

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

**“EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS AULAS DE QUÍMICA DO
ENSINO MÉDIO : O TEMA ÁGUA NA ABORDAGEM CTSA”**

Quézia Geane de Souza da Rocha

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE PROFISSIONAL EM QUÍMICA, área de concentração: ENSINO DE QUÍMICA.

Orientador: Profa. Dra. Rosebelly Nunes Marques

Escola Estadual Pedro Raphael da Rocha

**São Carlos - SP
2017**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Química

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Quezia Geane de Souza da Rocha, realizada em 11/12/2017:

Profa. Dra. Rosebelly Nunes Marques
USP

Profa. Dra. Maria Angélica Penatti Pipitone
USP

Prof. Dr. Dació Rodney Hartwig
UFSCar

Se há uma criatura que tenha necessidade de formar e manter constantemente firme uma personalidade segura e complexa, essa é o professor. (...)

É, certamente, uma grande obra chegar a consolidar-se numa personalidade assim. Ser ao mesmo tempo um resultado — como todos somos — da época, do meio, da família, com características próprias, enérgicas, pessoais, e poder ser o que é cada aluno, descer à sua alma, feita de mil complexidades, também, para se poder pôr em contato com ela, e estimular-lhe o poder vital e a capacidade de evolução.

E ter o coração para se emocionar diante de cada temperamento.

E ter imaginação para sugerir.

E ter conhecimentos para enriquecer os caminhos transitados.

E saber ir e vir em redor desse mistério que existe em cada criatura, fornecendo-lhe cores luminosas para se definir, vibratilidades ardentes para se manifestar, força profunda para se erguer até o máximo, sem vacilações nem perigos. Saber ser poeta para inspirar. Quando a mocidade procura um rumo para a sua vida, leva consigo, no mais íntimo do peito, um exemplo guardado, que lhe serve de ideal. (...)

Como seria admirável se o professor pudesse ser tão perfeito que constituísse, ele mesmo, o exemplo amado de seus alunos!

E, depois de ter vivido diante dos seus olhos, dirigindo uma classe, pudesse morar para sempre na sua vida, orientando-a e fortalecendo-a com a inesgotável fecundidade da sua recordação. (CECÍLIA MEIRELES. Qualidades do Professor. Diário de Notícias, Rio de Janeiro, 10 agost. 1930).

Dedico este trabalho ao meu pai Noé de Souza e ao meu marido Guilherme H. da Rocha, por todo incentivo e suporte.

Agradecimentos

Agradeço a Deus por todos os sonhos que colocou em meu coração e me permitiu realizar.

Ao meu pai que me acompanhou em cada etapa desta jornada, meu maior exemplo de luta e dedicação.

Ao meu marido Guilherme, por sua paciência, companheirismo e encorajamento, neste projeto e na vida.

Aos meus familiares e amigos que torceram pelo meu sucesso e sempre foram compreensivos com meus momentos de ausência.

A minha orientadora, Profa. Dra. Rosebelly, pelo cuidado e disposição com que orientou este trabalho, por me inspirar como referencial de pesquisadora e professora.

A minha coordenadora pedagógica e a minha diretora, que apoiaram o desenvolvimento das atividades extraclasse do projeto, a minha participação nos congressos e a organização do horário de trabalho de acordo com as aulas do mestrado, fornecendo todo suporte burocrático que tornou possível estas ações.

Aos meus colegas professores, pelas discussões pedagógicas e compartilhamento de experiências.

Aos meus alunos que participaram desta pesquisa. E a todos os alunos que passaram pela minha vida, contribuindo com a consolidação da minha formação e estimulando a busca por conhecimento.

LISTA DE ABREVIATURAS

CENA	Centro de Energia Nuclear na Agricultura
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CTS	Ciência Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente
DCNEA	Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental
EA	Educação Ambiental
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
EPA	Environmental Protection Agency
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
MEC	Ministério da Educação
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Parâmetros Curriculares Nacionais Mais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PROUNI	Programa Universidade para todos
RH	Recursos Humanos
SD	Sequência Didática
STSE	Science Technology Society Environmental
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura
UNIMEP	Universidade Metodista de Piracicaba
USP	Universidade de São Paulo

LISTA DE TABELAS

TABELA 3. 1- Concepções de Meio Ambiente (São Carlos, 2017)	51
TABELA 3. 2 - Concepções de Educação Ambiental (São Carlos, 2017)	51
TABELA 3. 3 - Temas abordados pela Educação Ambiental na visão dos alunos. (São Carlos, 2017)	53
TABELA 3.4 - Temas de Educação Ambiental desenvolvidos na escola na visão dos alunos. (São Carlos, 2017)	56
TABELA 3.5 - Disciplinas escolares que trabalharam temas de Educação Ambiental na visão dos alunos. (São Carlos, 2017)	57
TABELA 3. 6 - Você se considera preocupado com o Meio Ambiente? (São Carlos, 2017)	61
TABELA 3. 7- Ações dos alunos para proteção do Meio Ambiente. (São Carlos, 2017)	61
TABELA 3. 8- Ideias prévias sobre Química Verde. (São Carlos, 2017)	103
TABELA 3. 9 - Concepções de Meio Ambiente (São Carlos, 2017)	110
TABELA 3.10 - Concepções de Educação Ambiental (São Carlos, 2017)	110
TABELA 3.11- Temas relacionados com Educação Ambiental na visão dos alunos. (São Carlos, 2017)	114
TABELA 3.12 - Explicações de engajamento dos alunos. (São Carlos, 2017)	118

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 2.1 - Resultados e Metas do IDESP 2012 a 2017 da Escola (PLATAFORMA FOCO NA APRENDIZAGEM, 2017).	35
GRÁFICO 3.2- Temas abordados pela Educação Ambiental na visão dos alunos. (São Carlos, 2017)	53
GRÁFICO 3.3 - Temas de Educação Ambiental desenvolvidos na escola na visão dos alunos das turmas analisadas. (São Carlos, 2017)	57
GRÁFICO 3.4- Disciplinas escolares que trabalham temas de Educação Ambiental na visão dos alunos das turmas analisadas. (São Carlos, 2017)	57
GRÁFICO 3.5- Disciplinas escolares que trabalharam temas de Educação Ambiental na visão dos alunos (São Carlos, 2017).	59
GRÁFICO 3.6- Você se considera preocupado com o Meio Ambiente ? (São Carlos, 2017)	61
GRÁFICO 3.7- Ações dos alunos para proteção do Meio Ambiente. (São Carlos, 2017)	64
GRÁFICO 3.8- Comparação das concepções de Meio Ambiente manifestadas pelos alunos nos questionários prévio e pós. (São Carlos, 2017)	111
GRÁFICO 3.9- Comparação das concepções de Educação Ambiental manifestadas pelos alunos nos questionários prévio e pós. (São Carlos, 2017)	113
GRÁFICO 3.10 - Comparação dos temas relacionados com Educação Ambiental na visão dos alunos nos questionários prévio e pós. (São Carlos, 2017)	116

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1- Modelo de classificação das atividades da Química Verde (adaptado de SJOSTROM, J.,2006).....	28
FIGURA 2.2- Laboratório de Ciências (arquivo pessoal da autora, 2016).....	33
FIGURA 2.3 - Jardins da Escola (arquivo pessoal da autora, 2016).	34
FIGURA 2.4 - Escola Estadual Pedro R. da Rocha (arquivo pessoal da autora, 2016).	34
FIGURA 2.5 - Estrutura Pedagógica do trabalho (elaborada pelas autoras, 2016)..	41
FIGURA 2.6 -Análise de dados da Pesquisa Qualitativa (CRESWELL,J.W.,2010)..	44
FIGURA 2.7 - Panorama Geral do Trabalho (elaborado pelas autoras, 2017).....	48
FIGURA 3.8 - Alunos e Professora na coleta de água no lago (arquivo pessoal da autora, 2016).	93
FIGURA 3.9 - Alunos fazendo a coleta de água no lago e anotações de campo (arquivo pessoal da autora, 2016).	93
FIGURA 3.10 - Alunos realizando a análise da água coletada no laboratório de Ciências da escola (arquivo pessoal da autora, 2016).	94
FIGURA 3.11 - Alunos realizando a pesquisa da resolução CONAMA no laboratório de informática da escola (arquivo pessoal da autora, 2016).	94
FIGURA 3.12 - Alunos caminhando até o lago para atividade de campo (arquivo pessoal da autora, 2016).	95
FIGURA 3.13 - Palestra com profissionais da empresa responsável pelo tratamento de água e saneamento (arquivo pessoal da autora, 2016).	100
FIGURA 3.14 - Experimento 1 no laboratório (arquivo pessoal da autora, 2016)...	101
FIGURA 3.15 - Experimento 2 no laboratório (arquivo pessoal da autora, 2016)...	101
FIGURA 3.16 - Visita técnica na estação de tratamento de água (arquivo pessoal da autora, 2016).	102
FIGURA 3.17 - Alguns trabalhos de pesquisa sobre Química Verde dos alunos (arquivo pessoal da autora, 2016).	108
FIGURA 3.18 - Página inicial do Blog dos alunos (arquivo pessoal da autora, 2016).	108
FIGURA 3.19 - Experimento no Laboratório de Ciências (arquivo pessoal da autora, 2016).	109

LISTA DE QUADROS

QUADRO 3.1- Sequência Didática 1.....	70
QUADRO 3.2 - Experimento da Sequência Didática 1.....	73
QUADRO 3.3 - Sequência Didática 2.....	77
QUADRO 3.4- Experimentos da Sequência Didática 2.....	80
QUADRO 3.5 - Sequência Didática 3.....	84
QUADRO 3.6 - Experimento da Sequência Didática 3.....	86

RESUMO

EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS AULAS DE QUÍMICA DO ENSINO MÉDIO: O TEMA ÁGUA NA ABORDAGEM CTSA. Os diversos problemas ambientais vivenciados nas últimas décadas, causados pelos modelos socioeconômicos predominantes, confirmam a necessidade de compromisso com a Educação Ambiental, principalmente no âmbito escolar, onde o desenvolvimento da Educação Ambiental deve ser responsabilidade de todas as disciplinas, em que se destaca a Química. Considerando tal problemática, este trabalho de mestrado buscou propor estratégias didáticas para articular a Educação Ambiental nas aulas de Química da Educação Básica, usando a água como tema gerador e as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental como norteadoras. As estratégias propostas foram estruturadas na forma de Sequências Didáticas. Três Sequências Didáticas foram construídas por meio do estudo das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, dos conteúdos do Currículo de Química de São Paulo e da análise dos questionários prévios aplicados nos alunos participantes da pesquisa. As Sequências Didáticas elaboradas foram aplicadas em sala de aula e os dados coletados por meio de questionários, relatórios de aula, atividades dos alunos, observação e gravação audiovisual. A análise dos dados apontou que as atividades desenvolvidas contribuíram para evoluir a percepção de Meio Ambiente dos estudantes de Naturalista para Globalizante, assim como inserir elementos sociais nos temas que relacionam com Educação Ambiental, entretanto, as Sequências Didáticas não obtiveram sucesso em atingir o engajamento dos alunos com a questão ambiental, sendo um dos pontos a serem melhorados nas mesmas. Em relação ao Ensino de Química, a dinâmica das aulas permitiu diagnosticar dificuldades de compreensão e lacunas nos entendimentos dos alunos, que no estilo tradicional de aula só seriam reveladas na avaliação escrita, período final das atividades. A contextualização socioambiental permitiu aproximar os conteúdos da realidade dos alunos e motivar seu aprendizado. As atividades proporcionaram aos alunos o desenvolvimento das habilidades de realizar pesquisa e construir argumentos, estimularam a responsabilidade e autonomia dos alunos.

Palavras chave: Ensino de Química, Educação Ambiental, Água.

ABSTRACT

ENVIRONMENTAL EDUCATION IN THE HIGH SCHOOL CHEMISTRY CLASS: THE WATER THEME IN THE STSE APPROACH. Various environmental problems have been lived during the last decades, mainly caused by socioeconomic predominant models, confirming the needed of accomplished with Environmental Education, principally regarding school ambit, where the Environmental Education development must be responsibility of all subjects, that the highlight is Chemistry. Considering this problematic, this master degree work looked for didactic strategies to articulate the Environmental Education in the Basic Education Chemistry Classes, using water as the subject generator and the National Curricular Guidelines for Environmental Education as guiding, the strategies proposed were structured by Didactics Sequences. Three Didactics Sequences were building by study of National Curricular Guidelines for Environmental Education, São Paulo Chemistry Curriculum and the previous questionnaires' analysis applied in students participants of search. The Didactics Sequences elaborated were applied in the classroom and data collected by questionnaires, class reports, students' activities, observation and audiovisual records. The data analyses show that the developed activities contributed for the student's environment perception evolution from Naturalist for Globalizes, as well as insert social elements in contents which relate with Environment Education, however, the Didactics Sequences did not get successful to engage students regarding environment question, being one of the points to be improved on them. In relation of Chemistry Teaching, the classes dynamics allow diagnostic compression problems and students lacks, which in the traditional style of classes only would be revealed by writing evaluation, activities of final periods. The socioenvironmental contextualization allows to close the contents of the student realities and motivate their learning. The activities proportionated the development of abilities to realize searching and argumentation building, the responsibility and autonomy stimulation of students.

Keywords: Chemistry Teaching, Environmental Education, Water.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO: DAS ORIGENS AO PROBLEMA DE PESQUISA	XV
CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SUA RELAÇÃO COM O ENSINO DE QUÍMICA	1
1.1 Contextualização Histórica da Educação Ambiental.....	3
1.2 Definições de Educação Ambiental e Sustentabilidade.....	9
1.3 Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Ambiental.....	15
1.4 Ensino de Química e Educação Ambiental na perspectiva CTSA.....	17
1.5 Currículo de Química no Estado de São Paulo	23
1.6 Química Verde e Ensino de Química.....	25
ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....	30
2.1 Pesquisa Qualitativa	31
2.2 Público Alvo	32
2.3 Instrumentos de Coleta de Dados	35
2.4 Sequências Didáticas	38
2.5 Análise dos Dados.....	43
2.6 Referenciais de Análise	45
2.7 Panorama Geral do Trabalho	48
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
3.1 Análise dos Questionários Prévios	51
3.2 Sequências Didáticas Construídas	66
3.3 Análise Sequência Didática 1	87
3.4 Análise Sequência Didática 2	96
3.5 Análise Sequência Didática 3	102
3.6 Análise do Questionário Pós Sequências Didáticas	110

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	120
Considerações Finais	121
REFERÊNCIAS	125
ANEXOS.....	132

Introdução: das origens ao problema de pesquisa

O meu interesse pela Química se iniciou logo no Ensino Fundamental, durante as aulas de Ciências da 8ª série, neste mesmo período, na escola, participei do projeto “Agentes Ambientais Mirins”, as ações desenvolvidas no projeto envolviam palestras de conscientização na escola e no bairro, organização de forças tarefa para limpeza de terrenos próximas da escola e áreas da mesma .

No Ensino Médio a afinidade pela Química se confirmou, me levando ao curso técnico em Química. A experiência e aprofundamento do curso técnico em Química tornou fácil a escolha da profissão no vestibular. É verdade que a certeza da Química veio antes que a certeza da licenciatura, mas sempre existiu uma afeição pela docência, manifestada na admiração pelos professores, na satisfação em resolver um exercício na lousa, apresentar trabalhos na sala de aula e ajudar os colegas de classe na resolução de exercícios e entendimento dos conteúdos.

O contato com a docência se intensificou na graduação, no curso de licenciatura em Química da UNIMEP (Universidade Metodista de Piracicaba), no qual ingressei com bolsa integral do PROUNI (Programa Universidade para todos). No primeiro ano foi possível ser bolsista de Iniciação Científica e participar de congressos, com o projeto “Contribuições à Educação Química no Nível Médio: Desenvolvimento de Experimentos Baseados na Nova Proposta Curricular para o Ensino de Química no Estado de São Paulo”, neste projeto a preocupação com a questão ambiental se fez presente, pensando na escolha das substâncias e materiais envolvidos , suas quantidades, assim como na possibilidade de sua reutilização e nos procedimentos de descarte.

Em 2009, a relação com a questão ambiental se deu como bolsista FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) de treinamento técnico, no CENA/USP(Centro de Energia Nuclear na Agricultura/ Universidade de São Paulo), no projeto “O Papel dos Rios no Ciclo Regional do Carbono”.

Permaneci nos laboratórios do CENA até 2011, ano em que a aprovação na primeira chamada do concurso Estadual de São Paulo me permitiu o ingresso como professora efetiva de Química na E.E. Pedro Raphael da Rocha-Santa Gertrudes/SP.

Na E.E. Pedro Raphael da Rocha encontrei uma equipe de professores e gestores muito bem estruturada e comprometida com a escola, um ambiente de

aprendizado, com troca de experiências que auxiliaram no domínio da sala de aula e verdadeira consolidação da docência.

No mesmo ano de 2011, surgiu a oportunidade de atuar no Ensino Técnico em Química de uma escola particular de Rio Claro. Seguiu-se assim a jornada dupla de trabalho público e privado, típica da vida do professor paulista.

A relação com o currículo de Química e o material didático no exercício da profissão, trouxe inquietações a respeito da presença da Educação Ambiental nas aulas de Química da Educação Básica, posto que poucas situações de aprendizagem davam suporte para uma discussão reflexiva sobre a questão ambiental. Esta inquietação aumentou ao se frequentar alguns treinamentos sobre Educação Ambiental, oferecidos pela Diretoria de Ensino, as palestras destacavam os conceitos e percepções errados de Educação Ambiental, mas sem esclarecer o que seria considerado correto. E os exemplos de atividades, sempre eram voltados para o Ensino Fundamental.

Ao recorrer à literatura, poucas pesquisas que relacionam a Química com a Educação Ambiental foram encontradas, principalmente que tenham foco em auxiliar ou servir de inspiração e apoio para o professor em exercício.

No anseio de me capacitar e melhorar a qualidade das aulas ministradas para os alunos, tomei contato com o programa de Mestrado Profissional em Ensino de Química, da UFSCar. E encontrei a referência da Profa. Dra. Rosebelly Nunes Marques, por meio de correio eletrônico realizei o primeiro contato com a Profa. Dra. Rosebelly que marcou uma reunião presencial no campus da Esalq (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz), neste encontro o desejo de trabalhar com a Educação Ambiental foi manifestado e prontamente acolhido pela Dra. Rosebelly, que aceitou a aluna e deu a oportunidade de ser sua orientada.

Definição do problema de pesquisa

O desenvolvimento da Educação Ambiental é um compromisso de todas as disciplinas na Educação Básica, inclusive da Química. O Ensino de Química tem o objetivo de formar cidadãos críticos e conscientes, que queiram interagir com os problemas de sua sociedade e do mundo, entre os quais estão os problemas ambientais, portanto, a Educação Ambiental deve estar inserida no Ensino de Química para uma formação cidadã sólida.

Considerando então a importância da presença da Educação Ambiental no Ensino de Química, este trabalho visa responder a seguinte questão de pesquisa:

“De que forma inserir a Educação Ambiental nas aulas de Química da Educação Básica usando a água como tema gerador e as orientações das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental?”

Sobre a escolha da temática água, a mesma já é bem presente nas propostas pedagógicas de Química por diversos motivos apontados por Quadros (2004), como sua abundância e distribuição no planeta, sua proximidade do aluno, a problemática da sua poluição e por fazer parte das sugestões apresentadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

Entretanto, segundo Torralbo (2009) o tema água é introduzido nas aulas de Química ainda de forma restrita, abordando somente o seu tratamento e qualidade, o tema não é relacionado à saúde, vida e sustentabilidade ou abordado como objeto de estudo. Assim, com a opção pelo tema gerador água pretende-se colaborar para formulação de abordagens mais amplas e reflexivas para o tema água nas aulas de Química.

Em relação às orientações das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, considera-se um apoio pedagógico sólido para se fundamentar essa pesquisa, pois é um documento oficial recente sobre Educação Ambiental, de 2012, direcionado às instituições de Ensino.

Dessa forma, o objetivo geral desta pesquisa foi elaborar estratégias didáticas que possam contribuir para a inserção da Educação Ambiental nas aulas de Química da Educação Básica, usando como tema gerador a água e as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental como norteadoras.

Os objetivos específicos foram:

- Colaborar para uma reflexão sobre a Educação Ambiental no Ensino de Química, o seu papel na formação de cidadãos responsáveis e suas interfaces com o ensino CTSA (Ciência – Tecnologia – Sociedade e Ambiente).

- Inserir temas relacionados à ¹Química Verde destacando a interface da Química com a questão ambiental.
- Contribuir com a formação cidadã dos alunos.

Para responder a questão de pesquisa, bem como cumprir os objetivos propostos, a dissertação foi formulada em quatro capítulos. No primeiro capítulo apresentam-se as concepções sobre Educação Ambiental e Ensino de Química, assim como as relações existentes entre estas áreas. O Capítulo 2 aborda os aspectos metodológicos desta pesquisa, explicando a coleta e tratamento dos dados. No Capítulo 3 apresentam-se os resultados da pesquisa, discutem-se os questionários aplicados, as Sequências Didáticas construídas e seu desenvolvimento em sala de aula. No Capítulo 4 têm-se as considerações finais deste estudo. Ao final do trabalho encontram-se as referências que foram suporte teórico para o desenvolvimento desta pesquisa.

¹ Química Verde: área da Química voltada ao desenvolvimento e aplicação de processos e produtos, com o objetivo de reduzir ou eliminar o uso de substâncias prejudiciais ao meio ambiente e a saúde humana (LENARDÃO et al., 2003).

Capítulo 1

Contextualização Histórica da Educação Ambiental e sua Relação com o Ensino de Química

1.1 Contextualização Histórica da Educação Ambiental

A necessidade de atenção com as transformações negativas causadas pelas ações humanas no ambiente surge de maneira mais expressiva depois da segunda guerra mundial (1939 a 1945), responsável por prejuízos imensuráveis ao planeta e a humanidade. Entretanto, foi a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano em Estocolmo (1972) que inseriu internacionalmente as questões ambientais em debate (BRASIL, 2005).

Segundo Loureiro e Pacheco (1995) a Conferência de Estocolmo proporcionou o início da menção das questões ambientais no discurso do governo brasileiro, e a partir disso, começam também a serem criados órgãos governamentais para o controle e regulamentação do ambiente no país.

