato dos alunos das turmas B, C e D chegarem ao final do ano letivo ainda desmotivados pode, dentre outras razões, residir no fato de que muitos dos conteúdos apresentados pelos cadernos do aluno fornecidos pela Secretaria da Educação não serem estimulantes para os alunos, conforme observações e depoimentos deles próprios. A figura 18 – Importância do Estudo de Química, porcentagem, ilustra os resultados.

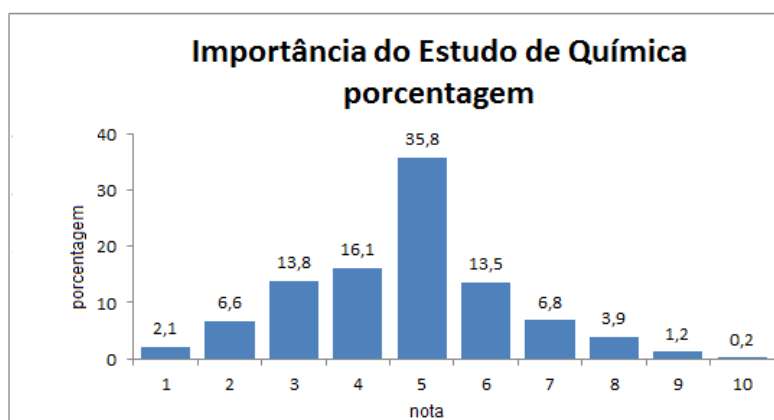


Figura 18: Importância do Estudo de Química – final turmas B, C e D

Quando foram avaliados os resultados do questionário aplicado à turma A, que participou das atividades de coleta de amostra, esse número salta para cerca de 87% (92 de um total de 106 alunos) com notas cinco ou superior, como ilustrado na figura 19 – Importância do estudo de química, porcentagem turma A.

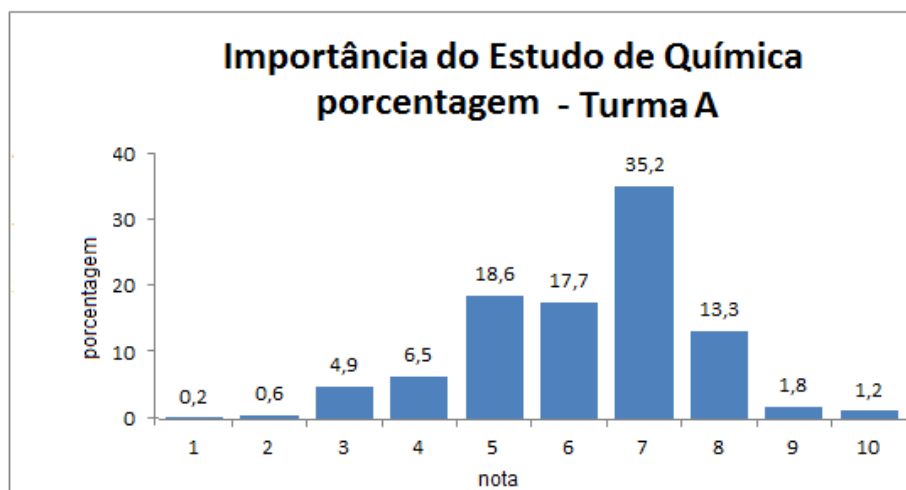


Figura 19: Importância do Estudo de Química – final turma A

A percepção de que a compreensão dos conceitos de química é maior quando se utiliza a metodologia da contextualização com significado é observada por vários pesquisadores. Pode-se citar Santos et al. (2011), que em sua pesquisa constatou que o ensino de química, relacionado com o cotidiano dos alunos a partir da temática “lixo”, em uma escola municipal localizada na Paraíba, no município de Olivedos, propiciou aos alunos uma maior percepção científica e crítica e tornou a aprendizagem mais dinâmica e significativa.

Situações similares às aqui abordadas ocorrem em várias escolas, onde os professores encontram dificuldades na condução do processo de ensino-aprendizagem, não somente com relação ao ensino de química, mas também em outras áreas do conhecimento. Como exemplo cabe citar Hartwig e Pereira (2011), que desenvolveram oficinas de aprendizagem de matemática para alunos do sexto ano do ensino fundamental e terceiro ano do nível médio em uma comunidade carente da cidade de Rio Grande, no estado do Rio Grande do Sul, que apresentavam graves problemas de ensino-aprendizagem.