No âmbito mundial a Conferência de Estocolmo influenciou as organizações UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura) e o PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) a promoverem o Seminário Internacional de Educação Ambiental em Belgrado, conhecido como Encontro de Belgrado, no ano de 1975, onde foi criado o PIEA (Programa Internacional de Educação Ambiental) pelas mesmas organizações que promoveram o encontro (DIAS, 2012).

Tendo como objetivo discussões sobre as tendências, prioridades e necessidades da Educação Ambiental, de forma a fundamentar diretrizes e orientações em comum para sua difusão internacional, o Seminário resultou no documento “Carta de Belgrado”.

O documento apresenta o desenvolvimento da Educação Ambiental em âmbito não formal e formal, sendo no formal mencionado todos os níveis de ensino, nas diretrizes e metas estabelecidas é possível observar alguns indícios de caráter socioambiental, pois considera o ambiental com o social, em UNESCO (1977, p.16): “La educación ambiental debería tener en cuenta El medio natural y artificial em su totalidad: ecológico, político, económico, tecnológico, social, legislativo, cultural y estético” e também nas metas em UNESCO (1977, p.15):” La meta de la acción ambiental es” mejorar las relaciones ecológicas, incluyendo las del hombre con la naturaleza y las de los hombres entre sí”. Essas orientações e princípios para a Educação Ambiental são usados ainda hoje para nortear algumas pesquisas e ações em Educação Ambiental.

Em relação ao PIEA (Programa Internacional de Educação Ambiental), entre suas ações destacam-se a série de reuniões que culminaram na 1ª Conferência Intergovernamental de Educação Ambiental em Tbilisi, no ano de 1977. Nessa conferência foram reafirmadas as posições estabelecidas para Educação Ambiental do Seminário de Belgrado e adicionados novos elementos para definir seus princípios pedagógicos e objetivos (UNESCO, 1987).

A ótica socioambiental começou a se destacar nas recomendações da Conferência de Tbilisi. E assim, abriram-se caminhos para novas discussões que chegaram a várias perspectivas de Educação Ambiental, como a de prática educacional transformadora atribuída hoje por diversos autores a mesma. Conforme o documento de Unesco (1978, p.26):

1. Aunque sea obvio que los aspectos biológicos y físicos constituyen la base natural del medio humano, las dimensiones socioculturales y económicas, y los valores éticos, definen por su parte las orientaciones y los instrumentos con los que el hombre podrá comprender y utilizar mejor los recursos de la naturaleza con objeto de satisfacer sus necesidades.

2. La educación ambiental es el resultado de una reorientación y articulación de las diversas disciplinas y experiencias educativas que facilita la percepción integrada del medioambiente, haciendo posible una acción más racional y capaz de responder a las necesidades sociales.

Unesco (1978, p. 29):

Reconociendo que la educación ambiental debería contribuir a consolidar la paz, reducir más las tensiones internacionales y a desarrollar la comprensión mutua entre los Estados, y constituir un verdadero instrumento de la solidaridad internacional y de eliminación de todas las formas de discriminación racial, política y económica.

Portanto, na década de 80 no Brasil tem-se o reflexo desses encontros e compromissos internacionais com a Educação Ambiental, que estão principalmente na legislação, com a Lei 6.938/81 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e cita em seu artigo 2º inciso X a presença da Educação Ambiental em todos os níveis de ensino. A constituição de 1988, conhecida como constituição cidadã, apresenta um capítulo sobre Meio Ambiente, reafirmando a presença da Educação Ambiental em todos os níveis de ensino, fato importante considerando seu momento histórico, período de várias ações democráticas para marcar o fim da ditadura militar, ocorrido em 1985.

As novas legislações trouxeram mudanças importantes para o país na questão ambiental, atribuindo responsabilidade ao Estado na proteção do ambiente,

penalidades para agentes de degradação ambiental, estudos de avaliação de impacto ambiental a serem discutidos em audiências públicas. Contudo, a crise orçamentaria da época não permitiu a real efetividade das políticas ambientais (LOUREIRO e PACHECO, 1995).

Posteriormente, em 1992, o país é sede da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92). Conforme Sorrentino (1998) a Conferência foi um bom exemplo de articulação global, pois embora assumisse compromissos mundiais não perdeu de vista os atores locais, buscando valorizar e potencializar suas ações. Nesse ano, dois importantes documentos foram elaborados, o “Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global” e a “Carta Brasileira para Educação Ambiental”.

No primeiro, a Educação Ambiental é abordada com uma perspectiva de prática transformadora, com o objetivo principal de construir sociedades sustentáveis e promover a cidadania planetária, coloca claramente a junção do social com o ambiental, a referência ao pensamento crítico e reafirma o caráter interdisciplinar mencionado nos documentos internacionais antecedentes.

Comprometemo-nos com o processo educativo transformador através de envolvimento pessoal, de nossas comunidades e nações para criar sociedades sustentáveis e equitativas. Assim, tentamos trazer novas esperanças e vida para nosso pequeno, tumultuado, mas ainda assim belo planeta (TRATADO..., 1992, p.1).

Promover a compreensão das causas dos hábitos consumistas e agir para transformação dos sistemas que os sustentam, assim como para a transformação de nossas próprias práticas (TRATADO..., 1992,p.4).

O “Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global” firmado no Fórum Global, foi tomado como carta de princípios para a Rede Brasileira de Educação Ambiental. A “Carta Brasileira para Educação Ambiental” elaborada com a participação do MEC (Ministério da Educação) compartilha das mesmas perspectivas do Tratado e admite a falta de comprometimento do Poder Público para efetivar as políticas de Educação Ambiental no Brasil (BRASIL, 2005).

Em sequência, no âmbito da educação, os PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) estabelecem a temática ambiental como transversal no Ensino Fundamental, sendo segundo Marques e Pastre (2014) uma das medidas mais efetivas para implementação da temática na área específica da educação.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais os conteúdos de Meio Ambiente foram integrados às áreas, numa relação de transversalidade, de modo que impregne toda a prática educativa e, ao mesmo tempo, crie uma visão global e abrangente da questão ambiental, visualizando os aspectos físicos e histórico-sociais, assim como as articulações entre a escala local e planetária desses problemas (BRASIL, 1998, p.193).

Considerando todos os marcos históricos aqui apresentados e compromissos assumidos pelo país, em 1999 cria-se a Lei 9.795/99, a Política Nacional de Educação Ambiental, sendo recorrente o caráter interdisciplinar, a transversalidade, a determinação de sua presença em todos os níveis de ensino de forma a ser processual, a articulação do local com o global, o reconhecimento do ambiente em sua totalidade e também o incentivo à busca de alternativas metodológicas e produção de material didático para Educação Ambiental.

Pode-se considerar a ótica socioambiental (no sentido de juntar o social ao ambiente natural) em alguns pontos da PNEA (Política Nacional de Educação Ambiental), entretanto é possível identificar um caráter conservacionista em sua definição de Educação Ambiental; e em uma análise geral pode-se dizer que não faz referência à busca de problematizar interesses e questionar modelos socioeconômicos para obter uma prática educativa transformadora:

Art. 1º Entende-se por Educação Ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial a sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999, p.1).

São objetivos da Educação Ambiental:

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

II - a garantia de democratização das informações ambientais;

III - o estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social;

IV - o incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania;

V - o estímulo à cooperação entre as diversas regiões do País, em níveis micro e macrorregionais, com vistas à construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, fundada nos princípios da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade;

VI - o fomento e o fortalecimento da integração com a ciência e a tecnologia;

VII - o fortalecimento da cidadania, autodeterminação dos povos e solidariedade como fundamentos para o futuro da humanidade (BRASIL, 1999, p.1).

Embora duramente criticada por diversos autores, a Política Nacional de Educação Ambiental não foi somente um marco histórico, foi um passo decisivo para a implementação da Educação Ambiental no país, que pode carecer sim de aperfeiçoamento e ações mais efetivas, mas forneceu fundamentos e deu base para que novos programas e regulamentações pudessem surgir nesta área no Brasil.

Um exemplo é o ProNEA (Programa Nacional de Educação Ambiental), embora sua primeira edição seja anterior a PNEA, as demais foram justificadas "(...)" como um esforço do governo federal no estabelecimento das condições necessárias para a gestão da Política Nacional de Educação Ambiental (...)" (BRASIL, 2005, p19). Também usa os princípios do "Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global".

No campo das políticas públicas para Educação Ambiental o ProNEA (Programa Nacional de Educação Ambiental) não possui a escola como público alvo específico, mas a sociedade de maneira geral, conforme BRASIL (2005) o foco do programa está na ideia de "Redes de Educação Ambiental", entre suas ações estão à implantação de polos de EA nos estados, elaboração de programas e cursos para gestores e professores.

Loureiro (2004) considera a edição 2004 do ProNEA uma iniciativa inédita dos Ministérios da Educação e Meio Ambiente devido sua qualidade e intensidade, que pode ser justificada inclusive por dar ênfase ao caráter educativo, o que era pouco observado nos demais documentos por serem elaborados por setores mais técnicos e não ligados diretamente à educação, carentes, portanto de princípios e considerações pedagógicas. O autor ressalta entre os princípios pedagógicos do projeto as características relativas a um caráter crítico e democrático da EA, a importância de não objetivar somente mudanças de comportamento ligadas ao trabalho com ideias e valores, mas também a compreensão da especificidade dos diferentes grupos sociais e seu posicionamento na sociedade.

A falta do caráter educativo nos documentos oficiais de EA, citado por Loureiro (2004), é mencionado também na Proposta de Diretrizes Curriculares

Nacionais para a Educação Ambiental (2012), que assim como o ProNEA surge para colaborar com a efetivação da Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA).

Estabelecida em 15 de junho de 2012, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental têm como público alvo a escola, deixam claro que a EA possui características conceituais e pedagógicas, portanto, trazem contribuições para as práticas de EA na Educação Básica, que serão mais bem discutidas nos próximos subcapítulos.

De forma mais recente, em 2015, foi elaborado e submetido um projeto de lei para modificação da PNEA, em que a principal reivindicação é constituir a Educação Ambiental como uma disciplina da Educação Básica e não mais tema transversal.

Conforme Oliveira (2007) a transversalidade da questão ambiental se deve ao fato de seus conteúdos terem tanto caráter conceitual como procedimentais e atitudinais. Sendo que o conceitual envolve os princípios, o procedimental os processos de produção do conhecimento e os atitudinais os valores.

Observa-se assim que a Educação Ambiental não se trata somente do domínio de um conteúdo, mas de uma formação integral, que abrange visões de mundo, cultura, valores éticos e estéticos, pensamento crítico, empoderamento para ação transformadora, o que pode ser feito em distintos espaços do saber (OLIVEIRA, 2007).

Pensando na organização escolar, acredita-se que a Educação Ambiental como disciplina não conseguiria atender os requisitos de ser processual e permanente, atingir a sociedade como um todo. E se tornaria mais difícil construir uma integração entre as perspectivas de cada área do conhecimento para o entendimento da complexidade das questões ambientais.

Aponta-se que os problemas enfrentados pela Educação Ambiental na escola, não são muito diferentes dos enfrentados pela Educação Química, Matemática e outras áreas que já são disciplinas, pois todos esses problemas recaem em questões estruturais da Educação, que necessitam de modificações bem mais profundas e significativas do que inserção ou corte de disciplinas. Presume-se então que Educação Ambiental ser disciplina não é o verdadeiro ponto a ser discutido para sua real implementação e comprometimento com a formação cidadã das crianças, adolescentes e jovens dessa nação.

1.2 Definições de Educação Ambiental e Sustentabilidade

Diante da influência dos encontros internacionais e nacionais sobre Meio Ambiente e Educação Ambiental, assim como dos documentos oficiais produzidos pelo governo, distintas linhas de pesquisa sobre o tema surgiram, portanto, diferentes classificações e entendimentos sobre o que é Educação Ambiental, o lugar que deve ocupar nas escolas e a forma que deve ser trabalhada.

Sorrentino (1998) identifica quatro linhas de Educação Ambiental: “conservacionista”, “educação ao ar livre”, “gestão ambiental” e “economia ecológica”. A Educação Ambiental “conservacionista” é caracterizada pelo autor como aquela que se fortalece da divulgação dos impactos ambientais e em seu desenvolvimento colaborou para levantar reflexões sobre as causas e consequências da degradação ambiental.

Sobre a “educação ao ar livre”, como explícito no nome é relacionado a atividades como caminhada ecológica e turismo ecológico. A perspectiva de “gestão ambiental” é enraizada na América Latina e impulsionada, entre outros, pelos movimentos democráticos para participação popular na administração de espaços públicos. Já a dimensão “economia ecológica” é ligada ao ecodesenvolvimento, difusão de tecnologias alternativas e seria a originadora de duas correntes divergentes de EA: a do “desenvolvimento sustentável” e a de “sociedades sustentáveis”, sendo o desenvolvimento sustentável a serviço dos interesses de empresários e governos, enquanto “sociedades sustentáveis” reúne os indivíduos que são contra esse modelo predador de desenvolvimento (SORRENTINO, 1998).

Moraes², citado por Loureiro (2002, p.19) distingue três correntes ambientalistas: “Naturalista”, “Romantismo Ingênuo” e “Tecnicista”, essas correntes determinam as práticas de Educação Ambiental desenvolvidas por seus grupos.

Conforme Loureiro (2002) a concepção Naturalista, não possui abordagem histórica, não considera as relações sociais e nela a ação humana é interpretada pelas ciências biológicas. É influenciada pelo determinismo natural e pelo positivismo.

² MORAES, A.C. R. *Meio Ambiente e Ciências Humanas*. 2ed. São Paulo: Hucitec, 1997.

A segunda corrente, “Romantismo Ingênuo” é a do “político e ecologicamente correto”, em que se enquadram os preservacionistas e conservacionistas. Esta corrente se apoia na visão sagra de natureza, sem considerar sua dinâmica e as ações humanas, nela o homem é visto como nefasto (LOUREIRO, 2002).

Na corrente tecnicista, a solução dos dilemas ambientais surgiria das técnicas e gestão dos recursos. Esta concepção ignora os aspectos econômicos e políticos que influenciam na tecnologia (LOUREIRO, 2002).

Pode-se relacionar a corrente Tecnicista mencionada à perspectiva salvacionista de ciências, definida por Auler e Delizoicov (2006) como uma visão de Ciência Salvadora, pautada na ideia de que todos os problemas existentes e os que vierem a existir poderão ser resolvidos com o desenvolvimento da ciência e tecnologia. Sendo segundo os autores uma das perspectivas de ciências que deve ser combatida dentro do movimento de ensino CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade), que ainda será melhor discutido neste capítulo .

Sauvé³ citada por Layrargues (2002, p.132), classifica em seu estudo as tendências de Educação Ambiental. As tendências de EA indicadas possuem uma riqueza de elementos pedagógicos que facilitam relacioná-las com o fazer EA das escolas, são três categorias propostas: “Educação sobre o Ambiente”, “Educação no Ambiente” e “Educação para o Ambiente”.

Conforme Layrargues (2002) a “Educação sobre o Ambiente” tem caráter informativo, em que o ambiente é um objeto de estudo isolado, um conteúdo escolar a ser abordado. Pode-se inferir que esta ideia é correspondente a concepção Naturalista citada por Loureiro (2002) anteriormente.

Da mesma forma, a “Educação no Ambiente” pode ser relacionada à “Educação ao ar Livre” identificada por Sorrentino (1998) e discutida no início desse texto. A perspectiva de “Educação no Ambiente” se refere a ter experiências de contato com a natureza e utilizar dessas experiências e contexto para atividades de aprendizagem sobre o ambiente (LAYARGUES, 2002).

A última tendência, intitulada “Educação para o Ambiente” tem por objetivo engajar seu público alvo com a questão ambiental e desenvolver uma visão

³ SAUVÉ, L. Éléments d’une théorie du design pédagogique en éducation relative à l’environnement, Thèse de doctoral, Université du Québec à Montréal, 1992.

mais crítica de Meio Ambiente, englobando os processos históricos de construção da sociedade ocidental (LAYARGUES, 2002).

Observa-se que em todas essas classificações existe uma ordem de criticidade para os tipos de Educação Ambiental, considerando sua forma e profundidade de abordagem, assim como a contextualização. Repetem-se em algumas classificações as considerações da perspectiva Naturalista, caracterizada como uma prática isolada, sem contextualização, sem reflexões. E da Crítica, que considera contextos históricos e outros aspectos do ambiente que não somente os naturais, sendo favorável para estimular reflexões sobre a questão ambiental, lembrando que através do questionamento nascem as transformações.

Neste sentido, Loureiro (2005) discute duas correntes principais de Educação Ambiental, que serão adotadas como categorias de análise nesse trabalho, são elas:

- a) Educação Ambiental Conservadora.
- b) Educação Ambiental Crítica.

Loureiro (2005) utiliza da tradição crítica e dialética histórica como referencial para fazer suas análises. As características da Educação Ambiental Conservadora ou Comportamentalista segundo o autor são:

- compreensão Naturalista e conservacionista da crise ambiental;
- educação entendida em sua dimensão individual, baseada em vivências práticas;
- despolitização do fazer educativo ambiental, apoiando-se em pedagogias comportamentalistas ou alternativas de cunho místico;
- baixa problematização da realidade e pouca ênfase em processos históricos;
- foco na redução do consumo de bens naturais, descolando essa discussão do modo de produção que a define e situa;
- diluição da dimensão social na natural, faltando entendimento dialético da relação sociedade-natureza (sociedade enquanto realização coletiva e objetivada da natureza humana, ou melhor, enquanto realização e exigência para a sobrevivência da espécie humana – Morin, 2002a); (LOUREIRO, 2005, p.1475).

Observa-se que as práticas de Educação Ambiental que são focadas no comportamento e não na estrutura social, perpetuam a responsabilidade individual e generalizam o ser humano como naturalmente mau, se tornando assim um instrumento do sistema econômico vigente, pois, máscara as fontes da crise ambiental (LOUREIRO, 2002).

O distanciamento entre modelo social e questão ambiental pode ser ilustrado por situações de aprendizagem que não associam, por exemplo, reforma agrária e preservação de florestas, a valorização da natureza deve acompanhar a emancipação humana, a sua dissociação implica em favorecer os modelos vigentes. As causas da crise ambiental vão além da maldade do ser humano e má gestão dos recursos e sim de um conjunto de variáveis interligadas. A construção da sociedade sustentável depende não só dos valores ligados à natureza como da crítica às estruturas sociais e de produção (LOUREIRO, 2002).

Sobre a segunda corrente, Educação Ambiental Crítica ou Emancipatório, as principais características são:

- busca da realização da autonomia e liberdades humanas em sociedade, redefinindo o modo como nos relacionamos com a nossa espécie, com as demais espécies e com o planeta;
- politização e publicização da problemática ambiental em sua complexidade;
- convicção de que a participação social e o exercício da cidadania são práticas indissociáveis da Educação Ambiental;
- preocupação concreta em estimular o debate e o diálogo entre ciências e cultura popular, redefinindo objetos de estudo e saberes;
- indissociação no entendimento de processos como: produção e consumo; ética, tecnologia e contexto socio-histórico; interesses privados e interesses públicos;
- busca de ruptura e transformação dos valores e práticas sociais contrários ao bem-estar público, à equidade e à solidariedade (LOUREIRO, 2005, p.1476).

Em suma, sendo a EA uma prática social, deve associar os aspectos ecológicos aos sociais em seu desenvolvimento, colaborando para a construção de uma leitura de mundo mais crítica, mundo este, no qual se instaurou uma crise ambiental e de vida.

Ressalta-se que se trata de uma conexão entre os aspectos naturais e sociais, não de um enfoque exclusivo social, uma vez que, conforme Loureiro (2002), a abordagem sociológica clássica, sem considerar as especificidades da natureza também é reducionista, nela o homem não regula ou acaba com o funcionamento da natureza, funcionamento que pode ser explicado pela ecologia, à interação existente transforma ambos.

Percebe-se assim, que a EA Crítica pressupõe uma abordagem contextualizada histórica e socialmente, para conseguir realizar uma análise verdadeiramente crítica da relação sociedade – natureza.

Para Loureiro (2002) a ausência dessa análise crítica, incluindo também os aspectos políticos, favorece a continuação do sistema atual de degradação, pois não promove processos democráticos e participativos voltados à qualidade de vida e a novos modelos de sociedade.

Observa-se que EA Crítica pretende ser um instrumento de transformação, uma vez que, os modelos tradicionais de sociedade fracassaram na equidade e qualidade de vida. Sobre essa transformação que deve ser o objetivo das práticas de Educação Ambiental, pode-se acrescentar as palavras de Sorrentino et al (2005, p.287):

A urgente transformação social de que trata a Educação Ambiental visa à superação das injustiças ambientais, da desigualdade social, da apropriação capitalista e funcionalista da natureza e da própria humanidade. Vivemos processos de exclusão nos quais há uma ampla degradação ambiental socializada com uma maioria submetida, indissociados de uma apropriação privada dos benefícios materiais gerados. Cumpre à Educação Ambiental fomentar processos que impliquem o aumento do poder das maiorias hoje submetidas, de sua capacidade de autogestão e o fortalecimento de sua resistência à dominação capitalista de sua vida (trabalho) e de seus espaços (ambiente).

Acredita-se que a Educação Ambiental Crítica é a mais reflexiva e transformadora, sendo assim considerada a mais adequada para inspirar as práticas de Educação Ambiental, principalmente considerando o Ensino Médio como público alvo, é, portanto o referencial de EA adotado neste trabalho de mestrado.

Da mesma maneira que a EA pode ser considerada uma área relativamente nova, com um histórico que demonstra discussões sobre sua identidade e finalidade, o que faz possuir certa diversidade de correntes/interpretações, situação semelhante acontece com o termo “sustentabilidade”.

Conforme Luffiego e Rabadán (2000) a introdução do termo sustentabilidade aconteceu na declaração de Cocoyot, durante uma reunião das Nações Unidas no México em 1974, e sua divulgação ficou a cargo da Comissão Mundial para o Meio Ambiente.

A definição disseminada pela Comissão Mundial para o Meio Ambiente segundo Luffiego e Rabadán (2000, p. 474) é: “es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”.

A disseminação do termo sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável aconteceu sem muita reflexão sobre suas origens e significado, conforme Guimarães e Tommasiello (2003) muitos políticos e empresas o utilizam como jargão para marketing, de maneira enganadora, equivocada ou superficial.

Conforme Jacobi (2003) o conceito de desenvolvimento sustentável emerge no contexto de enfrentamento da crise ambiental, sendo influenciado por duas correntes principais: a primeira delas é fundamentada no trabalho do Clube de Roma de 1972, intitulado “limites do crescimento”. E a segunda fundamentada na crítica ambientalista ao modo de vida contemporâneo, que se tornou mais expressivo depois da Conferência de Estocolmo em 1972.

A primeira corrente pode ser considerada mais radical, propõe o congelamento do crescimento populacional e industrial para se alcançar um equilíbrio econômico e ecológico. A segunda corrente se apoia na existência de uma sustentabilidade social, econômica e ecológica, buscando a harmonia entre os processos ambientais e socioeconômicos para favorecer as necessidades das presentes e futuras gerações (JACOBI, 2003).

Segundo o autor:

As dimensões apontadas pelo conceito de desenvolvimento sustentável contemplam cálculo econômico, aspecto biofísico e componente sociopolítico, como referenciais para a interpretação do mundo e para possibilitar interferências na lógica predatória prevalente. O desenvolvimento sustentável não se refere especificamente a um problema limitado de adequações ecológicas de um processo social, mas a uma estratégia ou um modelo múltiplo para a sociedade, que deve levar em conta tanto a viabilidade econômica como a ecológica (JACOBI, 2003, p.194).

Percebe-se que o desenvolvimento sustentável, assim como a EA Crítica, pretende discutir a relação sociedade- natureza, buscando uma nova lógica de organização que permita o almejado equilíbrio ecológico e econômico, porém, não se trata somente de propor alternativas superficiais na cadeia de produção industrial, priorizando a continuidade do modelo econômico capitalista degradante, mas discutir as estruturas dessa cadeia produtiva que é reflexo de uma sociedade, somente transformações profundas no modelo de sociedade permitirão um real equilíbrio que contemple de fato o “ecológico”.

Concluindo com Jacobi (2003, p.196) “A noção de sustentabilidade implica, portanto, uma inter-relação necessária de justiça social, qualidade de vida, equilíbrio ambiental e a ruptura com o atual padrão de desenvolvimento”. Segundo o autor, o obstáculo para o avanço da sustentabilidade é principalmente o fato da população não ter ciência das reais implicações do modelo atual de desenvolvimento, situação que envolve também o sistema de informação e comunicação, se faz necessário não só a acessibilidade às informações, mas o fortalecimento e disseminação dos argumentos para construção de uma sociedade sustentável.

Evidencia-se assim a importância da EA na superação desses obstáculos, sendo a mesma, um instrumento de disseminação e reflexão de informações pertinentes à área ambiental. Da mesma forma, fica clara a necessidade de compromisso dos educadores de todas as áreas, entre as quais destacamos a Química, com o desenvolvimento da EA nas escolas.

1.3 Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Ambiental

As Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Ambiental (DCNEA) foram homologadas em junho de 2012 pelo Conselho Nacional de Educação. Na sua construção foram consideradas contribuições dos sistemas de ensino, da sociedade, do Ministério da Educação e Cultura (MEC) e também de eventos sobre Educação Ambiental, como fóruns e encontros (BRASIL, 2012a).

O período de debate e homologação das DCNEA está no contexto da realização da “Rio+20”, “Conferência das Nações Unidas sobre desenvolvimento Sustentável” e também da “Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável”, promovida pela UNESCO. Ambas as ações têm como foco discutir e promover o desenvolvimento sustentável, mas cada uma voltada a sua esfera, sendo a “Rio+20” no compromisso político e a “Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável” no compromisso da educação.

As DCNEA surgem para suprir a necessidade de orientações pedagógicas voltadas a Educação Ambiental, expondo características conceituais da área, o que não era demarcado na PNEA (Política Nacional da Educação Ambiental).

Tendo como público alvo as instituições de ensino, as DCNEA propõem superar as práticas de Educação Ambiental reducionistas de caráter Naturalista, frequente nestas instituições, entre elas a escola:

Art. 6º A Educação Ambiental deve adotar uma abordagem que considere a interface entre a natureza, a sociocultura, a produção, o trabalho, o consumo, superando a visão despolitizada, acrítica, ingênua e Naturalista ainda muito presente na prática pedagógica das instituições de ensino (BRASIL, 2012b, p.2).

Percebe-se que as DCNEA mencionam a necessidade de considerar a relação entre o meio natural, social, cultural, político e econômico, estimulando assim a perspectiva Crítica de Educação Ambiental. O mesmo pode ser observado em:

Art.5º A Educação Ambiental não é atividade neutra, pois envolve valores, interesses, visões de mundo e, desse modo, deve assumir na prática educativa, de forma articulada e interdependente, as suas dimensões política e pedagógica (BRASIL, 2012b, p.2).

O documento estabelece como princípios da Educação Ambiental:

- I- totalidade como categoria de análise fundamental em formação, análises, estudos e produção de conhecimento sobre o meio ambiente;
- II - interdependência entre o meio natural, o socioeconômico e o cultural, sob o enfoque humanista, democrático e participativo;
- III - pluralismo de ideias e concepções pedagógicas;
- IV - vinculação entre ética, educação, trabalho e práticas sociais na garantia de continuidade dos estudos e da qualidade social da educação;
- V - articulação na abordagem de uma perspectiva crítica e transformadora dos desafios ambientais a serem enfrentados pelas atuais e futuras gerações, nas dimensões locais, regionais, nacionais e globais;
- VI - respeito à pluralidade e à diversidade, seja individual, seja coletiva, étnica, racial, social e cultural, disseminando os direitos de existência e permanência e o valor da multiculturalidade e pluriétnicidade do país e do desenvolvimento da cidadania planetária (BRASIL, 2012b, p.3).

Pode-se observar novamente menção a perspectiva Crítica de Educação Ambiental, não só no princípio V sobre a abordagem dos desafios ambientais, mas também no destaque a interdependência entre o meio natural e socioeconômico. Em relação às dimensões de abordagem da problemática ambiental, não há um direcionamento para uma única dimensão, as DCNEA consideram todas elas, dimensão local, regional, nacional e global. Conforme Mascarell e Vilches (2016) os trabalhos tendem a focar mais na dimensão regional e não fazer discussões globais. Observa-se assim, a importância de discutir a questão

ambiental em nível regional e levar a discussão em nível global, não reduzir para somente uma dimensão.

Destaca-se ainda, no princípio VI, o respeito à pluralidade e à diversidade como um dos meios para o desenvolvimento da cidadania planetária, o respeito é um dos valores necessários para construí-la. A cidadania planetária é citada por diferentes pesquisadores de Educação Ambiental como um dos objetivos de sua prática, conforme Padilha et al. (2011) pode-se entendê-la como:

(...) a cidadania planetária implica entender a interdependência, a interconexão e a luta comum para todas as formas de vida. (...)

A cidadania planetária tem como foco a superação das desigualdades, a eliminação das sangrentas diferenças econômicas e a integração intertranscultural da humanidade; enfim, uma cultura da justiça e paz (PADILHA et al., 2011, p.27).

Nota-se assim os aspectos sociais nesse contexto da EA, o desenvolvimento da cidadania planetária pressupõe uma justiça ambiental e social, respeitando a pluralidade cultural, étnica, sexual. A transcrição do inciso I artigo 14, ilustra esta afirmação:

I - abordagem curricular que enfatize a natureza como fonte de vida e relacione a dimensão ambiental à justiça social, aos direitos humanos, à saúde, ao trabalho, ao consumo, à pluralidade étnica, racial, de gênero, de diversidade sexual, e à superação do racismo e de todas as formas de discriminação e injustiça social; (BRASIL, 2012b, p.4).

Outros objetivos da EA apresentados pelas DCNEA que podem ser citados são: desenvolver a compreensão integrada de Meio Ambiente, democratização das informações referentes à área socioambiental, incentivar a participação individual e coletiva na preservação do equilíbrio do Meio Ambiente, assim como fortalecer a integração entre ciência e tecnologia para promover a sustentabilidade socioambiental (BRASIL, 2012b).

1.4 Ensino de Química e Educação Ambiental na perspectiva CTSA

Conforme Mortimer et al. (1999) os objetos de estudo da Química são os materiais e as substâncias, suas propriedades, sua constituição e

transformações, dessa forma a compreensão da Química depende da articulação de três níveis de conhecimento, alicerces da área : fenomenológico, teórico e representacional.

O nível fenomenológico aborda os aspectos macroscópicos, os fenômenos que a Química procura explicar. Estas explicações são feitas por meio de modelos : “aqueles que precisam buscar o entendimento de um microcosmo para explicar as realidades deste mundo maravilhoso que nos cerca o fazem com modelos” (CHASSOT, 2003, p.248), estes modelos e os aspectos microscópicos da Química constituem o nível teórico. No nível representacional encontram-se os símbolos, fórmulas e equações Químicas que representam as teorias.

Estes três alicerces devem estar em constante articulação e equilíbrio na sala de aula, demonstrando que a prática não é mais importante que a teoria como propõem o empirismo, ou, o representacional mais importante que o fenomenológico e teórico, como sugere o ensino tradicional, focado na memorização (MORTIMER et al. ,1999). Conforme Chagas (1997) a Química não é uma ciência unicamente prática ou teórica, o químico vive na interação constante do pensar e fazer, deste modo, não basta compreender somente suas leis e fórmulas, mas também os fenômenos a que se referem.

Entretanto, segundo Castro e Marques (2013), o ensino de Química enfrenta obstáculos, como a aversão dos alunos do Ensino Médio pela disciplina. Segundo as autoras citadas, tal fato se deve em parte pelo ensino ser descontextualizado e distante da realidade dos estudantes. Portanto, as pesquisas em Ensino de Química devem buscar alternativas para torná-lo mais atrativo e significativo.

Na Rede Pública Estadual de São Paulo, a Química é uma disciplina presente somente nos anos finais da Educação Básica, no Ensino Médio, que atualmente passa por um processo de discussão sobre sua finalidade e estrutura. Até o momento, a finalidade do Ensino Médio, assim como da Educação Básica, se centrava em formar para a cidadania, com um currículo que deveria ser contextualizado, o que pode ser evidenciado nos PCN + EM (2002) (Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio), o mesmo orienta que as implicações das tecnologias e das ciências na sociedade devem fazer parte do currículo, ou seja, conteúdos contextualizados com a vida em sociedade do cidadão.

Mas o que seria de fato formar para a cidadania? Para responder a pergunta é necessário primeiro refletir sobre o que seria cidadania. Conforme Santos e Schnetzler (2010) a palavra chave para os conceitos de cidadania e democracia é participação, uma sociedade democrática é aquela que tem a participação real do povo, portanto, cidadão é aquele que participa de sua sociedade.

No entanto, para que essa participação aconteça é necessário um indivíduo capacitado, portador de informações diversas, tanto científicas quanto das estruturas políticas. Entre outras, essa capacitação se dá principalmente pela educação (SANTOS e SCHNETZLER, 2010).

Para elucidar o papel da Química na formação do cidadão pode-se mencionar o Ensino de Ciências com enfoque CTS (Ciência – Tecnologia – Sociedade) que tem pressupostos voltados a cidadania.

Conforme Mortimer e Santos (2002 ,p.3):

A proposta curricular de CTS corresponderia, a uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos.

Santos (2007) acrescenta a construção de valores como objetivo do currículo CTS, uma vez que este deve preparar para a cidadania:

O objetivo central desse ensino na Educação Básica é promover a educação científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões (CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2001; SANTOS; MORTIMER, 2000; SANTOS; SCHNETZLER,1997;TEIXEIRA,2003) (SANTOS, 2007,p. 2).

Observa-se que a principal característica do ensino CTS é a contextualização, nos âmbitos: social, tecnológico, histórico, econômico, ético e político, o que lhe atribui um caráter interdisciplinar.

Muitos autores enfatizam o objetivo do movimento CTS de “preparar o aluno para a tomada de decisão”, como se fosse o único objetivo desse movimento, entretanto, outros objetivos podem ser citados, como o de questionar a natureza da ciência, o mito de ser neutra e absoluta. Auler e Delizoicov (2006) apontam a necessidade de combater a “perspectiva salvacionista de ciência”.

Conforme Auler e Delizoicov (2006) a perspectiva salvacionista de ciência pressupõe que o desenvolvimento científico promove desenvolvimento tecnológico, que por sua vez leva ao desenvolvimento econômico, que conseqüentemente acarreta o desenvolvimento social. Entretanto, a desigualdade social demonstra que na realidade não existe essa relação linear entre desenvolvimento científico e social.

Na perspectiva salvacionista de ciência, acredita-se que todos os problemas existentes e que vierem a existir serão necessariamente resolvidos pelo maior desenvolvimento da ciência e tecnologia (AULER e DELIZOICOV , 2006) .

Presume-se que essa perspectiva salvacionista favorece a posição de passividade dos indivíduos diante dos problemas da sociedade, entre os quais destacam-se os problemas ambientais. Permanecer em um Ensino de Química / Ciências que não questiona e combate essa perspectiva, fortalece o modelo atual de economia e sociedade que tem provocado à degradação ambiental e aumentando as desigualdades sociais, assim como insistir nas práticas da EA Conservadora.

Da mesma forma, combater a perspectiva salvacionista de ciência colabora para que os alunos possam aceitar mais visões e resoluções para um problema, o que envolve aceitar e propor outros modelos de produção e sociedade.

Segundo Santos, M. (2007) compreender como o conhecimento científico e tecnológico é gerado deve ser também atribuição da Educação Ambiental, pode-se considerar que este seja um objetivo comum entre a EA e o CTS, fato que é discutido por Loureiro e Lima (2009, p.3):

Em consonância com o enfoque CTS, a perspectiva crítica da educação ambiental parte da premissa de que os conhecimentos e verdades são historicamente constituídos e que a origem dos chamados problemas ambientais está no modo como socialmente nos organizamos, produzimos cultura e intervimos no mundo por meio da técnica.

Ainda em relação aos objetivos da tendência CTS, Santos e Schnetzler (2010) alertam para o fato de que não se trata somente de preparar e incentivar os alunos para a “tomada de decisão” sobre os assuntos de ciência e tecnologia na sociedade, todavia questionar se existem meios para que ela ocorra no país. Caso contrário, pode-se perpetuar a ideia de uma falsa democracia, os autores lembram que os currículos CTS foram desenvolvidos em países industrializados, com realidades e necessidades diferentes do Brasil, principalmente em relação aos

recursos e mecanismo para interferir nas decisões tecnológicas e científicas. Portanto, a mera reprodução desses currículos seria acrítica e prejudicial, adaptações à realidade brasileira são necessários para manter a filosofia do movimento CTS.

Entretanto, na disseminação do Ensino de Ciências com enfoque CTS, surgiram visões reducionistas sobre o movimento, o que tornou necessário a inserção do “A” de ambiente a sigla CTS, Santos e Schnetzler (2010, p.73-74) explicam esta inserção:

Percebe-se assim que um autêntico ensino de CTS seria aquele que apresenta uma visão crítica sobre as implicações sociais da Ciência, no sentido das relações de poder e das implicações mais amplas da tecnologia em termos de suas consequências socioambientais em uma perspectiva de justiça social. Nesse sentido, o ensino de CTS teria um forte caráter de educação ambiental, pois sua visão crítica incluiria necessariamente a reflexão ambiental. Muitas propostas de ensino denominadas CTS, todavia tem se caracterizado por possuir uma visão reducionista mais focada no uso da tecnologia, do que nas suas implicações sociais. Por essa razão, com o passar do tempo, surgiu a denominação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) que buscou resgatar as questões ambientais no enfoque curricular, perdida nas visões reducionistas.

Observa-se assim que o movimento CTSA veio resgatar o papel da Educação Ambiental dentro do movimento inicial CTS, contemplando a reflexão sobre as questões ambientais.

Usa-se o termo CTSA em uma proposta de ensino quando as questões ambientais são consideradas ou priorizadas, o projeto deve almejar os objetivos do enfoque CTS e também a promoção da EA (SANTOS, 2007).

Como visto anteriormente existem diferentes correntes de EA, para Santos (2007) a mais adequada ao movimento CTSA é a da EA Crítica. Percebe-se que ambos os movimentos (CTSA e EA Crítica) tem como objetivo questionar e problematizar o modelo atual de produção e sociedade, que incluem os modelos de desenvolvimento científico e tecnológico, assim como promover reflexões para o verdadeiro exercício da cidadania e para a transformação social. Conforme Santos (2007) o Ensino de Ciências com enfoque CTSA pretende desenvolver valores comprometidos com a cidadania planetária, objetivo convergente com as práticas de Educação Ambiental.

Percebe-se assim, que os dois movimentos, CTS/CTSA e Educação Ambiental têm objetivos convergentes e estão interligados, pois promover a

Educação Ambiental faz parte dos princípios do enfoque CTSA. O mesmo é apontado por Loureiro e Lima (2009, p.5) :

(...) as ações dos cursos CTS acabam por incorporar, direta ou indiretamente, os ideais curriculares e as premissas da educação ambiental preconizados nos documentos oficiais e na Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), tais como ambiente enquanto totalidade, reconhecimento da origem social dos problemas ambientais, vinculação entre ética, trabalho e prática social, caráter crítico e político da prática educativa etc. Na configuração desta interface a informação científica é imprescindível, mas não suficiente. O letramento científico e tecnológico, além de informar, prepara para uma mudança de atitude pessoal e para um questionamento sobre os rumos do desenvolvimento científico e tecnológico por meio de ações concretas de engajamento e reflexão social e de discussões de cunho ético sobre os valores que regem a vida em sociedade.

O Ensino de Química comprometido com a EA Crítica ou CTSA preocupa-se com uma formação científica sólida e contextualizada que permitirá ao aluno, enquanto cidadão, discutir e se engajar no enfrentamento dos desafios ambientais e na construção de uma sociedade sustentável.

Atualmente, os movimentos CTSA e Educação Ambiental não são mais os únicos voltados a trabalhar a questão ambiental, uma nova tendência denominada Educação para Sustentabilidade ou Educação para o desenvolvimento Sustentável surgiu e atraiu vários pesquisadores de Ensino de Química/Ciências, causando então a migração de pesquisadores de CTSA e Educação Ambiental para essa nova corrente voltada a Sustentabilidade.

A Educação para Sustentabilidade surgiu para combater o pessimismo em relação à questão ambiental que acaba por acarretar a passividade, desânimo e o desespero. A nova tendência sinaliza a necessidade de dar ênfase ao fato que os problemas ambientais têm solução (VILCHES et al., 2011).

Por conseguinte, o aparecimento dessa nova linha de pesquisa gerou alguns atritos com as já existentes, alguns pesquisadores defensores da Educação Ambiental teceram fortes críticas a Educação para Sustentabilidade acusando a mesma de ser defensora do atual modelo predador de desenvolvimento e crescimento. Em contrapartida, os pesquisadores de Educação para Sustentabilidade acusam a Educação Ambiental de disseminar uma visão Naturalista de Meio Ambiente, ser reducionista (VILCHES et al., 2011).

Vilches et al. (2011) advertem que tais desentendimentos são desnecessários, pois ambos os movimentos buscam os mesmos objetivos e estão

interligados, uma vez que a própria Educação para Sustentabilidade nasceu da Educação Ambiental.

O termo Educação para Sustentabilidade não é muito comum no cenário brasileiro, pois não foi adotado pelo movimento ambientalista no Brasil, por uma questão de história e identidade. A mesma escolha acontece nesse trabalho de mestrado que adota as premissas da Educação Ambiental Crítica e das DCNEA, entretanto, consideram-se válidos e importantes os esforços e produções de todos os movimentos: CTS/CTSA, Educação para Sustentabilidade, Educação Ambiental, porque todos buscam o mesmo objetivo de uma formação cidadã capaz de gerar transformações sociais comprometidas com o bem comum e com a sustentabilidade.

Considera-se que a implementação de qualquer um desses movimentos no Ensino de Química nas escolas, não depende somente dos aportes teóricos da pesquisa acadêmica, mas também de questões estruturais (condições de trabalho e valorização do professor, organização curricular e de espaço físico, política educacional, etc.). Assim, as dificuldades encontradas por essas perspectivas para sua inserção na escola, são as mesmas da Educação Básica como um todo.

1.5 Currículo de Química no Estado de São Paulo

Em 2008, a SEESP (Secretaria da Educação do Estado de São Paulo) propôs um currículo básico para as escolas estaduais com o objetivo de igualar suas escolas, para que de fato funcionassem como uma rede. A elaboração desse currículo envolveu revisão da literatura técnica pedagógica e dos documentos oficiais (SÃO PAULO, 2010).

Segundo São Paulo (2010) o currículo foi pensado de forma a desenvolver um conjunto de competências essenciais para a formação de um indivíduo capaz de interagir com os desafios sociais, culturais e profissionais do mundo atual.

Junto do currículo, outros documentos e materiais de apoio foram criados e distribuídos para sustentar sua implementação, como o Caderno do Gestor, o Caderno do Professor e o Caderno do Aluno, conhecido pelos estudantes

como a “apostila do Estado”. Em geral estes materiais são pautados nos conteúdos, habilidades e competências em que o currículo é organizado.

Em resumo as diretrizes do currículo são:

(...) o Currículo da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo tem como princípios centrais: a escola que aprende; o currículo como espaço de cultura; as competências como eixo de aprendizagem; a prioridade da competência de leitura e escrita; a articulação das competências para aprender; e a contextualização no mundo do trabalho (SÃO PAULO, 2010, p.10).

Em relação ao currículo de Química especificamente:

No Ensino Médio, o aluno deve ganhar uma compreensão dos processos químicos em estreita relação com suas aplicações tecnológicas, ambientais e sociais, de modo a poder tomar decisões de maneira responsável e crítica e emitir juízos de valor, em nível individual ou coletivo (SÃO PAULO, 2010, p.126).

O currículo de Química é apoiado no tripé: transformações Químicas, materiais e suas propriedades, modelos explicativos. O documento reconhece as abstrações necessárias para o entendimento da ciência Química; e propõem assim algumas inversões na cronologia tradicional da abordagem dos conteúdos, de maneira que o aluno inicie o estudo da Química em seus aspectos macroscópicos e aos poucos vá sendo introduzido aos aspectos microscópicos.

Outra característica do currículo é o conceito de espiral, ele volta em um mesmo conteúdo em diferentes séries ou períodos escolares, porém mudando a profundidade de sua abordagem.