Para tentar reforçar os conceitos estudados, eram apresentadas situações-problema envolvendo o cotidiano dos alunos, estimulando, desta forma, o raciocínio lógico-matemático desses alunos e uma melhor abstração dos conteúdos ensinados. Como resultado o que se

observou foi uma maior participação e interesse dos alunos com relação ao ensino de matemática.

Outro projeto intitulado “Jovens Talentos para a Ciência”, realizado em parceria com o Governo do Estado do Rio de Janeiro, foi desenvolvido por Grillo (2005) a fim de incentivar alunos do ensino médio ao estudo da disciplina de física, por meio de experimentos e aulas de reforço. O resultado mostrou que muitos alunos, ao final do projeto, se mostraram mais abertos ao tema.

Cain et al (2009) também afirma em seu artigo intitulado “*Instructional design and assessment*”, que a apresentação de palestras direcionadas aos interesses dos alunos são um meio efetivo de motivação dos alunos para temas relacionados à biologia molecular.

### 3.6 Competências trabalhadas durante a realização da pesquisa

As competências trabalhadas nesta proposta foram direcionadas em consonância com o proposto no Currículo elaborado pela Secretaria da Educação do estado de São Paulo, na qual relaciona cada competência a ser trabalhada com as respectivas habilidades que devem ser desenvolvidas pelos alunos, conforme apresentadas na tabela 11 (SÃO PAULO, 2008, p. 26):

Tabela 11 – Competências Trabalhadas durante a pesquisa

Competências Gerais	Habilidades gerais e específicas		
<b>Representar.</b> <b>Comunicar-se.</b> <b>Conviver.</b>	Ler e se expressar com textos, ícones, cifras, gráficos, tabelas e formulas. Converter uma linguagem em outra.	Registrar medidas e observações. Descrever situações. Planejar e fazer entrevistas.	Sistematizar dados. Elaborar relatórios. Participar de reuniões. Argumentar. Trabalhar em grupo.
<b>Investigar e intervir em situações reais.</b>	Formular questões. Realizar observações. Selecionar variáveis. Estabelecer relações.	Interpretar, propor e fazer experimentos. Verificar hipóteses.	Interpretar, propor e fazer experimentos. Verificar hipóteses.

<b>Estabelecer conexões e dar contexto.</b>	Relacionar informações e processos com seus contextos e com diversas áreas de conhecimento.	Identificar dimensões sociais, éticas e estéticas em questões técnicas e científicas.	Analisar o papel da ciência e da tecnologia no presente e ao longo da História.
---	---	---	---

Fonte: SÃO PAULO, 2008.

Observa-se um encadeamento entre as competências apresentadas na Proposta Curricular do Estado de São Paulo, as cinco Competências do Enem e as competências listadas nos PCN's. Este encadeamento entre competências e habilidades faz parte de um novo modo de ensinar (diferente do modelo tradicional de ensino) sendo colocado por Moretto (2011) como educação para competências, com foco em aquisição de conteúdos, desenvolvimento de habilidades, valores culturais e emocionais.

Sendo assim, para que um aluno seja capaz de resolver uma situação problema, este deve apropriar-se de vários componentes. O primeiro deles é conhecimento dos conteúdos referentes à situação problema a ele apresentada. No caso específico da disciplina química, o aluno deve ter aprendido os conceitos referentes ao fenômeno estudado, no caso da presente pesquisa, conceitos de acidez e basicidade. Uma boa orientação para o ensino por competências é apresentar ao aluno, em primeiro lugar, uma situação problema e, a partir dela, elencar conteúdos a serem trabalhados para a sua resolução (MORETTO 2011, p.2). O segundo componente trata das habilidades e procedimentos, ou seja, os conhecimentos relacionados com a ação seja ela física ou mental. Efetuar análises, relações, avaliações, são indicadores de habilidade.

O terceiro componente necessário para que o aluno seja capaz de resolver uma situação problema trata do domínio das linguagens. Para cada área do conhecimento são necessárias linguagens específicas para que haja uma comunicação eficiente. No caso do ensino de química o aluno deve familiarizar-se com termos específicos para caracterizar cada fenômeno.