Uma descrição mais detalhada do currículo de Química pode ser encontrada nos anexos.

Os principais temas abordados pelo currículo de Química são: transformação química na natureza e no sistema produtivo, materiais e suas propriedades, atmosfera como fonte de materiais para uso humano, hidrosfera como fonte de materiais para uso humano, biosfera como fonte de materiais para uso humano e por fim, o que o ser humano introduz na atmosfera, hidrosfera e biosfera (SÃO PAULO, 2010).

Observa-se que os temas apresentados focam na função produtiva da Química, destacando áreas industriais e tecnologias. Em alguns momentos os

impactos dos processos e produtos químicos são mencionados, entretanto, não são abordados de maneira a favorecer discussões críticas sobre a questão ambiental.

O tema Química Verde, por exemplo, embora também diretamente relacionado com a indústria Química e suas tecnologias, não é explorado pelo currículo. Ressalta-se que inserir discussões sobre Química Verde nas aulas pode colaborar para o desenvolvimento da Educação Ambiental Crítica em sala de aula, pois explora a interface da Química com a questão ambiental.

A Química Verde é apresentada no próximo subcapítulo, assim como sua relação com o Ensino de Química.

1.6 Química Verde e Ensino de Química

A Química Verde surgiu nos Estados Unidos da América (EUA), como uma resposta à Lei de prevenção e Poluição de 1990, esta lei decretava que a política nacional dos EUA devia eliminar a poluição e não só tratá-la, isso seria possível através de novos e melhores designers de produção industrial, implicando assim, em mudanças nos produtos, processos, uso de matéria-prima e reciclagem. No ano seguinte, 1991, o escritório de prevenção da poluição e tóxicos da EPA (*Environmental Protection Agency*) lançou um programa para dar subsídios às pesquisas de redesenho de produtos e processos químicos existentes, de maneira a reduzir impactos no ambiente e na saúde humana. Alguns anos depois, mais programas desse tipo foram criados e eventualmente batizados de “Química Verde” (ANASTAS e BEACH, 2009).

Em 1998, Paul Anastas e John Warner formularam os doze princípios da Química Verde, estes princípios se fundamentam em: utilizar matérias-primas renováveis, substituir produtos químicos perigosos e reduzir o consumo de energia e materiais (SJÖSTRÖMA, 2006).

Conforme Lenardão et al. (2003) os doze princípios da Química Verde podem ser enunciados como:

1. **Prevenção.** Evitar a produção do resíduo é melhor do que tratá-lo ou "limpá-lo" após sua geração.
2. **Economia de Átomos.** Deve-se procurar desenhar metodologias sintéticas que possam maximizar a incorporação de todos os materiais de partida no produto final.

3. **Síntese de Produtos Menos Perigosos.** Sempre que praticável, a síntese de um produto químico deve utilizar e gerar substâncias que possuam pouca ou nenhuma toxicidade à saúde humana e ao ambiente.

4. **Desenho de Produtos Seguros.** Os produtos químicos devem ser desenhados de tal modo que realizem a função desejada e ao mesmo tempo não sejam tóxicos.

5. **Solventes e Auxiliares mais Seguros.** O uso de substâncias auxiliares (solventes, agentes de separação, secantes, etc.) precisa, sempre que possível, tornar-se desnecessário e, quando utilizadas, estas substâncias devem ser inócuas.

6. **Busca pela Eficiência de Energia.** A utilização de energia pelos processos químicos precisa ser reconhecida pelos seus impactos ambientais e econômicos e deve ser minimizada. Se possível, os processos químicos devem ser conduzidos à temperatura e pressão ambientes.

7. **Uso de Fontes Renováveis de Matéria-Prima.** Sempre que técnica e economicamente viável, a utilização de matérias-primas renováveis deve ser escolhida em detrimento de fontes não-renováveis.

8. **Evitar a Formação de Derivados.** A derivatização desnecessária (uso de grupos bloqueadores, proteção/desproteção, modificação temporária por processos físicos e químicos) deve ser minimizada ou, se possível, evitada, porque estas etapas requerem reagentes adicionais e podem gerar resíduos.

9. **Catálise.** Reagentes catalíticos (tão seletivos quanto possível) são melhores que reagentes estequiométricos.

10. **Desenho para a Degradação.** Os produtos químicos precisam ser desenhados de tal modo que, ao final de sua função, se fragmentem em produtos de degradação inócuos e não persistam no ambiente.

11. **Análise em Tempo Real para a Prevenção da Poluição.** Será necessário o desenvolvimento futuro de metodologias analíticas que viabilizem um monitoramento e controle dentro do processo, em tempo real, antes da formação de substâncias nocivas.

12. **Química Intrinsecamente Segura para a Prevenção de Acidentes.** As substâncias, bem como a maneira pela qual uma substância é utilizada em um processo químico, devem ser escolhidas a fim de minimizar o potencial para acidentes químicos, incluindo vazamentos, explosões e incêndios (LENARDÃO et al., 2003, p.124).

Observa-se que a Química Verde propõe uma nova lógica aos profissionais dessa área, uma lógica em que “os fins não justificam os meios”, não basta criar a rota de reação de um determinado produto ou desenhar seu processo industrial, é necessário que toda essa metodologia, ou seja, o meio atenda aos princípios da Química Verde. De acordo com Anastas e Beach (2009, p. 1) isso é novo na Química:

The path that the field of chemistry has taken over the course of the past 200 years is one of creativity, innovation, and discovery. It is also a path that we as chemists have followed without fully considering the consequences of either what we have created or the methods and processes we have used to do so. This is largely due to the fact that historically we have had little understanding of the impact of chemicals on human health and the environment. In recent decades, science has dramatically increased our knowledge of the various types of adverse consequences of chemicals. More importantly, it has begun to provide us with a molecular-level

understanding of these consequences, thereby allowing us to design our chemical products and transformation processes in order to minimize these adverse consequences.

Percebe-se que a Química Verde não é um componente curricular da Química ou da Engenharia Química, mas sim uma meta de todas as disciplinas que compõem essas áreas, em que a prioridade é a prevenção de impactos ambientais e não sua remediação (SJÖSTRÖMA, 2006).

Segundo Anastas e Beach (2009), na formação Química tradicional o foco é o desempenho técnico, alcançar transformações Químicas inteligentes com pouca consideração para os perigos e consequências. Conforme os autores, a elegância dos processos Químicos raramente era descrita em termos de economia de átomos, quantidade de resíduos gerados, evitarem etapa perigo ou qualquer outro impacto ambiental, o importante era o rendimento e a pureza do produto alvo, assim como, os Químicos sempre foram treinados para aceitar o fato de manusear materiais tóxicos, cancerígenos e explosivos, como algo natural da profissão.

Portanto, a Química Verde busca também melhorar o entendimento dos Químicos sobre as consequências de suas escolhas e experiências, quebrar paradigmas da área.

Dessa forma, conforme Lenardão et al. (2003, p.124) a Química Verde pode ser definida como: “o desenho, desenvolvimento e implementação de produtos químicos e processos para reduzir ou eliminar o uso ou geração de substâncias nocivas à saúde humana e ao ambiente”.

A luz da Química Verde os perigos e resíduos são caracterizados como falhas de projeto ou como oportunidades para a inovação, os laboratórios devem ser mais confortáveis e convidativos, assim como mais econômicos para manter; e os profissionais devem adquirir um olhar para ciclos de vida de produtos, ética ambiental e são formados para seguir suas inclinações morais em suas atividades (ANASTAS e BEACH, 2009).

Para impulsionar a Química Verde, em 1999, a Sociedade Real de Química lançou sua revista de Química Verde, com isso a área ganhou mais destaque e publicações, chegando inclusive a ser citada no Prêmio Nobel de Química de 2005. O prêmio foi concedido a Yves Chauvin, Robert H. Grubbs e Richard R. Schrock, por revelarem um mecanismo de reação orgânica importante para a indústria farmacêutica que tornaria o processo menos agressivo ao ambiente,

o trabalho foi elogiado como "um grande passo em frente para a Química Verde" (ANASTAS e BEACH, 2009).

Sjöströma (2006) sugere um modelo de classificação para as atividades da Química Verde, em três partes, atividades de pesquisa, atividades de gestão e atividades políticas. Conforme o autor, as atividades de pesquisa são divididas em Química Básica e Engenharia Química, a gestão se refere a práticas limpas de laboratório, práticas limpas de produção e consumo sustentável. E quanto às atividades políticas, seriam referentes à regulamentação de produtos e processos através da legislação e também os programas de incentivo.

O modelo de classificação para as atividades da Química Verde é elucidado na Figura 1.1



FIGURA 1.1- Modelo de classificação das atividades da Química Verde (adaptado de SJOSTROM, J.,2006)

Analisa-se na Figura 1.1, que cada atividade se enquadra em um nível do sistema social: micro, meso e macro, de acordo com sua abrangência na sociedade. O micro inclui as atividades em nível de laboratório, o meso envolve produção, processos e produtos e o macro está no nível do próprio sistema social (SJÖSTRÖMA, 2006).

Observa-se que a educação não é diretamente incluída no modelo pelo autor, mas é citada ao longo do artigo nas atividades de gestão, sendo relacionada com as novas posturas para as práticas de laboratório desenvolvidas nas universidades e também nas escolas secundárias.

Entretanto, discordando do autor, entende-se que a educação é determinante nas três partes do modelo sugerido, não cabendo uma alocação exclusiva em uma delas.

Embora, a presença da Química Verde seja importante nas atividades de ensino e na área da educação em geral, conforme Zandonai et al. (2013): “são incipientes as pesquisas da área de Ensino de Química cujo objeto de investigação seja a inserção da Química Verde em processos educativos (...)”.

De fato, são poucos os trabalhos sobre Química Verde na Educação Básica (Ensino Médio) que podem ser encontrados na literatura, o tema ganhou visibilidade devido à presença recorrente no ENEM.

O mesmo é apontado por Mascarell e Vilches (2016) no cenário espanhol, os autores constataram a escassa presença da Química Verde no Ensino de Ciências, inclusive estendendo a análise a livros didáticos.

Abordar a Química Verde na educação secundária colabora para construção de uma nova imagem social da Química, mais positiva, demonstrando o papel dessa ciência na construção de uma sociedade sustentável. E contribui igualmente com a contextualização do ensino de Química, para aumentar o interesse dos jovens pelas aulas e pela área da Química (MASCARELL e VILCHES, 2016).

Acredita-se que a inserção da Química Verde na abordagem de conteúdos do Ensino Médio é coerente com os objetivos da Educação Ambiental Crítica de questionar e ampliar as visões sobre os modelos econômicos e sociais estabelecidos que causam a crise ambiental, assim como problematizar os interesses que fazem esses modelos se sustentarem.

Observa-se assim, a importância de pesquisas que possam contribuir para inserção da Química Verde no Ensino de Ciências/Química.

Capítulo 2

Aspectos Metodológicos da Pesquisa

2.1 Pesquisa Qualitativa

A metodologia de pesquisa adotada neste trabalho de mestrado é a Qualitativa, devido seu caráter indutivo e exploratório que valoriza a interpretação da complexidade das situações analisadas em sala de aula. A definição de pesquisa qualitativa que sustenta essa escolha é dada por Creswell (2010, p.26):

A pesquisa qualitativa é um meio para explorar e para entender o significado que os indivíduos ou os grupos atribuem a um problema social ou humano. O processo de pesquisa envolve as questões e os procedimentos que emergem, os dados tipicamente coletados no ambiente do participante, a análise de dados indutivamente construída a partir das particularidades para os temas gerais e as interpretações feitas pelo pesquisador acerca do significado dos dados. O relatório final escrito tem uma estrutura flexível. Aqueles que se envolvem nessa forma de investigação apóiam uma maneira de encarar a pesquisa que honra um estilo indutivo, um foco no significado individual e na importância da interpretação da complexidade de uma situação.

Esta pesquisa se baseia nas características da investigação qualitativa, pois os dados foram coletados no local que os participantes vivenciam a questão (ambiente natural), possui múltiplas fontes de dados (questionários, atividades dos alunos, relatórios e transcrições de aula), utilizou a análise indutiva e interpretativa (pois a interação com os participantes permite dar forma e significado aos temas e abstrações que surgem no processo) e considerou o significado que os participantes dão à questão (CRESWELL, 2010).

Embora, considerada a abordagem mais adequada para o trabalho, a metodologia qualitativa apresenta alguns pontos negativos indicados por Ludke e André (2013), são eles: a subjetividade do autor e questões éticas referentes a sua interação com os participantes.

Alguns autores apontam que a objetividade é impossível, pois não é plausível separar os valores pessoais do pesquisador do processo da pesquisa, porém pode-se controlar ou equilibrar esse viés através da exposição dos valores e pressupostos do pesquisador, assim como deixar claro o critério utilizado para selecionar os dados (LUDKE e ANDRÉ, 2013).

Quanto às questões éticas, alguns processos e documentos são necessários na maioria das pesquisas qualitativas, como o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido), cujo objetivo é informar os participantes sobre o projeto para que esses possam decidir sobre sua participação no mesmo, sendo

uma proteção legal para pesquisador e participantes. O TCLE foi elaborado pelas pesquisadoras, assim como o termo de autorização para a escola parceira.

Os TCLEs foram entregues e explicados aos alunos participantes e seus responsáveis e assinados pelos mesmos.

O TCLE elaborado, assim como essa pesquisa foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos, sob Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) número: ⁴50231115.5.0000.5504.

2.2 Público Alvo

A pesquisa foi realizada na Escola Estadual Pedro Raphael da Rocha de Santa Gertrudes/SP, na qual a pesquisadora é professora efetiva de Química há seis anos.

Segundo dados do IBGE 2016 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), a cidade de Santa Gertrudes/SP possui aproximadamente 25.192 habitantes e densidade demográfica de 220,10 hab/km² (2010). É conhecida por ser um polo cerâmico e costuma ilustrar as manchetes de jornais por ter sérios problemas com a qualidade do ar:

Monitoramento das estações da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) apontou Rio Claro e Santa Gertrudes (SP) como as cidades com ar mais poluído do Estado. Segundo o estudo, as indústrias de cerâmica são as principais fontes de emissão de poluentes nas duas cidades. Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimento (ASPACER) alega que todas as empresas possuem filtro e são orientadas a cobrir os caminhões durante o transporte de argila (RIO CLARO E SANTA GERTRUDES TÊM O AR MAIS POLUÍDO DO ESTADO, DIZ CETESB, 2014).

A escola atende exclusivamente o Ensino Médio, visto que na cidade todo o Ensino Fundamental é municipalizado. Até 2016 a Escola Pedro Raphael da Rocha era a única Escola Estadual e de Ensino Médio do município. Em 2017 uma nova Escola Estadual foi inaugurada e os alunos foram divididos de acordo com os bairros, assim em 2017 a escola ficou com 518 alunos.

⁴ O parecer detalhado pode ser encontrado na Plataforma Brasil:
<http://plataformabrasil.saude.gov.br/login.jsf;jsessionid=D8967530BBEFD15E255BAC0DC398ABE1.s-erver-plataformabrasil-srvjpdf130>

A Escola Estadual Pedro Raphael possui oito salas de aula ambiente, cada disciplina possui sua sala, as mesmas são equipadas com lousa panorâmica e Datashow, possui um laboratório de Ciências simples, com alguns reagentes, vidrarias e microscópios. Possui também jardins e áreas verdes que são mantidos com recursos da Prefeitura da cidade. A Escola dispõe de uma equipe com 80% de professores efetivos, assim a rotatividade de professores na instituição é baixa. A escola possui uma A.P. M (Associação de Pais e Mestres) sólida e ativa que colabora de maneira significativa para se conquistar e manter sua infraestrutura, visível nas figuras a seguir.



FIGURA 2.2- Laboratório de Ciências (arquivo pessoal da autora, 2016).





FIGURA 2.3 - Jardins da Escola (arquivo pessoal da autora, 2016).



FIGURA 2.4 - Escola Estadual Pedro R. da Rocha (arquivo pessoal da autora, 2016).

Os resultados do IDESP (Índice de Desenvolvimento da Educação do Estado de São Paulo) da E.E Pedro Raphael da Rocha, embora ainda não suficientes, são superiores a média da rede estadual paulista e continuam a subir nos respectivos anos de 2015 e 2016, como pode ser percebido no Gráfico 2.1.

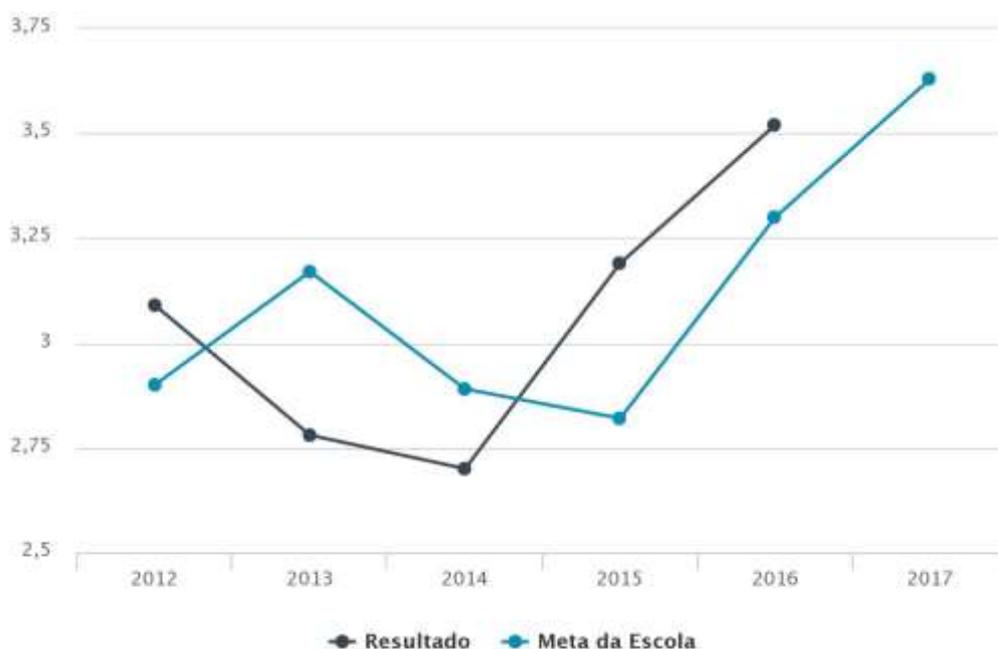


GRÁFICO 2.1 - Resultados e Metas do IDESP 2012 a 2017 da Escola (PLATAFORMA FOCO NA APRENDIZAGEM, 2017).

O projeto foi desenvolvido com duas turmas de 2ª série do Ensino Médio, do período da manhã, com média de 38 alunos por sala.

A escolha pela 2ª série do Ensino Médio se deve ao fato de assuntos referentes à água serem tratados nesse período do currículo e os alunos apresentarem já uma base de conhecimento químico que poderia se constituir em pré-requisito para as atividades.

2.3 Instrumentos de Coleta de Dados

Os instrumentos empregados na coleta de dados foram questionários e observação participativa, registrada por relatórios de aulas e algumas por gravações em vídeo que foram transcritos, utilizou-se também algumas atividades dos alunos.

A observação participativa ocorreu durante a aplicação de Sequências Didáticas elaboradas para inserção da EA nas aulas de Química, portanto as mesmas são consideradas como instrumentos de coleta de dados, além de serem instrumentos pedagógicos do trabalho. O próximo subcapítulo apresenta a definição de Sequências Didáticas e o seu papel nos dois âmbitos dessa pesquisa.

Discutindo-se os instrumentos empregados, a escolha por questionário se deve ao fato de ser adequado e viável ao propósito de explorar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a EA (o que foi feito no questionário pré- atividade). Da mesma forma, este instrumento permite investigar as possíveis mudanças de organização de conceitos e construção de significados, feitas pelos alunos depois das atividades (o que foi feito no questionário pós- atividade). A utilização de questionário se mostra viável também devido o tamanho da amostra (75 alunos) , além de considerar a liberdade que o papel e a escrita permitem, deixando mais à vontade aqueles alunos que são mais tímidos.

A elaboração dos questionários foi pautada nas orientações de Bell (2008), que enfatiza a importância da boa redação, cuidados com a ambiguidade, indução, assim como considerar a facilidade de compressão das questões pelo público alvo.

O primeiro questionário aplicado, questionário pré-atividade, tinha como objetivo analisar os conhecimentos prévios dos alunos sobre Educação Ambiental e a presença da mesma em sua vida escolar e cotidiana, estas informações foram consideradas na elaboração das Sequências Didáticas para inserção da EA nas aulas de Química.

De acordo com Miras (2009), os conhecimentos prévios dos alunos interferem diretamente no processo de ensino e aprendizagem, portanto são importantes no planejamento de estratégias didáticas para sala de aula.

Assim, o critério para construção das questões seguiu as indicações de Miras (2009) de explorar os conhecimentos dos alunos sobre o tema (Educação Ambiental), as imagens, referências, elementos que diferenciam ou relacionam a esse tema. Assim como, investigar as experiências e atitudes dos estudantes em relação a Educação Ambiental.

De acordo com estas características, têm-se o questionário prévio abaixo :

1. O que você entende por Meio Ambiente?
2. O que você entende por Educação Ambiental?
3. Escreva cinco temas que você acredita serem abordados pela Educação Ambiental

4. Quais desses temas respondidos na questão 3 já foram estudados por você na escola? Em qual disciplina?

5. Você se considera preocupado com o Meio Ambiente? O que você faz no seu dia-a-dia para colaborar com a proteção do Meio Ambiente?

A primeira questão abordou a concepção de ambiente dos alunos, pois é determinante no significado que atribuem a Educação Ambiental e na discussão das demais questões. A segunda pergunta complementa esta exploração do tema da primeira questão. A terceira indaga as relações que os alunos estabelecem sobre o tema (Educação Ambiental). E os dois últimos questionamentos são relativos às suas experiências e atitudes sobre Educação Ambiental.

O segundo questionário aplicado, o questionário pós SD, tinha como objetivo examinar as possíveis mudanças de organização de conceitos e construção de significados, realizadas pelos alunos ao final do processo, este questionário foi aplicado no final do ano, depois que todas as atividades das Sequências Didáticas foram concluídas. Para atender ao objetivo proposto e permitir comparações com o questionário prévio, algumas questões se repetem:

1. O que você entende por Meio Ambiente?
2. O que você entende por Educação Ambiental?
3. Escreva cinco temas que você acredita serem abordados pela Educação Ambiental
4. As aulas de Química contribuíram para aumentar seus conhecimentos sobre questões ambientais? Explique.
5. As atividades desenvolvidas causaram alguma mudança no seu engajamento com questões ambientais? Dê exemplos.

Em relação à opção pela observação participativa, que neste trabalho se constituiu em observação em sala de aula, se deve ao fato da pesquisadora ser também a professora de Química das turmas analisadas.

A observação participativa não é um método fácil de executar, em razão de oferecer riscos de viés, como negligenciar aspectos de comportamento, devido o pesquisador já estar familiarizado com o grupo e o ambiente pesquisado. Apesar disso, a observação participativa é uma fonte valiosa de dados, pois não

está limitada a um período de tempo restrito, pois o pesquisador pode interagir mais com o grupo e durante o processo formular, refletir e modificar teorias (BELL, 2008).

Conforme Bell (2008), os problemas de viés apontados para a observação participativa podem ser solucionados por meio de uma observação disciplinada e sistemática.

Tendo em vistas tais considerações, as observações foram sistematizadas em relatórios de aula, confeccionados no mesmo dia de cada aula e separados por turmas. As aulas da primeira Sequência Didática foram também filmadas e transcritas para se comparar os dados, tornar a observação mais disciplinada.

As atividades desenvolvidas pelos alunos nas Sequências Didáticas aplicadas colaboraram para analisar suas percepções durante as aulas e compor os relatórios de aula, sendo mais um instrumento para se evitar o viés da observação participativa.

2.4 Sequências Didáticas

Sequências Didáticas (SD) podem ser conceituadas de diferentes formas, segundo Zabala (1998), uma SD é a organização das atividades realizadas pelo professor, a ordem em que são desenvolvidas e a articulação que existe entre elas, portanto, a Sequência Didática consiste em um fator determinante na personalidade de um processo de ensino e aprendizagem.

As Sequências Didáticas são denominadas também de unidade didática, unidade de programação ou ainda de unidade de intervenção pedagógica, porém, de maneira geral:

Se realizarmos uma análise destas sequências buscando os elementos que as compõem, nos daremos conta de que são um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos (ZABALA, 1998, p.18).

Ressalta-se nessa perspectiva que as Sequências Didáticas reúnem e unificam o planejamento, aplicação e avaliação de uma prática de ensino. Ao analisar uma Sequência Didática deve-se considerar o valor, intenção, método de cada atividade proposta e também o peso que essa atividade tem no conjunto, duas

análises então são necessárias, uma com olhar exclusivo para a atividade e outro do seu papel no todo da Sequencia Didática que faz parte, tendo sempre em vista o objetivo educacional a ser atendido (ZABALA, 1998).

Méheut e Psillos (2004) utilizam o termo Teaching–Learning Sequences, Sequência de Ensino Aprendizagem (SEA), que é definida como a ligação entre o ensino proposto e a expectativa de aprendizagem do aluno, a SEA tem a função de ser uma ferramenta de investigação e inovação, com o objetivo de abordar problemas específicos de aprendizagem.

Dessa forma, a SEA pode ser considerada tanto uma unidade curricular, quanto uma atividade de pesquisa intervencionista, apresenta atividades de ensino-aprendizagem apoiadas em estudos e adequadas ao raciocínio dos alunos (MÉHEUT e PSILLOS, 2004).

Zabala (1998) também argumenta sobre a utilização das SD como instrumento de pesquisa, pois através da SD é possível classificar qual o modelo de ensino empregado: tradicional expositivo, por descoberta, etc. O autor ressalta que todos os modelos de SD dessas perspectivas de ensino são utilizados, em diferentes momentos da sala de aula. E todos eles são válidos se atendem ao objetivo educacional a que se destinam.

A importância de se compreender e analisar uma SD está em perceber seu valor educacional, se é adequada ou não a seu propósito de ensino e reconhecer o que deve ser melhorado, colaborando para serem realizadas as adaptações necessárias para atender as demandas dos alunos (ZABALA, 1998).

Astudillo et al. (2011) apontam o emprego de SD em pesquisas sobre formação de professores, segundo os autores o desenvolvimento de Sequências Didáticas integradas ao processo de formação é uma metodologia que permite promover o diálogo entre a teoria educacional, ação reflexiva e ensino.

No que tange ao Ensino de Química e Ciências especificamente, Castro e Marques (2015) discutem as potencialidades de uma SD sobre “Perfumes” para articulação da História e Filosofia das Ciências no Ensino de Química, sendo a SD uma ferramenta para se estruturar a interdisciplinaridade e contextualização dos conceitos químicos com a História da Ciência. Guimarães e Giordan (2011, p. 1) também abordam as SD como ferramenta para contextualização dos conceitos científicos:

(...) a Sequência Didática (SD) elaborada e aplicada em uma perspectiva sociocultural pode se apresentar como uma opção eficiente que, dentre outras, visa minimizar as tensões de um ensino descontextualizado e da ação desconexa das áreas de ensino no ambiente escolar.

Segundo Guimarães e Giordan (2011), a SD é um agente de problematização dos conhecimentos científicos que considera o contexto social da escola e do aluno, constituindo-se assim em um instrumento cultural de mediação no processo de ensino-aprendizagem.

Percebe-se assim que a SD têm chamado atenção dos pesquisadores em Ensino de Ciências, sendo usada para propor metodologias inovadoras de ensino, voltada a conceitos científicos que oferecem grande dificuldade de aprendizagem por parte dos alunos. E também como instrumento de formação de professores, para articulação entre a teoria e a prática.

Entretanto, a maioria das pesquisas com SD não evidencia os referenciais e as metodologias usadas para sua construção ou validação, se constituindo em um problema para esse campo de pesquisa (GIORDAN et al., 2012).

Nascimento et al (2009) apontam que as pesquisas se limitam a interpretações positivas das SD e possivelmente ignoram os pontos fracos, os aspectos a serem melhorados. Os autores ressaltam que indicar as deficiências faz parte de uma análise, é esperado apresentar os obstáculos que necessitam ser superados. E tal análise não desmerece o trabalho desenvolvido.

Portanto, na análise da SD é importante considerar o processo de aplicação, o desenvolvimento das atividades propostas e não somente uma avaliação final (NASCIMENTO et al., 2009).

Guimarães e Giordan (2011) consideram a SD como um instrumento cultural de mediação na ação docente, mas que carece de referenciais teórico-metodológicos sobre sua construção e validação, assim propõe uma metodologia de construção de SD, baseada nos seguintes itens:

1. Título
2. Público Alvo
3. Objetivos Gerais
4. Objetivos Específicos

5. Conteúdos
6. Dinâmica
7. Avaliação
8. Referências bibliográficas
9. Bibliografia utilizada.

Os autores defendem uma SD específica de acordo com seu público, pois o público determina as condições em que a SD será aplicada e seu desenvolvimento.

Nesta perspectiva de SD, a problematização apresenta um problema cuja resolução será possível com o desenvolvimento da SD, ou seja, por meio dos conceitos de ciências que se pretende ensinar. A problematização também deve oferecer elementos para exploração de situações sociais sob a ótica científica. E de preferência trazer problemas que façam parte do cotidiano do aluno (GUIMARÃES e GIORDAN, 2011).

Em relação à bibliografia, as referências bibliográficas são para as obras e materiais efetivamente utilizados na aplicação da SD. E a Bibliografia utilizada é sobre os materiais de estudo, usados pelo elaborador para construção da SD (GUIMARÃES e GIORDAN, 2011).

Desta forma, a luz das potencialidades das SD como ferramenta de ensino e aprendizagem e contextualização dos conceitos científicos, as estratégias didáticas pretendidas no trabalho, para articulação da EA nas aulas de Química, foram estruturadas em SD, conforme representado na Figura 2.5.



FIGURA 2.5 - Estrutura Pedagógica do trabalho (elaborada pelas autoras, 2016)

As Sequências didáticas propõem atividades que fazem a ligação entre os elementos citados na questão da pesquisa: as DCNEA, o tema água e os conteúdos de Química do Currículo.

A sistematização das atividades em SD colaborou na definição e explicitação dos objetivos almejados. E também contribuiu para clarear os caminhos que levariam a esses objetivos de ensino.

Para elaboração desses objetivos e temas que seriam trabalhados nas SD juntamente com o tema água, utilizaram-se também os resultados dos questionários prévios respondidos pelos alunos.

Adotou-se como referencial base para construção das SD, o modelo proposto por Guimarães e Giordan (2011), devido se tratar do ensino de Ciências/Química e apresentar critérios claros e adequados a este trabalho.

Entretanto, algumas alterações foram necessárias, pois o objetivo desse trabalho não é somente da aprendizagem em Química de forma contextualizada, mas também do desenvolvimento de conceitos inerentes a EA e a promoção de valores.

Tomando como base os itens propostos por Guimarães e Giordan (2011) as seguintes alterações foram feitas:

1. Os objetivos gerais são sempre direcionados as DCNEA e os objetivos específicos ao Ensino de Química, deixando explícitas as intenções de ensino da SD.

2. A problematização não tem como foco a resolução de um problema através de um conceito científico, mas sim o entendimento de uma realidade, a leitura de um contexto real. Ao longo da SD cada elemento dessa problemática é estudado para ser melhor entendido e chegar a uma reflexão. Não é algo exato, com um resultado esperado, os problemas podem também emergir no decorrer da SD e por meio das discussões. Dessa forma, o foco deste elemento é levantar reflexões sobre a problemática ambiental, portanto, a problematização é responsável pela contextualização e coesão da SD.

Em suma a SD adaptada apresenta a seguinte estrutura básica:

- Título
- Público alvo: 2a série do Ensino Médio

- Problematização: contextualização e coesão da SD, reflexão EA.
- Objetivo geral: voltado as DCNEA
- Objetivo específico: voltado ao Ensino de Química
- Conteúdo
- Estratégias de Ensino
- Avaliação
- Referências bibliográficas
- Bibliografia Utilizada

2.5 Análise dos Dados

Para análise dos relatórios de aula e transcrições das gravações, foram adotados como referenciais Creswell (2010) e Ludke e André (2012).

Conforme Ludke e André (2012), a análise qualitativa dos dados de uma investigação, consiste em organizar os dados dividindo-os em temas. E os temas devem ser relacionados, de maneira a identificar possíveis tendências e padrões. Portanto, deve-se evoluir ao longo da análise nas relações e inferências realizadas.

Creswell (2010) sugere um sistema hierárquico para as etapas da análise qualitativa, entretanto, o autor destaca que na prática essas etapas são interativas, estão inter-relacionadas, portanto podem ser visitadas pelo pesquisador em uma ordem diferente da apresentada. A Figura 2.6 ilustra esse sistema.

A etapa de organização dos dados consiste nas transcrições, digitalizações e separação dos dados por fontes. A leitura dos dados tem a função de extrair as primeiras percepções gerais do material coletado, ou seja, as ideias gerais que os participantes estão expressando. A codificação é disposição do material em blocos de textos que sugerem as categorias e realizar a rotulação dessas categorias, com termos baseados na linguagem real dos participantes. O processo de codificação gera categorias/temas e descrições, essas descrições não são somente sobre os temas, mas também sobre o local e as pessoas investigadas. A penúltima etapa da análise envolve informar como os temas e descrições serão representados no texto da pesquisa, o que pode ser feito por tabelas, quadros ou

discussões detalhadas. Por fim, a última etapa deve extrair um significado dos dados, concluir quais foram as “lições” aprendidas nessa análise (CRESWELL, 2010).

A validação da precisão da informação, como ilustrado no esquema da Figura 2.6, permeia todas as etapas da análise qualitativa, as estratégias de validação estão associadas à triangulação dos dados, esclarecimento de viés, tempo prolongado no campo, descrição rica e densa dos resultados e a revisão por pares (CRESWELL, 2010).

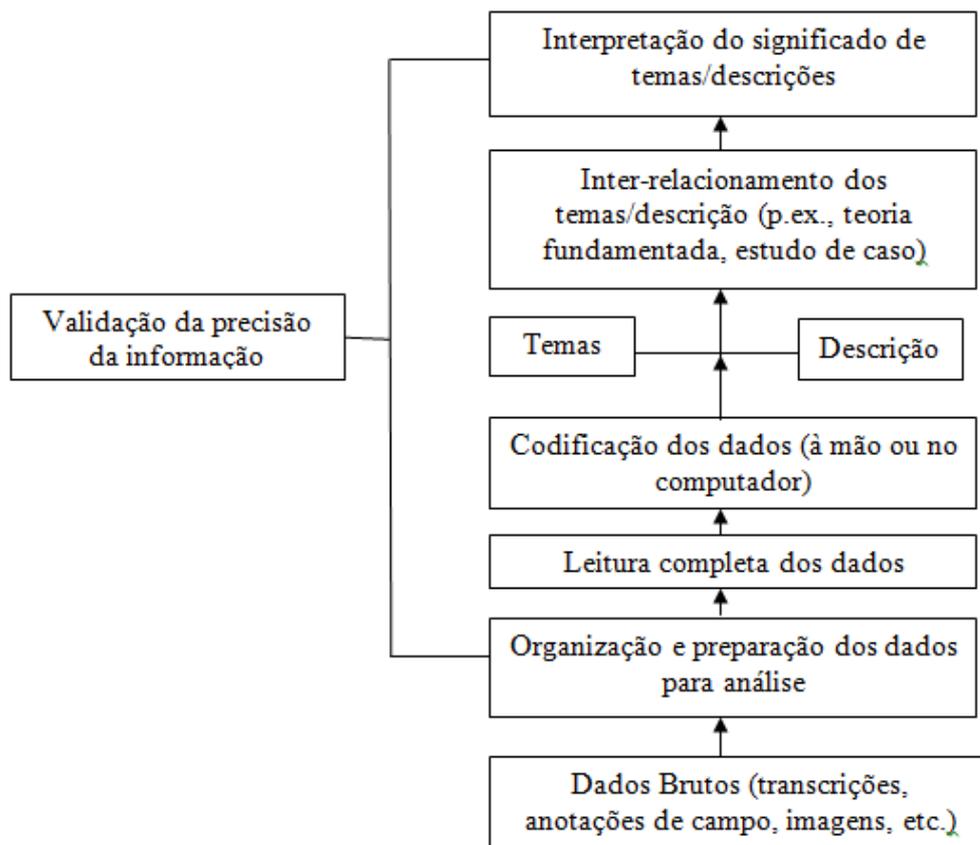


FIGURA 2.6 -Análise de dados da Pesquisa Qualitativa (CRESWELL,J.W.,2010).

Dessa forma, as transcrições de aula e relatórios de aula foram analisados segundo esse sistema hierárquico apresentado por Creswell (2010). E os temas e descrições serão representados por discussões detalhadas para cada SD aplicada no capítulo dos resultados.

Quanto aos questionários, pré e pós atividade, foi utilizada a análise de conteúdo de Bardin (1977).

A análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de análise das comunicações, usada para extrair significados, fazer correspondências entre estruturas semânticas e psicológicas, interpretar mensagens e suas condições de produção e recepção (BARDIN, 1977).

Resumidamente, conforme Bardin (1977), as etapas da análise de conteúdo são:

a) Pré – análise: organização dos dados e aparecimento das primeiras hipóteses.

b) exploração do material: definição das categorias.

c) tratamento dos resultados: tratamento estatístico simplificado dos dados, realização das inferências e interpretação.

Durante a pré - análise , observou-se a possibilidade de utilizar como referenciais de análise para as concepções de Meio Ambiente e Educação Ambiental Reigota apud Reigota (1999) e Loureiro (2005, 2007), respectivamente. Essa possibilidade se confirmou na etapa de exploração do material e esses referenciais de análise serão apresentados a seguir.

2.6 Referenciais de Análise

Para as categorias de concepções de Meio Ambiente utilizou-se como referencial de análise Reigota⁵ apud Reigota (1999, p.74). E para as categorias de concepções de Educação Ambiental, Loureiro (2005, 2007).

Em relação ao termo Meio Ambiente, certa diversidade de definições pode ser encontrada na literatura, geralmente essas definições estão ligadas as áreas do conhecimento que as definem, por exemplo, Geografia, Biologia, Economia, etc.

Segundo o dicionário Aurélio Meio Ambiente é “ o conjunto de condições e influências naturais que cercam um ser vivo ou uma comunidade, e que agem sobre ele(s)” (FERREIRA, 2009, p.546).

⁵ REIGOTA, M.(1990). Les representations sociales de l'environnement et les pratiques pédagogiques quotidiennes des professeurs de sciences a São Paulo,Brésil, Tese de Doutorado, Université Catholique de Louvain.

Considerando que este trabalho tem como objeto de estudo a Educação Ambiental, concorda-se com a definição de Reigota (2014, p.36):

Defino meio ambiente como: um lugar determinado e/ou percebido onde estão em relação dinâmica e em constante interação os aspectos naturais e sociais. Essas relações acarretam processos de criação cultural e tecnológica e processos históricos e políticos de transformações da natureza e da sociedade.

Reigota (2010) aponta que as concepções de Meio Ambiente dos professores refletem as características de suas práticas de EA. Reigota apud Reigota (1999) determina três categorias de concepções de Meio Ambiente: Naturalista, Antropocêntrica e Globalizante. Estas são as categorias adotadas na análise dos questionários aplicados nesta pesquisa, suas características são:

a) Naturalista: Meio Ambiente como sinônimo de natureza, espaço circundante com elementos bióticos e abióticos, o homem como elemento biológico e não social.

b) Antropocêntrica: enfatiza os recursos naturais e a sobrevivência humana.

c) Globalizante: reconhece o Meio Ambiente como complexas relações entre elementos culturais, físicos, sociais, econômicos, políticos, naturais, filosóficos.

Em relação às concepções de EA, empregou-se a classificação de Loureiro (2005, 2007), que se embasa em duas categorias:

a) EA Conservadora (também chamada de Comportamentalista).

b) EA Crítica (ou Transformadora/Emancipatória).

Como mencionado no capítulo 1, a EA Conservadora possui uma abordagem descontextualizada histórica e politicamente, não problematiza os interesses envolvidos na crise ambiental e é focado nas ações individuais (LOUREIRO, 2005).

Sobre a EA Crítica:

A sua “marca” principal está em afirmar que, por ser uma prática social como tudo aquilo que se refere à criação humana na história, a Educação Ambiental necessita vincular os processos ecológicos aos sociais na leitura de mundo, na forma de intervir na realidade e de existir na natureza. Reconhece, portanto, que nos relacionamos na natureza por mediações que são sociais, ou seja, por meio de dimensões que criamos na própria dinâmica de nossa espécie e que nos formam ao longo da vida (cultura,

educação, classe social, instituições, família, gênero, etnia, nacionalidade etc.). Somos sínteses singulares de relações, unidade complexa que envolve estrutura biológica, criação simbólica e ação transformadora da natureza.

Com a perspectiva crítica entendemos que não há leis atemporais, verdades absolutas, conceitos sem história, educação fora da sociedade, mas relações em movimento no tempo espaço e características peculiares a cada formação social que devem ser permanentemente questionadas e superadas para que se construa uma nova sociedade vista como “sustentável” (LOUREIRO, 2007, p.1).

Percebe-se que as características da EA Crítica são contrárias as da EA Conservadora, com uma abordagem contextualizada que motiva reflexões críticas sobre a relação sociedade-natureza.

2.7 Panorama Geral do Trabalho

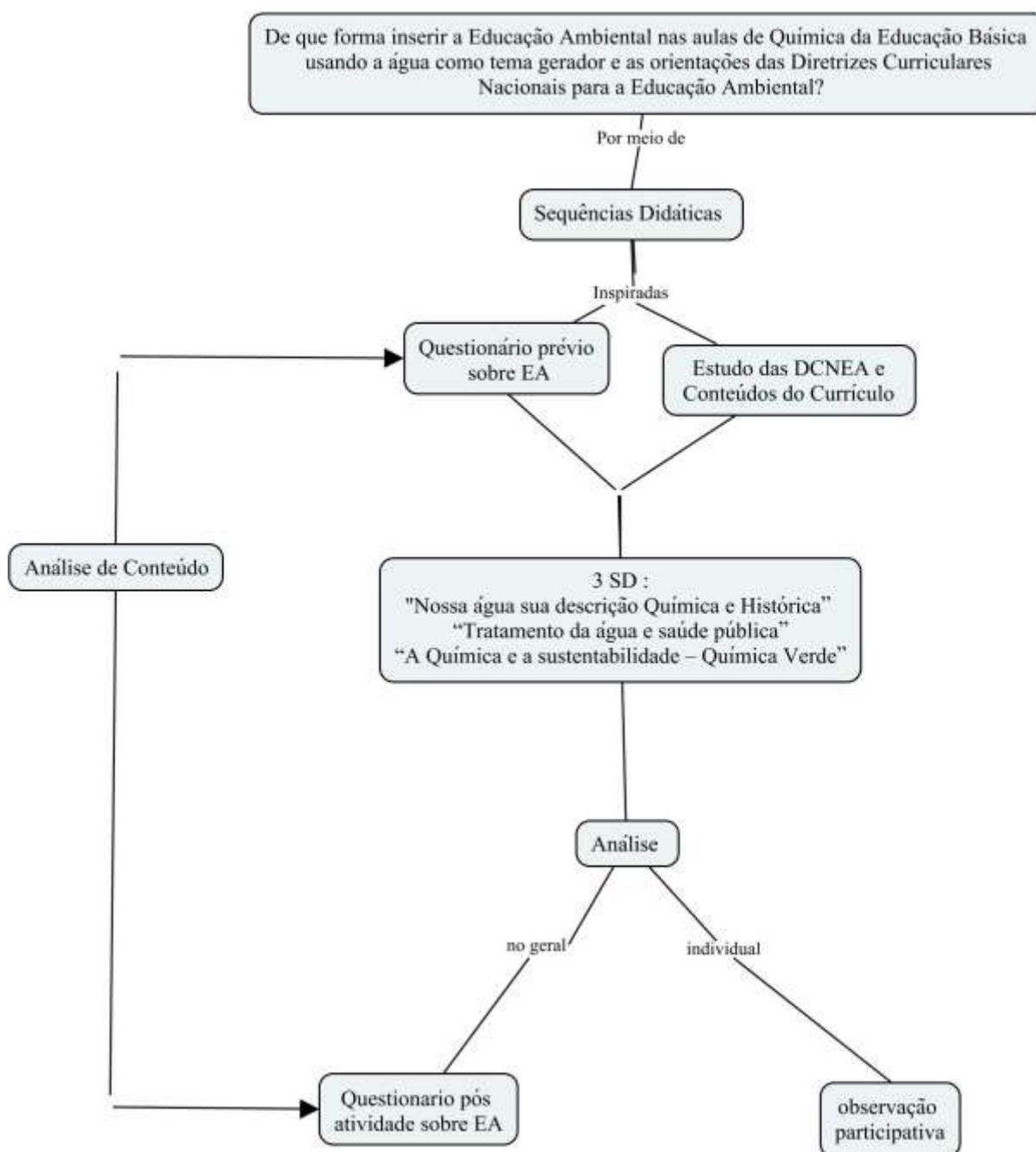


FIGURA 2.7 - Panorama Geral do Trabalho (elaborado pelas autoras, 2017)

Capítulo 3

Resultados e Discussão

3.1 Análise dos Questionários Prévios

As cinco questões dos questionários prévios, relativas ao conhecimento sobre EA dos alunos, foram analisadas conforme os referenciais discutidos no capítulo 2 e os resultados obtidos foram transformados em porcentagem, organizados em tabelas e gráficos, que serão apresentados e debatidos neste capítulo.