O quarto componente trata dos valores culturais, que são específicos de cada contexto. Para o ensino de química pode-se exemplificar como valor cultural o fato do aluno pensar e verbalizar que não é necessário estudar química, pois o mesmo seguirá a carreira de jornalismo. O quinto componente trata da administração das emoções, pois para auxiliar o aluno a formar-se para a competência, faz-se necessário encaminhá-lo no sentido de que o mesmo seja capaz de administrar suas emoções, motivar-se para o aprendizado, em outras palavras, evoluir emocionalmente (MORETTO, 2011a).

As atividades relacionadas à química, meio ambiente, realização de experimentos, bem como avaliação do nível de poluição local com a medição do pH da água de chuva, abarcaram as competências específicas contidas no caderno do aluno fornecido pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, que em sua situação de aprendizagem 2, busca como competências e habilidades a leitura e interpretação de textos evidenciando a importância do controle de pH, aquisição de conhecimentos químicos em relação ao pH, modificação do pH da água por adição de solutos, dentre outras (SÃO PAULO, 2009, p.14).

Alcançou-se nesta situação de pesquisa, portanto, todos os aspectos propostos nas diretrizes curriculares, tanto nacional quanto estadual, ao proporcionar ao aluno um aprendizado contextualizado e com significado, por meio de uma situação problema na qual os estudantes tiveram a oportunidade de analisar tabelas, fórmulas, argumentar, realizar observações, experimentos, verificar hipóteses, relacionar informações, processos e contextos. Em suma, o desenvolvimento das competências e habilidades explorado na sua plenitude, evidenciado nos PCN<sup>+</sup> (BRASIL, 2006) retrata o ensino de química como instrumento de formação humana, em sua página 109:

“A química pode ser um instrumento da formação humana, que amplia os horizontes culturais e a autonomia, no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade”.

Os resultados obtidos com esta pesquisa corroboraram as premissas de Perrenoud (2000) e Pimenta (2002), que afirmam que o professor deve trabalhar a partir das concepções dos alunos e aproximá-las dos conhecimentos científicos a serem ensinados, para que o aluno consiga incorporar novos elementos à sua estrutura cognitiva.

O professor, por sua vez, deve construir e modificar seus saberes, fazendo com que o aluno se envolva no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que o processo educacional oscila entre reprodução e mudança.

As concepções de Dewey e Freire, que mostram a intensa ligação entre educação e vivências dos alunos, foram igualmente confirmadas, uma vez que nossa experiência aqui apresentada alia temas da química com forte ligação com o cotidiano da classe, favorecendo o

entendimento dos conceitos químicos e abrindo um horizonte de entendimento de suas responsabilidades com relação às questões ambientais.

Essas impressões foram igualmente percebidas por Silva (2008), Rua (2010) e por Santos et al (2011), que trabalharam com alunos de escola estadual, técnica e municipal, respectivamente, a temática ambiental, e puderam observar que o envolvimento e a compreensão de temas relacionados aos problemas ambientais, no caso específico, a poluição, devem ser trabalhados de maneira multidisciplinar, com forte contextualização e com significado real para o aluno, pois dessa forma se alcançam melhores resultados.

## Considerações Finais

O desinteresse dos alunos por disciplinas como química, física, matemática, dentre outras, é recorrente em muitas instituições de ensino, como evidencia Grillo (2005), Rua (2010), bem como Hartwig e Pereira (2011). Na instituição avaliada neste trabalho de pesquisa, o problema se repete. Estratégias de ensino vêm sendo empregadas na tentativa de despertar nos alunos algum interesse e motivação.

A avaliação diagnóstica realizada na fase inicial da pesquisa demonstrou que os alunos não se interessavam pela disciplina de química e não conseguiam realizar conexões entre esta e meio ambiente.

A contextualização do ensino de química, amplamente apresentada em livros didáticos, bem como no material didático oferecido pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo ainda não foram suficientes para que os alunos fossem mais receptivos à disciplina e realizassem conexões com o cotidiano.

A proposta trabalhada com os alunos nesta pesquisa relacionou temas ambientais e químicos, com o envolvimento de situações cotidianas, que pudesse ser desenvolvida e percebida na própria comunidade.

Quando do início da fase de ação, ao serem apresentados aos alunos conceitos de pH, eles continuaram em sua posição de apatia e desinteresse. Porém, quando foi apresentada a proposta de coleta de amostras de água de chuva de vários locais, houve um crescente interesse por parte dos alunos.

Quando da realização da mesa redonda, que teve por finalidade a comparação dos resultados encontrados com os dados fornecidos pela Cetesb sobre poluentes atmosféricos e suas concentrações na atmosfera, observou-se que grande parte dos alunos conseguiu efetuar uma análise crítica dos resultados apresentados, relacionando-os com a teoria apresentada ao longo do ano letivo e construindo inferências na tentativa de justificar os resultados obtidos.

Todos esses aspectos foram bastante positivos, demonstrando que, quando se oferece aos alunos uma proposta de ensino contextualizado, com estreita relação com sua vivência diária, e relacionados a temas como meio ambiente, consegue-se que os aprendizes interajam e se mostrem mais participativos e abertos à disciplina, corroborando as concepções de Dewey (1952, 2010), Freire (1996) e Jacobi (2003, 2005).

Alguns obstáculos se apresentaram durante a realização da pesquisa. Merece destaque o fato do currículo do Estado de São Paulo se apresentar de maneira fragmentada, uma vez que

a situação de aprendizagem que trata do tema pH ser apresentada no caderno do segundo bimestre e o tema poluição atmosférica é apresentado somente no quarto bimestre letivo.

Com isto houve a necessidade de reapresentação do tema pH aos alunos, para que se pudesse ter um maior encadeamento dos assuntos.

Além disso, o tema “óxidos”, não é tratado no terceiro ano do ensino médio, portanto houve a necessidade de abordagem deste conceito em um momento à parte do currículo proposto para o terceiro ano, pois os poluentes pesquisados foram os óxidos de enxofre e nitrogênio.

Por fim, deve ser mencionada a necessidade de o professor rever a própria forma de ensinar e procurar formas de abordagem que sejam significativas aos seus alunos, fato também observado Cerati e Lazarini (2011), que trabalharam temas ambientais com uma comunidade do entorno do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. Para realidades diferentes são necessárias diferentes formas de abordagens para tratar do mesmo tema, como foi observado em Silva (2008) e Rua (2010).

Porém, independentemente da forma de abordagem, o que ficou evidenciado é a importância dos alunos serem os agentes na produção do conhecimento, e não somente meros expectadores, e a utilização de diferentes recursos de aprendizagem, como a pesquisa e coleta de amostra, utilização de recursos de informática para confecção de gráficos e sítios de pesquisa, de temas ligados à sua realidade propiciam uma maior motivação dos alunos a participarem do processo de ensino-aprendizagem.

## Conclusões

A crise educacional vivenciada nos tempos atuais é um forte indicativo de que os modelos político-pedagógicos vigentes não são capazes de levar o aluno a uma aprendizagem com significado, devido a várias razões, dentre elas pode-se destacar um planejamento curricular muitas vezes não inserido em um real contexto social. Dificuldades financeiras, culturais e sociais, bem como a falhas da gestão educacional geradas por políticas públicas sem processo de continuidade constituem-se em obstáculos para um processo eficaz de ensino-aprendizagem.

A realização de um diagnóstico efetivo dos problemas enfrentados pela escola e seus agentes- professores, alunos, equipe gestora- são fundamentais para que se equacionem e coloquem em práticas estratégias para reverter esta situação.

No trabalho realizado, a realidade vivida por docentes e alunos não é diferente. Dificuldades se apresentam no sentido de desenvolver um processo pedagógico que venha de encontro aos objetivos propostos nas Diretrizes Curriculares. Com o objetivo de levar aos alunos uma proposta de ensino com significado, por meio da relação da disciplina de química com questões ambientais efetivamente vividas pela comunidade, os resultados obtidos foram favoráveis, uma vez que foi observado um maior interesse pela maioria dos alunos (87%) em argumentar, participar e tentar entender os fenômenos químicos relacionados ao experimento de coleta e medição de pH de água de chuva, numa conexão entre teoria e sua realidade.