Os seguintes resultados foram obtidos para as respectivas questões 1 e 2:

1. O que você entende por Meio Ambiente?
2. O que você entende por Educação Ambiental?

Categoria	2ª série C	2ª série D	Geral
Naturalista	95%	97%	96%
Antropocêntrica	5%	3%	4%
Globalizante	-	-	-

TABELA 3. 1- Concepções de Meio Ambiente (São Carlos, 2017)

Categoria	2ª série C	2ª série D	Geral
EA Crítica	5%	-	3%
EA Conservadora	95%	100%	97%

TABELA 3. 2 - Concepções de Educação Ambiental (São Carlos, 2017)

Nota-se na Tabela 3.1, que a concepção Globalizante de Meio Ambiente não foi identificada em nenhuma das turmas analisadas, a categoria Naturalista é um pouco mais manifestada na turma D (97%) que C (95%), porém, é a concepção predominante dos grupos estudados.

Algumas respostas que exemplificam a perspectiva Naturalista de Meio Ambiente são reproduzidas abaixo:

- “ Toda natureza, oceanos, florestas, água e terra”.
- “Tudo que contém natureza, fauna e flora”.
- “Meio ambiente é tudo que envolve o que tem na natureza”.

-“ É um conjunto de condições naturais que cercam um ser vivo (...)”.

Na categoria Antropocêntrica enquadram-se afirmativas como:

- “(...) entendo também que o meio ambiente é feito para ser explorado”.

-“Eu entendo pelo meio ambiente que é uma coisa importante para todos, sobrevivência”.

Observa-se assim que a concepção de Meio Ambiente dos estudantes não está de acordo com o desejado pelas DCNEA, que propõe uma visão integrada de Meio Ambiente, a difusão da ótica socioambiental e a necessidade de superar a visão Naturalista apresentada nas práticas de EA das instituições de ensino.

Este resultado com predomínio de visão Naturalista de Meio Ambiente, é coerente com os dados da Tabela 3.2, que demonstram a perspectiva de EA Conservadora como majoritária entre os alunos (97%). Entre as respostas que ilustram este fato estão:

-“Educação Ambiental é estudo da natureza e o ambiente”.

-“Educação Ambiental é preservar a natureza”.

-“É uma lição para aprender sobre o ambiente e como cuidar bem dele”.

Percebe-se que a maioria dos estudantes relaciona EA a fatores naturais, com um foco na ecologia, observa-se também que as citações à doutrina de comportamentos individuais são significativas.

Somente uma pequena porcentagem do grupo de alunos evidenciou relacionar as interações sociedade-natureza como objeto da EA, ainda que de forma superficial. Um exemplo de resposta da categoria EA Crítica, se encontra transcrita abaixo:

-“Aprender a usar recursos do meio ambiente de forma sustentável”

Em relação à questão três do questionário prévio:

3- Escreva cinco temas que você acredita serem abordados pela Educação Ambiental.

Esta questão colabora com a análise das perspectivas de EA manifestadas pelos estudantes, os resultados da questão três são exibidos na Tabela 3.3 e no Gráfico 3.2

Categoria	2ª série C	2ª série D	Geral
Problemas Ambientais	47%	48%	48%
Preservação do Ambiente	12%	15,5%	14%
Reciclagem e 3Rs	14%	11%	12%
Fauna e Flora	8%	13%	11%
Água	10%	5%	8%
Lixo	4%	2%	3%
Biologia	1%	3,5%	1,5%
Sustentabilidade	1%	-	1%
Outros	3%	2%	1,5%

TABELA 3. 3 - Temas abordados pela Educação Ambiental na visão dos alunos. (São Carlos, 2017)

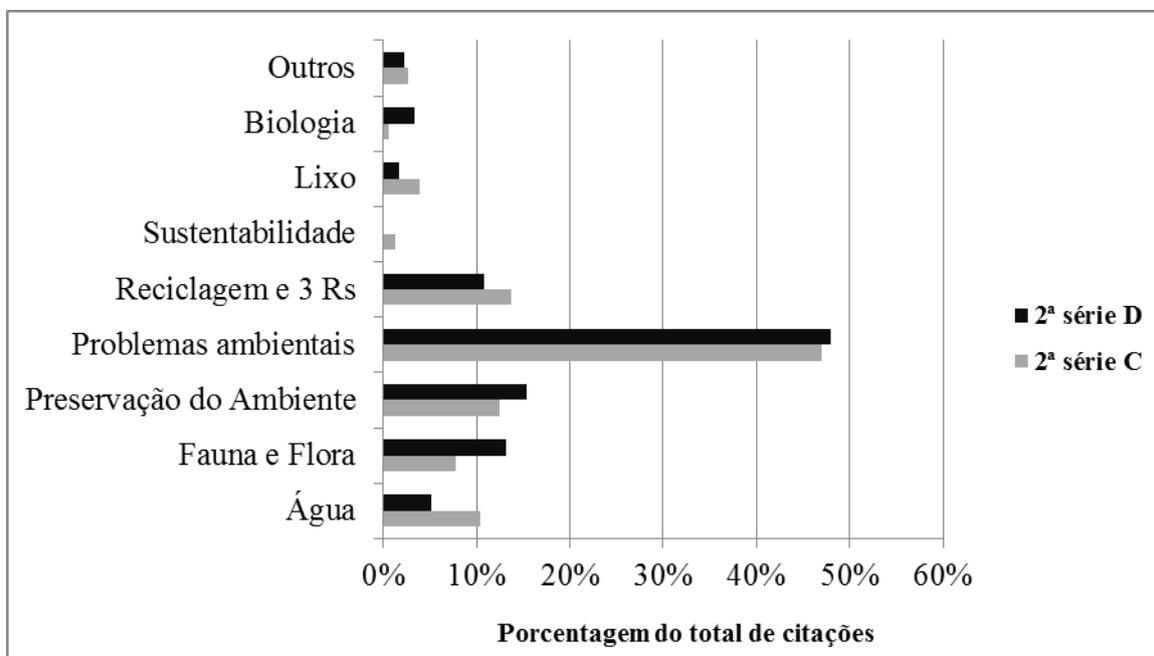


GRÁFICO 3.2- Temas abordados pela Educação Ambiental na visão dos alunos. (São Carlos, 2017)

Verificam-se no Gráfico 3.2, que as frequências de citação dos temas relacionados com EA pelos estudantes nas duas turmas são praticamente as mesmas, são muito próximas. Sendo os temas “problemas ambientais” (48%), “preservação do ambiente” (14%) e “reciclagem e 3 Rs” (12%), os mais reconhecidos pelos alunos como assuntos pertinentes a EA.

A categoria “problemas ambientais” compreende indicadores como: aquecimento global, desmatamento, poluição de maneira ampla (sem especificar ar, água, etc.) e queimadas. Percebe-se que são assuntos presentes nos conteúdos de algumas matérias ou que possuem certa divulgação na mídia, entretanto, nota-se a ausência de menção as demandas urbanas, como enchentes e problemas de mobilidade urbana, deixando evidente novamente a perspectiva Naturalista.

No tema “preservação do ambiente” as referências são mais genéricas, como pode ser ilustrado nas transcrições:

- “ Conservação da natureza”.
- “ Preservar o meio ambiente, preservar a vida”.

Sobre a categoria “reciclagem e 3Rs” (Reduzir, Reutilizar, Reciclar), já está explícito sua descrição no próprio nome, sendo reciclagem o termo mais mencionado dentro desta categoria, por isso seu destaque no título da mesma. Sobre as respostas dos alunos, algumas foram mais gerais como:

- “ 3Rs”.

E outros mencionaram um dos Rs somente:

- “reutilização”.

Em relação às outras categorias apresentadas, “água” abrange respostas que mencionaram de forma geral o tema água e também algumas menções foram feitas a economia de água e sua escassez. “Fauna e Flora” engloba citações como: ecossistema, animais, vegetação.

“Lixo” também é explicitado no geral ou relacionado a ações:

-“Como cuidar do nosso lixo”.

-“ Lixo na rua”.

Biologia, embora não esteja entre as categorias mais citadas, tem uma presença preocupante nos dados, em conjunto com as outras categorias evidencia o que alguns autores chamam de biologização da EA, que pode ser entendida como a diluição da dimensão social e histórica nos aspectos naturais, na análise da problemática ambiental. Esta biologização é tão evidente que chegou ao ponto de alguns estudantes colocarem a disciplina Biologia como tema de EA.

Loureiro (2004, p.81) explica o que seria a biologização:

Biologização do que é social pela diluição da nossa especificidade, simultaneamente biológica e social na totalidade natural, ignorando-se, assim, que tais relações se dão, atualmente com predomínio do capitalismo e seu padrão não só poluente mas explorador, economicamente, da maioria das espécies. O Homo sapiens fica reduzido a um organismo biológico, associal e ahistórico.

Quanto à categoria “outros” (1,5%), foi utilizada para poucas citações que não se encaixaram nas tendências explicitadas e demonstraram não compreender o que se pedia na questão. Apresenta respostas soltas, difíceis de extrair significado, como:

-“Conscientizar”.

O tema “sustentabilidade” foi citado somente em algumas poucas respostas de alunos da turma da 2ª série C (1%). Este fato aponta que o assunto sustentabilidade não tem sido discutido de maneira significativa na vida estudantil desses jovens. O que se mostra contraditório com os princípios da DCNEA, que propõem práticas que sejam comprometidas com a construção de sociedades justas e sustentáveis, assim como, práticas que possam fortalecer a integração entre ciência e tecnologia para promover a sustentabilidade.

Observa-se também que existe uma carência da esfera social nos temas distinguidos pelos alunos, poucos problemas urbanos foram mencionados na categoria “problemas ambientais”, as próprias questões locais não foram reconhecidas, por exemplo, o impacto resultante da atividade industrial e econômica

da região. Percebe-se um pessimismo nas citações feitas, focadas na problemática ambiental sob uma ótica natural. Não foram feitas menções a qualidade de vida e poucas referências são feitas a sustentabilidade. Os resultados podem ser considerados consistentes com os da segunda questão, que apontam a perspectiva de EA Conservadora como predominante (97%).

A próxima questão revela as experiências desses jovens com EA na escola e colabora com a análise das demais questões:

4- Quais desses temas respondidos na questão 3 já foram estudados por você na escola? Em qual disciplina?

A apresentação dos dados será dividida em duas partes: a Tabela 3.4 exhibe os temas que já foram estudados pelos alunos na escola e a Tabela 3.5 em quais disciplinas estes temas foram trabalhados. Os Gráficos 3.3 e 3.4 colaboram para uma melhor comparação dos resultados.

Categoria	2ª série C	2ª série D	Geral
Problemas Ambientais	50%	47%	48,7%
Reciclagem e 3Rs	15%	12%	13,3%
Água	16%	9%	12,0%
Preservação do Ambiente	9%	16,5%	13,0%
Fauna e Flora	6%	14%	10,3%
Lixo	1%	1%	1,1%
Sustentabilidade	1%	-	0,5%
Outros	2%	-	0,8%
Biologia	-	0,5%	0,3%

TABELA 3.4 - Temas de Educação Ambiental desenvolvidos na escola na visão dos alunos. (São Carlos, 2017)

Categoria	2ª série C	2ª série D	Geral
Biologia	40,4%	38%	39%
Ciências	21,1%	18%	19%
Geografia	11,2%	26%	20%
Português	12,4%	1%	6%
Química	8%	2,5%	5%
Ed. Física	-	5%	3%
História	1,9%	-	1%

Indeterminadas	10,6%	4%	7%
-----------------------	-------	----	----

TABELA 3.5 - Disciplinas escolares que trabalharam temas de Educação Ambiental na visão dos alunos. (São Carlos, 2017)

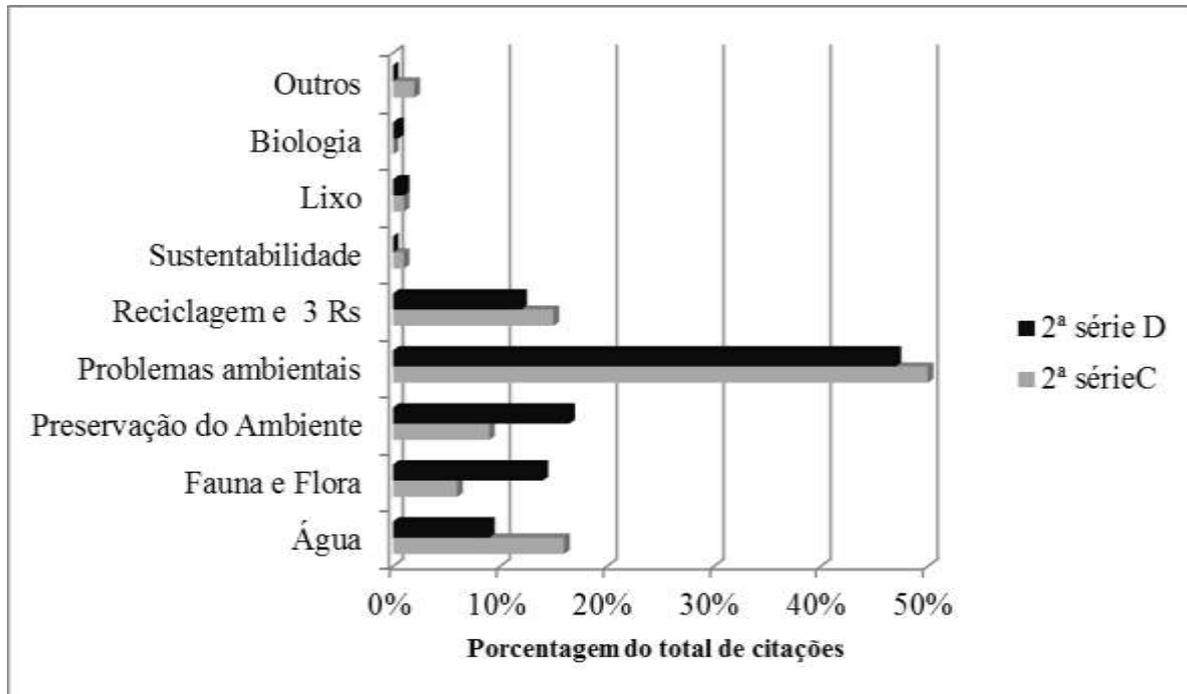


GRÁFICO 3.3 - Temas de Educação Ambiental desenvolvidos na escola na visão dos alunos das turmas analisadas. (São Carlos, 2017)

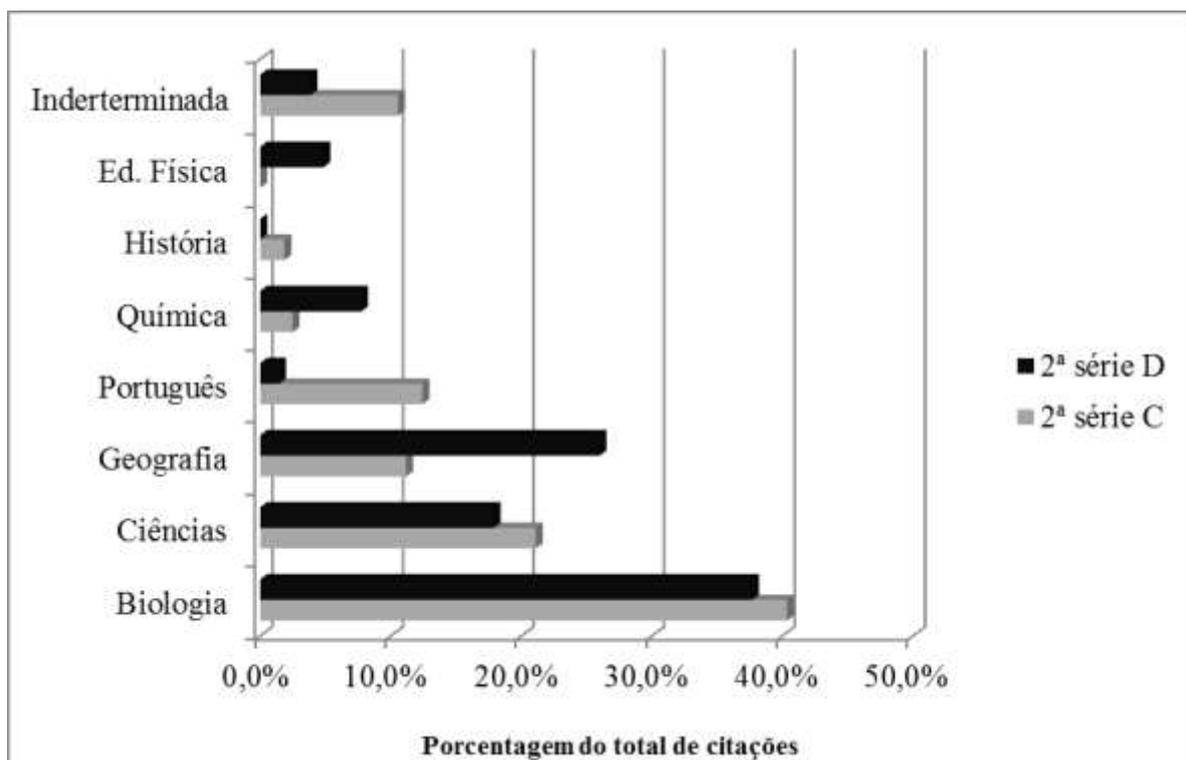


GRÁFICO 3.4- Disciplinas escolares que trabalham temas de Educação Ambiental na visão dos alunos das turmas analisadas. (São Carlos, 2017)

Percebe-se que os mesmos assuntos e categorias da questão três, são apresentados na questão quatro, isto demonstra que a escola tem um papel importante e decisivo nas experiências com EA dos jovens e determina os temas que estes cidadãos relacionam com a área. Ressalta-se que o questionamento sobre os temas que os alunos relacionavam a EA (pergunta três) antecede a questão sobre “quais desses temas foram estudados na escola”, justamente para não ter uma indução nas relações feitas. Entretanto, observa-se que os temas citados como pertinentes a EA, coincidem com os temas trabalhados na escola, provavelmente por isso tenham sido citados como assuntos da EA na questão três.

Assim, pode-se inferir que a escola tem influência direta nos tópicos que esses jovens relacionam com EA e na construção das perspectivas de EA que possuem.

Da mesma forma, a carência da esfera social, a insuficiência de citações a aspectos sociais, tecnológicos e sociais nos temas relacionados com a EA, que são reflexos da EA Conservadora, pode indicar o contato com este tipo de prática de EA durante a Educação Básica desses jovens, sendo a consequência de um ensino descontextualizado, pautado no conteúdo e com situações de aprendizagem deficientes na contextualização do meio natural com fatores sociais, culturais, científicos, tecnológicos, políticos e históricos.

Novamente, destaca-se o fato da temática sustentabilidade ter sido pouco citada (0,5%), reafirmando que tem sido escassamente discutida no ambiente escolar, apesar de todos os apelos e direcionamentos das pesquisas em EA, dos documentos oficiais como as DCNEA e da UNESCO, que promoveu entre 2005-2014 a “Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável”, numa tentativa de chamar atenção dos profissionais da educação para a necessidade de valorizar o assunto.

Quanto às disciplinas que trabalham temas de EA na visão dos alunos, pode-se comparar no Gráfico 3.5 que em ambas as turmas as disciplinas mais citadas são Biologia (39%), Ciências(19%) e Geografia (20%). Por outro lado, as disciplinas de História e Educação Física apresentam uma divergência, enquanto História é reconhecida pela 2ª série C e não pela 2ª série D; Educação Física é citada pela 2ª série D e não pela 2ª série C. Esta discrepância pode ser explicada, pois, embora os alunos pertençam à mesma escola, isso não significa que possuam

os mesmos professores e participem dos mesmos projetos, outro fato a se considerar é que a questão dá a liberdade de se citar qualquer momento da vida escolar, não se restringe somente ao Ensino Médio, por isso as experiências do Ensino Fundamental podem surgir nas questões e também explicar esse resultado, visto que no Ensino Fundamental os alunos pertenciam a escolas diferentes, com projetos pedagógicos diferentes.

O Gráfico 3.5 demonstra de maneira geral, considerando as duas turmas de 2ª série analisadas, quais são as disciplinas referidas na questão quatro.

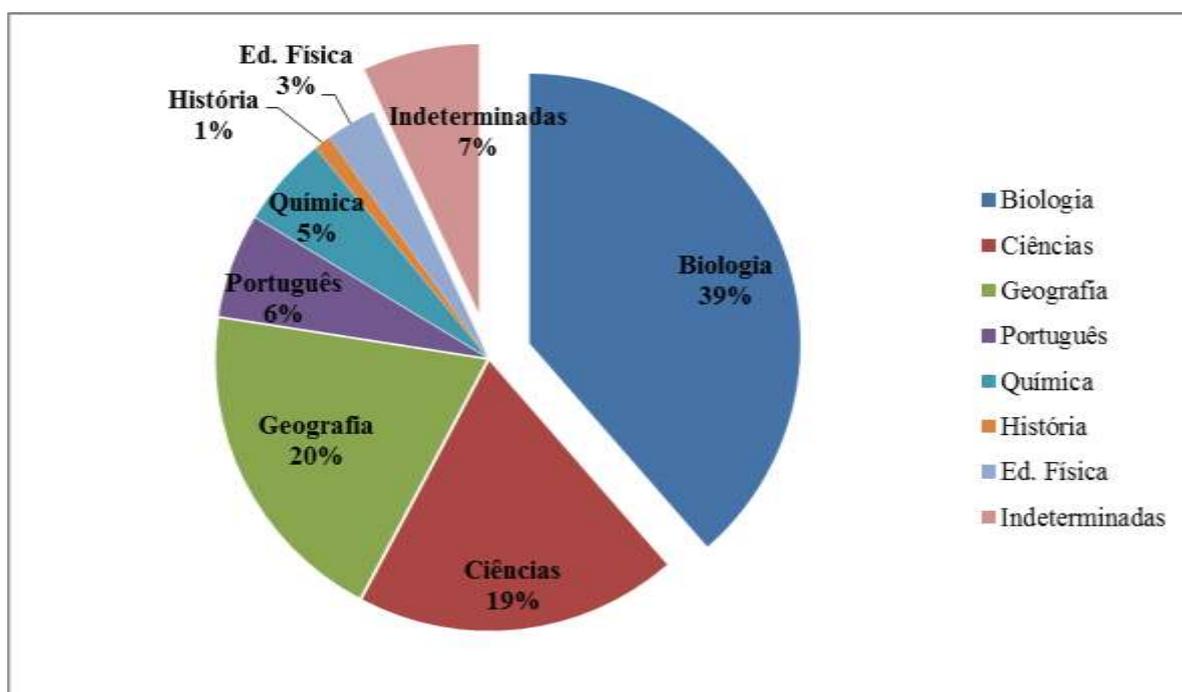


GRÁFICO 3.5- Disciplinas escolares que trabalharam temas de Educação Ambiental na visão dos alunos (São Carlos, 2017).

Conforme o Gráfico 3.5, Biologia é a disciplina que mais trabalha assuntos de EA na visão dos alunos (39%), resultado esperado, uma vez que tópicos como ecologia, Meio Ambiente, fauna e flora fazem parte da matriz curricular desta disciplina e são trabalhados principalmente na 1ª série do Ensino Médio no currículo Estadual de São Paulo.

Geografia (20%) e Ciências (19%) estão praticamente empatadas como segunda matéria mais citada, com uma pequena diferença de 1%. Da mesma forma que Biologia, estas disciplinas possuem conteúdos específicos voltados ao Meio Ambiente, entretanto, ressalta-se que Ciências, é uma matéria exclusiva do

Ensino Fundamental, no Ensino Médio é substituída pelos componentes: Biologia, Química e Física.

Observa-se que o fato de uma matéria do Ensino Fundamental (Ciências), ser tão lembrada pelos alunos, mesmo na 2ª série do Ensino Médio, demonstra que as práticas de EA desenvolvidas na disciplina foram marcantes para os estudantes, assim como, o fato de suas componentes específicas, com exceção a Biologia não serem muito citadas pelos alunos se mostra preocupante.

As disciplinas de Química e Física, classificadas como Ciências da Natureza, tem potencial para trabalhar seus conteúdos de forma articulada com aspectos da EA e deveriam acompanhar Biologia nas próximas posições de citação no Gráfico 3.5, entretanto, mesmo que numa perspectiva Naturalista, Química é pouco reconhecida pelos alunos como uma disciplina que aborde questões pertinentes a EA e Física nem é mencionada.

Constatação semelhante foi feita por Rocha e Marques (2017) ao analisarem turmas de 1ª série e 3ª série do Ensino Médio, com este mesmo questionamento, segundo as autoras:

O fato de uma disciplina do Ensino Fundamental (Ciências) ser mais lembrada pelos alunos, mesmo no fim do Ensino Médio, que suas componentes específicas, pode indicar que o trabalho iniciado no Ensino Fundamental em relação à temática ambiental não teve continuidade satisfatória no Ensino Médio, sugerindo a existência de uma lacuna entre esses dois ciclos, qual merece ser discutida para fortalecer o diálogo entre estes de forma a colaborar com o desenvolvimento de uma perspectiva crítica de EA e a formação cidadã dos estudantes (ROCHA e MARQUES, 2017, p.4).

Ressalta-se, portanto, a importância de propostas didáticas de EA direcionadas ao Ensino Médio, em especial, as disciplinas de Química e Física.

Sobre a última pergunta do questionário prévio:

5- Você se considera preocupado com o Meio Ambiente? O que você faz no seu dia-a-dia para colaborar com a proteção do Meio Ambiente?

A Tabela 3.6 expressa a avaliação dos alunos sobre sua preocupação com o Meio Ambiente. E a Tabela 3.7 expõe quais são suas ações e atitudes em relação à questão ambiental. Os Gráficos 3.6 e 3.7 organizam os resultados de maneira a facilitar sua comparação.

Categoria	2ª série C	2ª série D	Geral
Sim	95%	97%	96%
Não	5%	3%	4%

TABELA 3. 6 - Você se considera preocupado com o Meio Ambiente? (São Carlos, 2017)

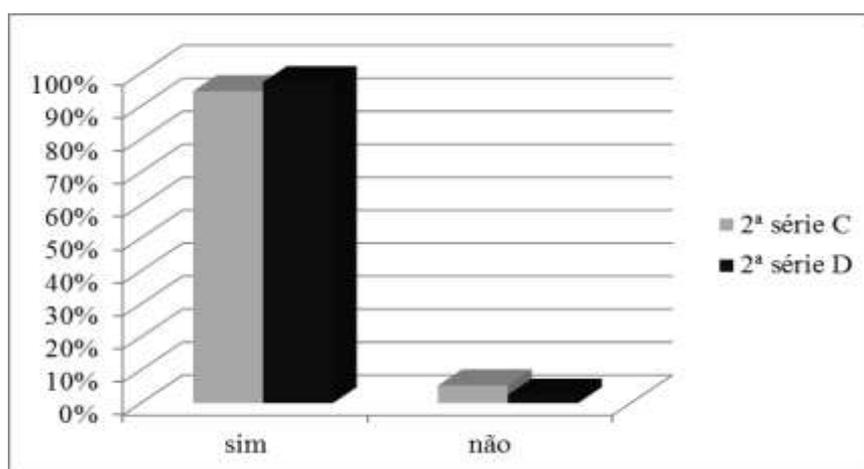


GRÁFICO 3.6- Você se considera preocupado com o Meio Ambiente ? (São Carlos, 2017)

Categoria	2ªsérie C	2ª série D	Geral
Reciclagem e descarte correto de resíduos	61%	58%	60,6%
Ações ligadas à economia de água	20%	16%	17,6%
Evitar ações ligadas à poluição	7%	9%	7,7%
Economia de energia	-	5%	2,8%
Utilizar meios alternativos de transporte	-	4%	2,1%
Conscientizar o próximo	-	3%	1,4%
Cuidar de plantas	7%	3%	4,2%
Conter as queimadas do bairro	-	1%	0,7%
Consumo consciente	2%	-	0,7%
Outros	3%	1%	2,2%

TABELA 3. 7- Ações dos alunos para proteção do Meio Ambiente. (São Carlos, 2017)

Na categoria “reciclagem e descarte correto de resíduos” (60,6%), além da atitude de reciclar, foram incluídas também respostas com explicações mais simples como:

- “não joga lixo no chão ou rua”
- “jogar o lixo no lugar certo”
- “ não joga óleo no ralo”.

Nesta mesma categoria, várias citações foram feitas ao ato de não jogar óleo na pia, provavelmente como consequência do projeto Olho Vivo, desenvolvido nas escolas do município pela empresa responsável pelo tratamento de água e esgoto na cidade, devido principalmente aos problemas técnicos que este tipo de poluição causa para estas agências.

Em “ações ligadas à economia de água” (17,6%), têm-se as seguintes explicações:

- “evito desperdiçar água”.
- “ Reduzir o tempo no banho”.

O tema “evitar ações ligadas à poluição” (7,7%), envolve falas genéricas como:

- “diminuir a poluição”

E outras indicando lugares específicos:

- “ não poluindo os lagos e mares”.

As categorias “economia de energia” (2,8%) e “utilizar meios alternativos de transporte” (2,1%), já deixam explícito a descrição das mesmas.

Quanto “conscientizar o próximo” (1,4%), têm-se explicações como:

- “ conscientizo meus pais”

A categoria “cuidar de plantas” (4,2%), não envolve trabalho em ONGs (Organizações Não Governamentais), ou trabalhos coletivos, na verdade se restringe ao cotidiano e residência dos participantes:

- “(...) plantando algumas plantas”.
- “(...) cuidando de plantas”.

“Conter as queimadas do bairro” (0,7%) também é uma categoria auto-descritiva, em que se enquadram as citações:

- “ Não colocando fogo em móveis na rua”.

Sobre o tema “consumo consciente” (0,7%), as explicações são relativas às quantidades de produtos comprados e a necessidade de sua aquisição, contudo, nenhuma referência é feita sobre julgar a procedência ou processo industrial pelo qual o produto é obtido, considerando aspectos ambientais ou sociais.

Na categoria “utilizar meios alternativos de transporte” (2,1%) os alunos mencionam principalmente o transporte utilizado para ir até a escola. Alguns exemplos de respostas são:

- “Venho de ônibus todos os dias para a escola, ando a pé o máximo possível (...)”.
- “Vou a pé de casa para a escola e vice-versa”.

A categoria “outros” (2,2%) engloba as respostas em branco, que não relataram nenhuma ação, e as poucas respostas que demonstram falta de conexão/entendimento com o enunciado da questão.

Pode-se observar melhor a distribuição destas categorias no Gráfico 3.7.

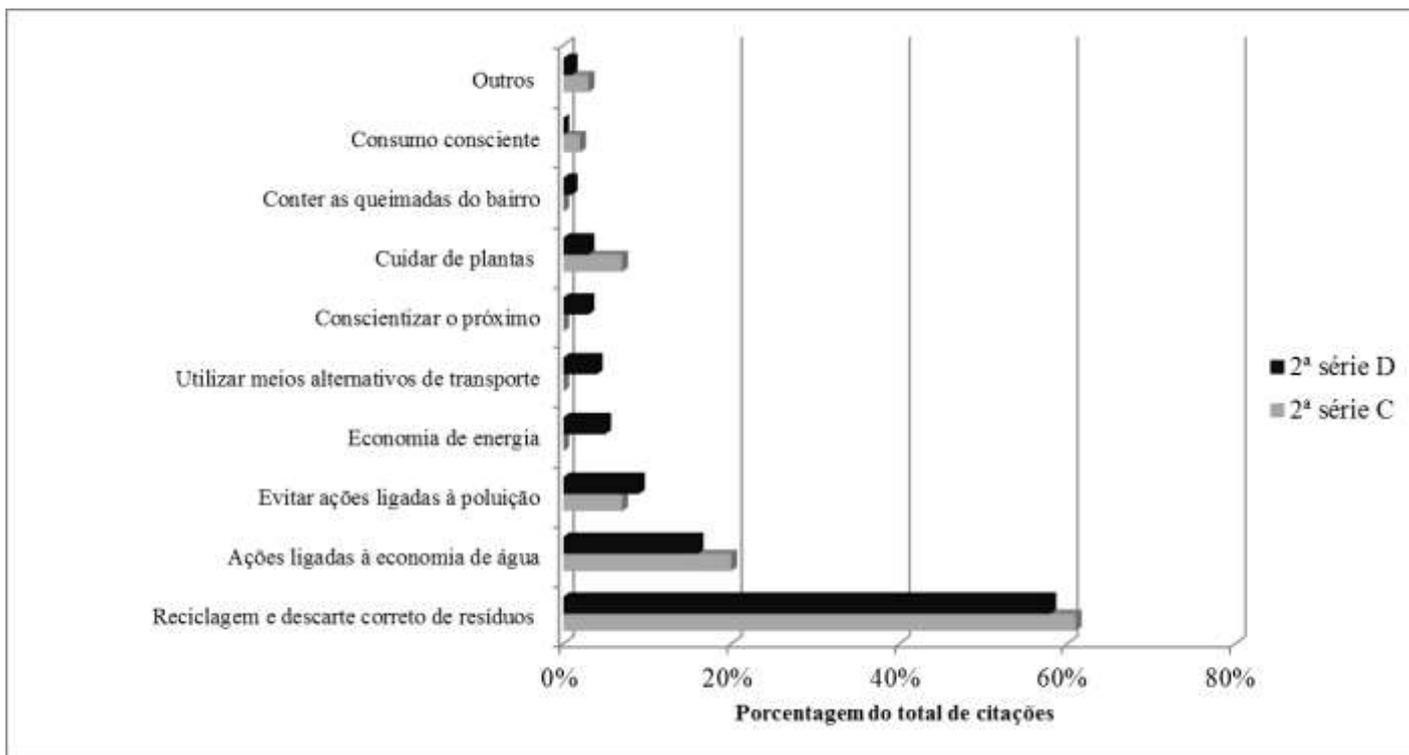


GRÁFICO 3.7- Ações dos alunos para proteção do Meio Ambiente. (São Carlos, 2017)

Observa-se que as ações mais mencionadas pelos alunos são “reciclagem e descarte correto de resíduos” (60,6%) e “ações ligadas à economia de água” (17,6%), percebe-se nas descrições dessas categorias que são relativas a atitudes simples do cotidiano dos alunos e focadas no comportamento individual.

Ações que refletem um pensamento mais amplo e crítico da questão ambiental, envolvendo aspectos sociais, como “utilizar meios alternativos de transporte” (2,1%) e “consumo consciente” (0,7%) foram pouco mencionados, o que é coerente com a perspectiva de EA Conservadora e Meio Ambiente Naturalista manifestada pela maioria dos alunos. Lembrando que focar em comportamentos individuais é uma das marcas da EA Conservadora.

É provável que a perspectiva do indivíduo sobre a problemática ambiental tenha influência no seu engajamento com o assunto.

Destaca-se que as atitudes referidas pelos estudantes são consideradas ingênuas para estudantes do Ensino Médio, pode-se inferir que grande parte dessas atitudes são temas trabalhados no Ensino Fundamental, o que reafirma a ideia que as situações de aprendizagem voltadas ao Meio Ambiente e a questão ambiental no Ensino Fundamental desses alunos foram marcantes para os mesmos, porém podem não ter tido uma continuidade satisfatória no Ensino Médio.

Embora não seja este o foco da pesquisa, este indício de falta de envolvimento do Ensino Médio com a EA pode ser explicado, entre outros, pela maior preocupação com o conteúdo extenso a ser cumprido e ao maior número de disciplinas.

Na pesquisa de Rocha e Marques (2016), com uma amostragem mais ampla de estudantes do Ensino Médio, englobando 1ª série e 3ª série, as autoras destacam que:

Percebe-se que a concepção de EA Conservadora é apresentada pela maioria dos participantes da pesquisa, o que pode ser reafirmado pelo predomínio da visão Naturalista de Meio Ambiente, embora seja menos manifestada nos formandos em relação aos ingressantes, continua predominante, demonstrando a possível falta de práticas de EA durante o Ensino Médio que pudessem evoluir essas percepções de Meio Ambiente e EA, ou seja, situações de aprendizagem que contextualizassem o meio natural com fatores sociais, culturais, científicos, tecnológicos, políticos e históricos.

Ressalta-se que o foco na dimensão individual da EA Conservadora não contribui para o engajamento cidadão dos estudantes com a questão ambiental. (...)

Dessa forma, aponta-se a importância do desenvolvimento de pesquisas voltadas a efetivação e enriquecimento das práticas de EA na Educação Básica, buscando desenvolver o pensamento crítico sobre a crise ambiental, especialmente no Ensino Médio, o qual para muitos estudantes da Rede Pública é o final do ciclo estudantil, pois acabam por não seguir para o Ensino Superior. Portanto, cabe ao Ensino Médio o importante papel de consolidar a formação cidadã desses jovens no âmbito da Educação Escolar (ROCHA e MARQUES, 2016, p.9).

Em suma, obteve-se a mesma percepção de que a presença da EA Conservadora é predominante no Ensino Médio, o que é evidenciado pela visão Naturalista de Meio Ambiente manifestada pela maioria dos estudantes e a deficiência de aspectos sociais e culturais nos temas relacionados e estudados sobre EA. Tais vivências e percepções refletem então no envolvimento e engajamento dos jovens cidadãos com a questão ambiental. Envolvimento este, que se mostrou focado em comportamentos individuais e ações ingênuas para estudantes do Ensino Médio.

Constata-se assim a necessidade de um olhar especial para o Ensino Médio na sua articulação com a EA, na discussão de percepções de Meio Ambiente e sustentabilidade, situações de aprendizagem que possam auxiliar no desenvolvimento de uma postura mais crítica sob a ótica ambiental, que permita colaborar com um engajamento, como por exemplo, evoluir esse consumo

consciente que só foca na quantidade de compra e não na procedência dos produtos escolhidos.

Fundamentada nesta análise e nos estudos dirigidos as DCNEA e currículo de Química, três Sequências Didáticas para inserção da EA nas aulas de Química da Educação Básica foram construídas e são apresentadas no próximo subcapítulo.

3.2 Sequências Didáticas Construídas

As três SD construídas são: “Nossa água sua descrição Química e Histórica”, “Tratamento da água e saúde pública” e “A Química e a sustentabilidade – Química Verde”.

A maioria delas discute assuntos pertinentes à percepção de Meio Ambiente e também a sustentabilidade. Suas estruturas seguem o apresentado e explicado no capítulo dois.

Título: “Nossa água: sua descrição Química e histórica”

Problematização: A água é um bem de importância vital, além de econômica e social. As primeiras grandes civilizações se estabeleceram a margem de rios e a diversidade de atividades econômicas de uma região depende entre outros fatores da disponibilidade de água. Todas as atividades produtivas dependem de água direta ou indiretamente, sendo a agropecuária a maior consumidora desse recurso natural. Em Santa Gertrudes a atividade econômica predominante é a indústria cerâmica, a água é utilizada diretamente em diferentes etapas da produção e o efluente desse processo é lançado nas águas da cidade. Leia o trecho do projeto Corumbataí cerâmicas:

“Até meados da década de 80, as ações da CETESB concentravam-se prioritariamente na Grande São Paulo e Baixada Santista. No interior do Estado, sua atuação contemplava, basicamente, o licenciamento das fontes poluidoras. Com a migração das indústrias para o interior, a CETESB passou a trabalhar de maneira mais descentralizada, incrementando as ações corretivas junto às fontes de poluição. Foi assim no setor cerâmico, cujo adensamento na região de Santa Gertrudes ocorreu na década de 80 do século XX. No final da década de 80, já com

a ação corretiva de controle de poluição junto às cerâmicas, a CETESB constatou a presença de altas concentrações de metais pesados nas águas da bacia do Córrego da Fazenda Itaqui. Em meados da década de 90, a CETESB monitorou o solo, os sedimentos, a água e os peixes de lagos formados por antigas cavas abandonadas de extração de argila, das diversas indústrias cerâmicas instaladas na região, concluindo pela existência de contaminação em diferentes graus nos meios analisados. A responsabilidade pela contaminação da área não pôde ser atribuída a apenas uma empresa, pois, sabe-se que no passado, as cavas abandonadas receberam resíduos cerâmicos de diversas proveniências.”

Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/noticentro/2006/01/corumbatai.pdf>

Você conhece o córrego citado no projeto? Ele tem relação com a fonte de água que consumimos? De onde vem a água que consumimos em casa? Quais suas características? Teriam as indústrias cerâmicas mais direito sobre a água que nós? Existe um proprietário da água?

Público Alvo: 2ª série do Ensino Médio

Número de Aulas: 13 aulas

Objetivo Geral: Perceber os aspectos sociais e econômicos como integrantes dos elementos do Meio Ambiente e as relações mútuas de transformação existentes. Interpretar os problemas ambientais como socialmente e historicamente construídos e não como determinados. Conhecer alguns aspectos da legislação sobre as águas no Brasil.

Objetivos Específicos: Compreender os parâmetros químicos de qualidade da água e sua importância. Analisar alguns parâmetros químicos de qualidade da água e relacionar com seu entorno. Conhecer algumas propriedades das argilas e sua estrutura Química. Interpretar a escala de pH e avaliar sua importância. Relacionar a condutividade de uma solução a presença de íons.

Conteúdo: Parâmetros de qualidade da água (temperatura, pH (potencial hidrogeniônico), DBO (Demanda BioQuímica de Oxigênio), turbidez, OD (Oxigênio Dissolvido), cor), metais pesados, estrutura Química da argila, condutividade elétrica de soluções.

Estratégias de Ensino:

a) Utilizar a problematização para questionar os alunos sobre a origem de sua água e suas características Químicas. Solicitar que pesquisem a esse respeito, inclusive procurando informações na conta de água. Esclarecer a composição

Química da argila e suas propriedades relacionadas à indústria cerâmica mencionada no projeto da CETESB.

b) Brevemente apresentar um mapa com a bacia hidrográfica de Santa Gertrudes, conversar sobre as condições do córrego de abastecimento e a estação de tratamento. Incluir na discussão a nascente e o pequeno lago próximo à escola. Através da conta de água introduzir os parâmetros de qualidade da água de acordo com a legislação, destacando o conceito químico de pH, sua escala e importância.

c) Ler a resolução CONAMA citada na conta de água e solicitar aos alunos que se organizem em duplas para pesquisar no laboratório de informática os efeitos tóxicos de algumas espécies Químicas mencionadas nessa resolução, depois devem socializar os resultados de suas pesquisas com a turma.

d) Levantamento histórico: solicitar aos alunos fotos antigas da nascente próxima à escola e do córrego de captação, realizar entrevistas com moradores mais antigos e construir uma linha histórica para relacionar a nascente e o córrego com o crescimento da cidade e as atividades econômicas, questioná-los sobre como o entorno poderia mudar ou não as características Químicas da água ali presente. Perceber os aspectos sociais e econômicos como integrantes dos elementos do Meio Ambiente e as relações mútuas de transformação existentes.

e) Quem usa e controla a água? Vídeos – Lei das águas e comitês de bacias. Conversar com a classe sobre quais deveriam ser os participantes do CBH (Comitê de bacias hidrográficas) da nossa região e possíveis conflitos a serem mediados, anotar na lousa as ideias da classe.

f) Visita técnica a nascente do lago próximo à escola para coletar amostras de água. Fazer registros sobre o local, fotos, desenhos, relatos.

g) Análise da água coletada no laboratório de ciências. Interpretar os resultados da análise, utilizar a atividade de campo e histórica para levantar hipóteses.

h) Fechar a atividade voltando às perguntas da problematização, fazer uma discussão final.