A aplicação do processo de aprendizagem significativa colaborou para o desenvolvimento de habilidades e atitudes, e pôde-se perceber que os alunos possuem a capacidade de discernir e colaborar para a melhoria da sua condição de vida, uma vez que foi observado um aumento na capacidade dos alunos de analisarem os resultados do experimento com uma visão crítica e lógica.

As situações de aprendizagem aplicadas neste trabalho, bem como o tema escolhido levaram a um resultado positivo, devido entre outras razões, o contexto ao qual se relacionou, em uma comunidade carente, localizada em área de proteção de mananciais. Para esta realidade específica na qual o trabalho foi realizado, progressos no modo de como os alunos encaravam a disciplina de química puderam ser observados, porém, para realidades diferentes talvez seja necessária uma abordagem diferenciada, uma vez que os temas estudados devem ter significado para o aluno e estarem conectados com sua realidade.

Porém, independente da situação de aprendizagem, o modelo de ensino aplicado (Aprendizagem Significativa) mostrou-se uma estratégia eficaz de ensino, pois leva o aluno a se interessar pelos temas apresentados e se apresentar mais receptivos à disciplina.

## Referências

AMARAL, M. D. A poluição atmosférica interferindo na qualidade de vida da sociedade. In: **SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**. 2003. São Paulo: Disponível em: <<http://www.amda.org.br/objeto/arquivos/110.pdf>>. Acesso em: 27 ago. 2011.

ASSUNÇÃO, J. V; MALHEIROS, T. F. In: Educação Ambiental e Sustentabilidade. **Poluição Atmosférica**. São Paulo: Ed. Manole, 2005. Cap. 6, p. 135-174.

ARAUJO, N. R. S.; BUENO, E. A. S.; ALMEIDA, F. A. S. et al. O petróleo e sua destilação: uma abordagem experimental do ensino médio utilizando mapas conceituais. In: **SEMINÁRIO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**. Londrina, v. 27, n. 1, p. 57-62, jan/jun. 2006.

AZANHA, J. M.P. **A formação do professor e outros escritos**. São Paulo: SENAC, 2006.

BRASIL. **Agenda 21 Global**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF, 1992.

\_\_\_\_\_. Lei nº 9294, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Ministério da Educação**, Brasília, DF, 20 dez 1996.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **PCN-Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio**. Brasília. DF. 2000.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **PCN<sup>+</sup>. Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Volume 2: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias Ensino Médio**. Brasília. DF. 2006.

\_\_\_\_\_. Matriz de Referência para o ENEM. **Ministério da Educação**. Brasília. DF. 2009.

CAIN, J. et al. Instructional design and assessment: An Audience Response System Strategy to Improve Student Motivation, Attention, and Feedback. USA. **American Journal of Pharmaceutical Education**, 73 (2) article 21, 2009.

CAMPOS, M. L. A. M; ABREU, D. G.; FRANCELIN, R. et al. **Experimento chuva ácida**. Educação Ambiental e Cidadania. Universidade de São Paulo. Disponível em <[http://www.usp.br/qambiental/chuva\\_acidaExperimento.html](http://www.usp.br/qambiental/chuva_acidaExperimento.html)>. Acesso em: 12 jul. 2010.

CAPRA, F. **Na teia da vida**. São Paulo: Pensamento-Cultrix,1996.

CERATI, T. M.; Lazarini, R. A. M. A pesquisa-ação em educação ambiental: uma experiência no entorno de unam unidade de conservação urbana. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 2, p. 383-92, 2009.

CETESB. Companhia Estadual de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Relatório anual de qualidade do ar do estado de São Paulo**. São Paulo, 2011. Relatório técnico. Disponível em:<<http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/qualidade-do-ar/31-publicacoes-e-relatorios>>. Acesso em: 23 mai. 2012.

CHAVES, M. W. O Liberalismo de Anísio Teixeira. Universidade Federal do Rio de Janeiro. **Cadernos de Pesquisa**, nº 110, p. 203-211, 2000.

COIMBRA, J. A. **Considerações para Elaboração de Projetos em Educação Ambiental**. In: Educação Ambiental. Desenvolvimento de Cursos e Projetos. São Paulo: Signus, 2000. p. 186-197.

COLL, C.; MARTIN, E.; MAURI, T. et al. **O construtivismo em sala de aula**. São Paulo: Ática, 2006.

CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA 4ª REGIÃO (CRQ). **Informativo do Conselho Regional de Química - IV Região**. São Paulo. Ano 20 - Nº 108 - Mar/Abr. 2011a

CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA 4ª REGIÃO (CRQ). **Informativo do Conselho Regional de Química - IV Região**. São Paulo. Ano 20 - Nº 109 - Mai/Jun. 2011b

DELITTI, W.; TAUKE, S. M. **O Papel da ecologia na análise ambiental**. Análise ambiental: Uma visão multidisciplinar. 2. ed. São Paulo: Unesp. p. 163-165, 1991.

DEWEY, J. **Democracia e educação**. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1952.

\_\_\_\_\_. **Vida e educação**. 8. ed. São Paulo: Melhoramentos,1973.

\_\_\_\_\_. **Experiência e educação**. 60ª Aniversário da 1ª Edição. São Paulo. Vozes, 2010.

DIAS, G. F. **Educação Ambiental- Princípios e Práticas**. 6. ed. São Paulo: Gaia, 2000.

DINIZ, E. M. Mudança Climática- Rumo a um Acordo Mundial. **III CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: AMÉRICA DO SUL**. 2007. Disponível

em: <<http://owl.iea.usp.br/iea/artigos/relatorio3confregmudancasglobaisal.pdf>> Acesso em: 03 set. 2010.

DIONNE, H. **A pesquisa ação para o desenvolvimento local**. Brasília, Liber, 2007.

ELLIOT, J. **Action research for educational change**. Open University Press: Milton Keynes & Philadelphia, 1991

ENGEL, G. I.; Pesquisa-ação. **Educar**, Curitiba, editora da UFPR, n. 16, p. 181-191. 2000.

FERREIRA, V. F. A Química é sempre boa. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 255, 2007.

FOUREZ, G. **A construção das ciências – Introdução à filosofia e a ética das ciências**. São Paulo: Unesp, 1995.

FRANCO, M. A. S.: Pedagogia da pesquisa-ação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 483-502, set./dez. 2005

FREIRE, P. **Educação como Prática da Liberdade**. São Paulo: Paz e Terra, 1967.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da Autonomia, Saberes Necessários à Prática Educativa**. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GADOTTI, M. **Perspectivas Atuais da Educação**. Educação & Sociedade. V. 14, n. 2, jun. 2000, p.03-11.

\_\_\_\_\_. **Boniteza e Sonho: ensinar-e-aprender com sentido**. Novo Hamburgo: Freevale, 2003.

\_\_\_\_\_. **Educação e Poder**. 14. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

\_\_\_\_\_. **Convite à Leitura de Paulo Freire**. 2. ed. São Paulo: Scipione, 2007.

GALVEZ, C. Favela pintassilgo. A urbanização que não chega. **Diário do Grande ABC online**, Santo André, 13 mar. 2011. Disponível em:<<http://www.dgabc.com.br/News/5871960/favela-do-pintassilgo-e-a-urbanizacao-que-nao-chega.aspx>>. Acesso em: 28 set. 2011.

GIANETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. V. B. **Ecologia Industrial: Conceitos, ferramentas e aplicações**. São Paulo: Edgar Blücher, 2006.

GIOVANNINI, G. (coord.). **Evolução na comunicação: do sílex ao silício**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1987.

GOLDEMBERG, J; LUCON, O. **Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento**. 3. ed. São Paulo: Edusp, 2008.

GRILLO, M. L. Experiências e orientações de alunos do ensino médio da rede pública. In: **V ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**. Atas do V ENPEC, n. 5, Bauru: Associação brasileira de pesquisa e estudos em ciências, 2005.

HALL, S. **A Identidade Cultural na Pós Modernidade**. 11. ed. Rio de Janeiro: D.P. & A , 2006.

HARTWIG, S. C.; PEREIRA, E. C. Oficinas de reforço de matemática nem comunidades da cidade de Rio Grande. **Udesc em ação**. Relatos e experiências. Santa Catarina. v. 5, n. 1, 2011.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**. São Paulo, n. 118, mar. 2003 . Disponível em <[www.scielo.br/pdf/cp/n118/16834.pdf](http://www.scielo.br/pdf/cp/n118/16834.pdf)> Acesso em: 02 out. 2010

\_\_\_\_\_. Educação Ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. **Educação e Pesquisa**. São Paulo. v.31, n.2, 2005. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1517-97022005000200007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022005000200007&lng=en&nrm=iso)> Acesso em: 03 set. 2010.

\_\_\_\_\_. Educação ambiental e o desafio da sustentabilidade socioambiental. Universidade São Camilo. **O Mundo da Saúde**. São Paulo: p. 524-531, São Paulo 2006. Disponível em <[http://www.scamilo.edu.br/pdf/mundo\\_saude/41/01\\_educacao\\_ambiental.pdf](http://www.scamilo.edu.br/pdf/mundo_saude/41/01_educacao_ambiental.pdf)>. Acesso em: 07 set. 2010.

JOSSO, M. C. **Experiências de Vida e Formação**. São Paulo: Cortez, 2004.

\_\_\_\_\_. **Caminhando para Si**. Rio Grande do Sul: EDIPUCRS, 2010.

KEMMIS,S.; McTAGGART, R. (eds) (1988) **The action research planner**. 3<sup>rd</sup>. Ed. Victoria: Deakin University.

KIPERSTOK, A. COELHO, A. TORRES, E. A. **Tecnologias de gestão ambiental- Prevenção da poluição**. Brasília: CNI-SENAI. 2002.

LEFF, H. **Epistemologia ambiental**. São Paulo: Cortez, 2001.

MARQUES, C. A. Visões de meio ambiente e suas implicações pedagógicas no ensino de química na escola média. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 2043-2052, 2007.

MASINI, E. F. S. **Psicopedagogia na escola**: Buscando condições para a aprendizagem significativa. 3. ed. São Paulo: Loyola, 2002.

MEDINA, N. M. SANTOS, E. C. **Educação ambiental**: Uma metodologia participativa de formação. 5. ed. São Paulo: Vozes, 1999.

MOREIRA, M. A., MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa. A teoria de Ausubel**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2011.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa crítica. In: **III ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**, Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa. Lisboa (Peniche), 2005. p.33-45. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>>. Acesso em: 31 out 2011.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implicação em sala de aula**. Brasília: Ed. UnB, 2006.

MOREIRA, V. **De Carl Rogers a Merleau-Ponty- A pessoa mundana em Psicoterapia**. São Paulo: Annablume, 2007.

MORETTO, V. P. **Núcleo básico – Módulo 5** .Apêndice. Curso de formação de professores. Conteúdos , competências e habilidades no cotidiano da escola. 2011.

\_\_\_\_\_ **Construtivismo**: A produção do conhecimento em aula. 5. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2011a.

MOZETO, A. A, A química ambiental no Brasil. **Química Nova**, v. 25, supl. 1, 7-11, 2002.

NETO, E.S. Aspectos humanos da experiência docente: Problemas e desafios para a formação de professores. In: SEVERINO, A. J.; FAZENDA, I.C.A. **Formação docente: rupturas e possibilidades**. São Paulo: Papyrus, 2002.

OTTAWAY, J. H. **Bioquímica da poluição**. 1. ed. São Paulo: EPU Editora Pedagógica Universitária Ltda, 1980.

PALANGE, I. **O Enigma do conhecimento**. 3. ed. Brasília: SENAI, 2001.

PEDRINI, A. **Trajétórias da educação ambiental**. Pedrini, A. Educação Ambiental. Reflexões e Práticas Contemporâneas. 4. ed. São Paulo: Vozes, 2001.

PELEGRINI, D. F.; VLACH, V. R. F.: As múltiplas dimensões de educação ambiental: Por uma ampliação da abordagem. **Sociedade e Natureza**, ano 23, n. 2, 187-196, mai/ago. 2011.

PELICIONI, M. C. F, CABRAL, C. F. B. **Agenda 21 em casa e na Escola: Da teoria à prática**. Philippi, A. , Pelicioni, M.A.(coord.) Educação Ambiental. Desenvolvimento de Cursos e Projetos Universidade de São Paulo. São Paulo: Signus, 2000. p. 68-75.

PERRENOUD, P. A. **Construir competências desde a escola**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

\_\_\_\_\_. **Novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia na escola das diferenças**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.

PERRENOUD. P. A. **Ensinar: Agir na urgência, decidir na incerteza**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2001a.

PETEROSSI, H. G. **Anotações sobre didática e prática de ensino para o curso de formação de professores**. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. São Paulo, 1998.

\_\_\_\_\_. Reflexões sobre o ensino Mediado por computador a partir de experiências vivenciadas de um grupo de professores-pesquisadores do Centro Paula Souza. Relatório final, **Projeto FAPESP**. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. São Paulo, 2005.

PETEROSSI, H. G.; MENESES, J.G.C. (orgs). **Revisitando o saber e o fazer docente**. São Paulo: Thomson, 2005.

PHILIPPI, A.; PELICIONI, M.A. Alguns pressupostos da educação ambiental. In: \_\_\_\_\_. **Educação Ambiental. Desenvolvimento de Cursos e Projetos**. São Paulo: Signus, 2000. p. 3-5.

\_\_\_\_\_. In: Educação Ambiental e Sustentabilidade. **Bases políticas, conceituais, filosóficas e ideológicas da educação ambiental**. São Paulo: Manole, 2005.

PIMENTA, S.G. **Saberes pedagógicos e atividade docente**. 3.ed. São Paulo: Cortez, 2002.

PIMENTA, S.G.; GHEDIN, E. (orgs). **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. São Paulo: Cortez, 2005.

REIS, M. **Química integral**. São Paulo: FTD, 2004.

RUA, E. R.; SOUZA, P. S. A.: Educação ambiental em uma abordagem interdisciplinar e contextualização por meio das disciplinas química e estudos regionais. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, maio. 2010.

SACRISTAN, G. J. **Educar e conviver na cultura global**. Porto Alegre: Artmed, p. 11-15, 2002.

SANTO ANDRÉ (Município). **Senso econômico**. Numero de habitantes 2011: Disponível em:<<http://www2.santoandre.sp.gov.br/socioeconomica/6788>>. Acesso em: 28 set. 2011.

SANTOS, P. T. A.; et al. Lixo e reciclagem como tema motivador no ensino de Química. **Eclética Química**, v. 36, n. 1, p. 78-92, 2011.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. **Agenda 21**. São Paulo. 2002.

\_\_\_\_\_. Secretaria da Educação. **Proposta curricular do Estado de São Paulo**. 2008.

\_\_\_\_\_. Secretaria da Educação. **Caderno do professor. Química Ensino Médio 3ª Série**. Volume 2, 2009.

SÃO PAULO .Secretaria da Educação. **Caderno do professor**. Ciências da natureza e suas tecnologias. Química. 3ª série do Ensino Médio. Vol. 4. 2009a.

SÃO PAULO .Secretaria da Educação. **Caderno do professor**. Ciências da natureza e suas tecnologias. Química. 1ª série do Ensino Médio. Vol. 3. 2009b.

SÃO PAULO .Secretaria da Educação. **Caderno do professor**. Ciências da natureza e suas tecnologias. Química. 1ª série do Ensino Médio. Vol. 1. 2009c.

SEMASA. **Parque Natural do Pedroso. Patrimônio da vida**. Prefeitura de Santo André. Serviço municipal de saneamento ambiental de Santo André. 2007.

SKAFI, S. H. F.: Contextualização do ensino de química em uma escola militar. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 3, ago. 2010.

SILVA, P. B. S.; BEZERRA, V. S.; GREGO, A. et al. A pedagogia de projetos no ensino de química- O caminho das águas na Região Metropolitana do Recife: dos mananciais ao reaproveitamento dos esgotos. **Química Nova na Escola**, v. 29, ago. 2008.

SOBRAL, H. R. **O Meio ambiente e a cidade de São Paulo**. São Paulo: Makron Books, 1996.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa. **Conceitos**. Brasília, p. 55-60, 2004. Disponível em:<<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/2239/Textos/ASConceitos.pdf>> Acesso em: 02 fev. 2011.

THURLER, M. G. **Inovar no interior da escola**. São Paulo: Artmed, 2001.

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

UNFPA. **População Mundial**. Disponível em: < <http://www.unfpa.org.br/novo/index.php>>. Acesso em: 31 out. 2011.

VECCHIA, R. **O Meio ambiente e as energias renováveis**. São Paulo: Manole, 2010.