Recursos Didáticos: visita técnica à nascente próxima à escola; análise da água no laboratório de ciências, vídeo do comitê de bacias, pesquisa histórica e pesquisa no laboratório de informática.

Avaliação: Relatório da atividade de campo e laboratório, discussão do experimento e da problematização.

Socialização da pesquisa sobre a toxicidade das espécies Químicas presentes na resolução CONAMA.

Referências Bibliográficas:

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Comitês de bacia hidrográfica. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/biblioteca/Video.aspx?id_video=80>. Acesso em: jan.2016

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Lei das águas. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/biblioteca/Video.aspx?id_video=79>. Acesso em: jan.2016

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Portal da qualidade das águas. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: jan.2016

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em : <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em : out.2015.

BRASIL. Ministério da saúde. Manual prático de análise de água. Brasília, 2004.146p.

CANTO, E.L; PERUZZO, F.M. Química na abordagem do cotidiano 2. 3ed. São Paulo: Moderna, 2003.344p.

CHAGAS, A. P. Argilas as essências da terra. 1 ed. São Paulo: Moderna, 1996. 54p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Projeto Corumbataí Cerâmicas. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/noticentro/2006/01/corumbatai.pdf>> . Acesso em: dez.2015

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf>> . Acesso em: fev.2016.

GEPEQ. Interações e Transformações: Aluno – Química e a Sobrevivência : Hidrosfera como fonte de materiais. v 4. São Paulo: Edusp, 2005.

LABORATÓRIO DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Disponível em: <<http://www.ctec.ufal.br/professor/elca/Cor.QA2.2008.2.pdf>>. Acesso em: abril. 2016

ODEBRECHT AMBIENTAL. Disponível em: <<http://www.odebrechtambiental.com/santa-gertrudes/2015/02/20/chuvas-elevam-nivel-do-corrego-santa-gertrudes/>>. Acesso em: jan. 2016

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA GERTRUDES. Engenharia. Plano de

Saneamento Básico do Município de Santa Gertrudes. Disponível em: <<http://www.santagertrudes.sp.gov.br>> . Acesso em: jan.2016.

RUSSO, I. L. A bacia hidrográfica do córrego São Joaquim e o abastecimento urbano de água de Santa Gertrudes (SP). 1997. 122f. 1997. Dissertação (Mestrado)- Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

SPIRO, T.G.; STIGLIANI, W.M. Química ambiental. Tradução: Sonia Midori Yamamoto. 2ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. 343p.

Bibliografia Consultada:

BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, 2012. Disponível em: < <http://conferenciainfanto.mec.gov.br/images/pdf/diretrizes.pdf> >. Acessado em: abril. 2015.

GUIMARÃES, Y. A.; GIORDAN, M. Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. VIII Encontro Nacional De Pesquisa em Educação em Ciências. Campinas, 2011.

REIGOTA, M. O que é Educação Ambiental. 2ed. São Paulo: Brasiliense, 2014.107p.

QUADRO 3.1- Sequência Didática 1.

Atividade Experimental – Análise da Água do Lago

Materiais e Reagentes

Frasco plástico com tampa para coleta de água 100mL

Luvas

Tubos de ensaio e estante

Béquer de 50 mL

Condutivímetro

*Indicador para presença de cloro (solução aquosa de O-toluidina e ácido clorídrico)

*Reagentes 1 e 2 para teste de nitrito (1-solução aquosa de ácido sulfanílico e ácido acético; 2-solução de alfa-naftilamina e álcool etílico)

Suco de repolho roxo

Termômetro

*Reagentes encontrados em loja de aquários com preço acessível

Metodologia

Utilizando as luvas e o frasco plástico coletar amostras de água da nascente do lago, evitando contato direto com água. Medir a temperatura no local de coleta.

No laboratório separar 3 tubos de ensaio, transferir 3mL de amostra para cada tubo de ensaio.

- pH : adicionar 1 mL do suco de repolho roxo ao tubo de ensaio 1, anotar a cor e respectivo pH .
- Cloro : adicionar 3 gotas do indicador no tubo de ensaio 2, a cor amarela indica a presença de cloro.
- Nitrito : adicionar 2 gotas do reagente 1 e 2 gotas do reagente 2, aguardar 10 minutos e comparar a cor apresentada com a escala presente na bancada.
- Condutividade: adicionar 10 mL da amostra no béquer, colocar o Condutivímetro e marcar a condutividade apresentada.

pH	Cloro	Nitrito	Condutividade	Temperatura

Questões

- 1- Calcule a $[H^+]$ que corresponde ao pH identificado
- 2- O pH analisado indica meio ácido, básico ou neutro?
- 3- Que fatores você acredita que podem ter contribuído para este resultado do pH?
- 4- A concentração de nitrito obtida está de acordo com a resolução Conama lida na sala? Que fatores podem ter contribuído para este resultado?
- 5- Comparando o lago de hoje e as fotos dele antigas pesquisadas pela turma, você considera que os parâmetros químicos da água do lago de antigamente seriam os mesmos do de hoje? Por quê?
- 6- Quais elementos fazem parte do Meio Ambiente em que o lago está inserido?
- 7- Por que se utilizou a condutividade como parâmetro de qualidade da água?
- 8- A água destilada, passa pelo processo de destilação para ser o mais pura possível. Você esperaria uma condutividade maior ou menor da água destilada comparada com a da amostra do lago?

Referências

BRASIL. Ministério da saúde. Manual prático de análise de água. Brasília, 2004.146p.

FEITOZA, A.C.; GALHIANE, M. S.. Normas do Laboratório de Gerenciamento de Químicos Faculdade de Ciências Campus de Bauru. 2009. Disponível em <<http://www2.fc.unesp.br/lvq/download/>>. Acesso em 05 de jan. de 2016.

GEPEQ. Estudando o Equilíbrio Ácido Base. Química nova na escola, n. 1, p. 32-33, 1995.

MORTIMER, E.F.; PENHA, S.S. O Projeto Água em Foco como Uma Proposta de Formação no PIBID. Química nova na escola, v. 34, n. 4, p. 240-247, 2012.

SÃO PAULO. Decreto-Lei n. n.8.468, de 08 de agosto de 1993. Dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1976/decreto-8468-.09.1976.html>>. Acesso em: 05 jan. 2016.

ZUIN, V.G.; IORIATTI, M.C.S.; MATHEUS, C.E. O Emprego de Parâmetros Físicos e Químicos para a Avaliação da Qualidade de Águas Naturais: Uma Proposta para a Educação Química e Ambiental na Perspectiva CTSA. Química nova na escola, v. 31, n. 1, p. 3-8, 2009.

Normas de Segurança e Descarte de Resíduos

É necessária a utilização de luvas descartáveis para coleta da água no lago. E deve-se evitar contato direto com a pele, olhos e boca durante sua manipulação, para proteger os manipuladores de possíveis contaminações existentes.

Todos os resíduos da aula podem ser descartados junto com o efluente escolar, conforme Feitoza e Galhiane (2009) e o Decreto-Lei n.8.468 de 8/8/1993.

QUADRO 3.2 - Experimento da Sequência Didática 1.

<p>Título: “Tratamento da Água e Saúde Pública”</p> <p>Problematização: A água que chega à nossas casas é chamada água potável. A Água potável é própria para o consumo, ela deve respeitar os parâmetros de qualidade estabelecidos pela Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde.</p> <p>Para atender esses parâmetros a água passa por um processo de tratamento, que possui várias etapas, uma delas é a adição de cloro, devido sua ação desinfetante. Leia os textos abaixo sobre a utilização do cloro no tratamento de água:</p> <p><i>“A desinfecção da água tem sido praticada por milênios, embora os princípios envolvidos no processo não fossem conhecidos. Existem indícios de que o uso de água fervida já era recomendado em 500 a.C., mas alguns historiadores julgam que esta prática era adotada desde o começo da civilização (Iabusch, 1971). Até que a teoria dos microrganismos fosse estabelecida (Louis Pasteur, 1880), havia a crença de que as doenças eram transmitidas através de odores. A desinfecção da água e dos esgotos surgiu como uma tentativa de se controlar a propagação das doenças através dos odores. (...).</i></p> <p><i>Inicialmente, o cloro era empregado na desinfecção de águas somente em casos de epidemias. A partir de 1902, a cloração foi adotada de maneira contínua na Bélgica. Em 1909, passou a ser utilizado o cloro guardado em cilindros revestidos com chumbo. De acordo com Rossin (1987), os processos de cloração evoluíram com o tempo, podendo esta evolução ser caracterizada em diferentes décadas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><i>• 1908 a 1918 – início da cloração das águas; aplicação de uma pequena quantidade de cloro;</i><i>• 1918 a 1928 – acentuada expansão no uso de cloro líquido;</i><i>• 1928 a 1938 – uso de cloraminas, adição conjunta de amônia e cloro, de modo a se obter um teor residual de cloraminas. Ainda não eram empregados testes específicos para se determinar os residuais de cloro;</i><i>• 1948 a 1958 – refinamento da cloração; determinação das formas de cloro combinado e livre; e cloração baseada em controles bacteriológicos.”</i> <p>(MEYER, S. T. O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de</p>
--

trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública.1994)

“ Tratamento da Água dos Poços Manuais

1 - Perfurar o poço a uma distância de, no mínimo, 15 metros da fossa.

2- Consultar um especialista que seja capaz de identificar o local onde a água é de melhor qualidade.

3- Tratar a água com equipamento adequado. Se estiver com cheiro de ferrugem não pode ser consumida. Se estiver com sal, utilizar um dessalinizador.

4- Analisar a água em laboratórios especializados, pelo menos uma vez por mês.

5- Aplicar cloro com bomba dosadora. Não se pode deixar o poço ficar nenhum dia sem o cloro. Antes de beber a água com cloro tem que fervê-la e filtrá-la. ”

(MEDEIROS, S. Química Ambiental. 3 ed. Recife: Copysim,2005.122p.)

O que você sabe sobre o tratamento de água da nossa cidade?

O que seria a ação desinfetante do cloro? A presença de cloro na água pode ser um problema? Pesquise sobre o assunto.

Público Alvo: 2ª série do Ensino Médio

Número de Aulas: 16 aulas

Objetivos Gerais: Relacionar os padrões de produção e consumo como fatores determinantes a saúde e qualidade de vida, refletir sobre a integração entre ciência e tecnologia como necessárias a sustentabilidade. Interpretar a pegada hídrica como ferramenta para o uso sustentável da água.

Objetivos Específicos: Comparar processos de tratamento de água e identificar a ação Química envolvida em cada etapa. Reconhecer a função orgânica haleto orgânico e os perigos da formação de trihalometanos na água. Compreender o conceito de adsorção e a ação do carvão ativado. Avaliar a importância do controle de pH para as reações Químicas.

Conteúdo: Tratamento de água convencional e floculação, sistema Wetlands de tratamento de água, compostos de carbono, haletos orgânicos, reação de substituição, adsorção, pegada hídrica e sustentabilidade.

Estratégias de Ensino:

a) Aula expositiva sobre o tratamento convencional da água,

destacando os processos químicos, apresentação do vídeo: “tratamento de água e esgoto DAESBO”. Ler os Parâmetros de potabilidade conforme a Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde e comparar com a resolução CONAMA estudada.

b) Tratamento de água de Analândia, filtração por raízes de plantas (Wetlands). Comparar com o tratamento convencional identificando os processos químicos envolvidos.

c) Aula experimental: Clarificação da água. O objetivo da aula é trabalhar a importância do pH para regular a turbidez e estender a discussão para a importância do controle de pH nas reações Químicas.

d) Visita técnica a estação de tratamento e palestra de profissionais responsáveis pelo saneamento básico na cidade.

e) Socializar a pesquisa sobre o cloro solicitada na problematização e discutir sobre a formação de trihalometanos. Introduzir os conceitos de compostos de carbono, funções orgânicas iniciando com os haletos orgânicos e reações de substituição, aproveitar os conhecimentos e percepções dos alunos adquiridos na pesquisa.

f) Carvão ativado para retirar substâncias orgânicas como trihalometanos da água. Realização de experimento com carvão ativado. Durante a atividade no laboratório não descartar a água, colocar baldes embaixo da torneira e para os descartes. Estimar quanto se usou de água na atividade.

g) Usar a quantidade de água gasta na aula experimental para introduzir o conceito de pegada hídrica e relacioná-lo com a sustentabilidade. Calcular a pegada hídrica da sala no simulador do site <<http://waterfootprint.org>> e explorar o mesmo.

Recursos Didáticos: Experimentos no laboratório, visita técnica a estação de tratamento e palestra de profissionais responsáveis pelo saneamento básico na cidade, vídeos.

Avaliação: Discussão e relatórios dos experimentos, pesquisas solicitadas.

Referências Bibliográficas:

BORZANI, W. et al. Biotecnologia Industrial, vol. 1.1 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.254p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as

condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em : <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em : out.2015.

BRASIL. Ministério da saúde. Manual prático de análise de água. Brasília, 2004.146p.

BRASIL. Ministério da saúde. Portaria nº 2.914, de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2011.

CALCULADORA DA PEGADA HÍDRICA. Disponível em : <<http://waterfootprint.org>>. Acesso em: nov. 2015.

CANTO, E.L; PERUZZO, F.M. Química na abordagem do cotidiano 3. 3ed. São Paulo: Moderna, 2003.344p.

ELIAS, J. M. Análise da eficiência global do sistema de “Wetlands” construído na estação de tratamento de água para abastecimento público no município de Analândia. 2003. 214 f. 2003. Dissertação (Mestrado)-Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

MAIA, A.S.; OLIVEIRA, W.; OSÓRIO, V.K.L. Da água turva à água clara - o papel do coagulante. Química Nova na Escola, n. 18, p. 49-51, 2003.

MEDEIROS, S. Química Ambiental. 3 ed. Recife: Copysim,2005.122p.

MEYER, S. T. O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. Caderno Saúde Pública, v. 10, n. 1, p. 99-110, 1994.

MIMURA, A. M.S.; SALES, J. R. C.; PINHEIRO, P. C. Atividades experimentais simples envolvendo adsorção sobre carvão. Química nova na escola, v. 32, n. 1, p. 53-56, 2010.

SALATI,E. Controle de Qualidade de Água através de Sistema de Wetlands Construídos. FBDS –Fundação Brasileira para o desenvolvimento sustentável. Disponível em :<www.fbds.org.br>. Acesso em : out.2015

SPIRO, T.G.; STIGLIANI, W.M. Química ambiental . Tradução : Sonia Midori Yamamoto. 2ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. 343p.

VÍDEO : “TRATAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO DAESBO”. Disponível em:<<https://www.youtube.com/watch?v=46CkZEKrfZg>>. Acesso em : jan. 2016.

WALTERLER, A. S. Tratamento de água. Natal : CEFET/RN,2007.149p.

Bibliografia Consultada:

BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, 2012. Disponível em: < <http://conferenciainfanto.mec.gov.br/images/pdf/diretrizes.pdf> >. Acessado em: abril. 2015.

GUIMARÃES, Y. A.; GIORDAN, M. Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. VIII Encontro Nacional De Pesquisa em Educação em Ciências. Campinas, 2011.

REIGOTA, M. O que é Educação Ambiental. 2ed. São Paulo: Brasiliense, 2014.107p.

QUADRO 3.3 - Sequência Didática 2.

Atividade experimental – Clarificação da Água

Reagentes:

Vinagre

*Carbonato de sódio ou óxido de cálcio

*Solução de Sulfato de alumínio 0,9 mol.L⁻¹

Água turva

Suco de repolho roxo

*Facilmente encontrados em casas que vendem produtos para piscina ou materiais para construção.

Materiais

3 Béqueres 250mL

3 Tubos de ensaio

Estantes para tubo de ensaio

Pipeta de Pasteur ou conta- gotas

Colher de chá

Colher de sopa

Proveta

Fita crepe e caneta

Procedimento:

a) Amostras

1. Preparar amostra de água turva com água da torneira e terra da escola, 750mL.
2. Separar a amostra em três béqueres de 250 mL e identificá-los com a fita crepe.
3. Identificar também os tubos de ensaio em 1,2 e 3.

b) Determinar o pH

4. Transferir uma alíquota (5mL) da amostra do béquer 1 para o tubo de ensaio 1.
5. Adicionar 20mL de vinagre ao béquer 2, homogeneizar com a colher e coletar uma alíquota (5mL) para o tubo de ensaio 2.
6. Adicionar 1 colher de chá de carbonato de sódio ou óxido de cálcio no béquer 3, homogeneizar com a colher e coletar uma alíquota (5mL) para o tubo de ensaio 3.

7. Determinar o pH das amostras nos tubos de ensaio usando o suco de repolho roxo. Adicionar 1mL do suco em cada tubo.

c) Clarificação

8. Adicionar 1mL da solução de sulfato de alumínio simultaneamente em cada béquer e agitar com o bastão de vidro ou colher
9. Esperar 15 minutos e comparar as três amostras.

Questões:

- 1- Que parâmetro de qualidade da água o processo de clarificação busca atender?
- 2- O que você observou no resultado final das três amostras? Proponha uma explicação para as suas observações.
- 3- Com base em seus conhecimentos sobre o tratamento de água e as observações desse experimento explique o que é um coagulante. Identifique qual das substâncias usadas no experimento é o agente coagulante.

Referências:

FEITOZA, A.C.; GALHIANE, M. S.. Normas do Laboratório de Gerenciamento de Químicos Faculdade de Ciências Campus de Bauru. 2009. Disponível em <<http://www2.fc.unesp.br/lvq/download/>>. Acesso em 05 de jan. de 2016.

MAIA, A.S.; OLIVEIRA, W.; OSÓRIO, V.K.L. Da água turva à água clara - o papel do coagulante. Química Nova na Escola, n. 18, p. 49-51, 2003.

METODOLOGIA EXPERIMENTAL . Disponível em :<http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/11608/11608_7.PDF>. Acesso em: out. 2015

SÃO PAULO. Decreto-Lei n. n.8.468, de 08 de agosto de 1993. Dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1976/decreto-8468-.09.1976.html>>. Acesso em: 05 jan. 2016.

WALTERLER, A. S. Tratamento de água. Natal : CEFET/RN,2007.149p.

Normas de Segurança e Descarte de Resíduos

Os resíduos dos tubos de ensaio e dos três Béqueres devem ser misturados, depois podem ser descartados junto com o efluente escolar, conforme Feitoza e Galhiane (2009) e o Decreto-Lei n.8.468 de 8/8/1993.

Experimento – Carvão Ativado

Materiais

Um frasco para preparar 500mL de um refresco artificial;
4 béqueres de 250 mL ou copos comuns;
2 folhas de papel de filtro ou do tipo usado para coar café;
2 funis ou suporte de filtro para coar café;

2 colheres de chá;
1 pacote de refresco em pó de uva;
1 almofariz com pistilo (ou pequeno pilão de madeira);
Carvão de churrasco;
Carvão ativado (pode ser obtido em farmácias de manipulação)
Luvas.

Procedimento

1. Prepare cerca de 500 mL de refresco conforme as instruções no rótulo da embalagem. Triture aproximadamente duas colheres de cada tipo de carvão até obter uma granulação semelhante para ambos (use luvas para manipular os dois tipos de carvão, porque sujam as mãos ao simples toque).

Em um dos copos, coloque uma colher de chá cheia do carvão vegetal e, no outro, a mesma medida de carvão ativado. Adicione então o refresco preparado até o volume aproximado de 100 mL, agite e deixe em repouso por cerca de cinco minutos. Em seguida, filtre as duas soluções simultaneamente para separar o carvão do refresco. Compare agora a coloração das soluções filtradas com a do refresco original.

2. Descarte os resíduos nos baldes indicados e não na pia. Use também os baldes dentro da pia para lavar os materiais.

Observe quanto de água foi gasto no experimento e anote no caderno.

Questões

- 1) O que você observou ao comparar a coloração das soluções filtradas a do refresco original? Por quê?
- 2) Qual a propriedade do carvão ativado nós observamos no experimento? Explique essa propriedade.
- 3) Cite 2 exemplos de aplicação do carvão ativado.

Referências:

FEITOZA, A.C.; GALHIANE, M. S..Normas do Laboratório de Gerenciamento de Químicos Faculdade de Ciências Campus de Bauru. 2009. Disponível em <<http://www2.fc.unesp.br/lvq/download/>>. Acesso em 05 de jan. de 2016.

Adaptado de: MIMURA, Aparecida Maria Simões; SALES, Janilson Ribeiro Castro; PINHEIRO, Paulo César. Atividades experimentais simples envolvendo adsorção sobre carvão. Química nova na escola, v. 32, n. 1, p. 53-56, 2010.

SÃO PAULO. Decreto-Lei n. n.8.468, de 08 de agosto de 1993. Dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1976/decreto-8468-.09.1976.html>>. Acesso em: 05 jan. 2016.

Normas de Segurança e Descarte de Resíduos

Indica-se o uso de luvas devido à quantidade de pó produzida pelo carvão, deve-se evitar contato direto com os olhos e nariz, pois pode-se acarretar reações alérgicas. Os resíduos sólidos (filtros e carvão) devem ser descartados no lixo (não reciclável)

e os resíduos líquidos podem ser descartados junto com o efluente escolar, conforme Feitoza e Galhiane (2009) e o Decreto-Lei n.8.468 de 8/8/1993.

QUADRO 3.4- Experimentos da Sequência Didática 2.

Título: “A Química e a Sustentabilidade – Química Verde”

Problematização: *“A grande maioria dos produtos químicos industriais é nova para a biologia humana e para os ecossistemas, desde a Segunda Guerra Mundial. Eles agora estão amplamente dispersos no ambiente e nas pessoas: 287 poluentes químicos foram detectadas no sangue do cordão umbilical. As exposições Químicas são relevantes para a população em geral, mas as crianças estão particularmente mais susceptíveis a prejuízos. Mesmo níveis baixos de substâncias Químicas sintéticas podem atrapalhar a fisiologia e o desenvolvimento de bebês e crianças. O aumento da incidência de câncer, asma e distúrbios do desenvolvimento podem ser devidos em parte à exposição a químicos sintéticos, particularmente em crianças pequenas. Uma variedade de anomalias reprodutivas masculinas pode também ser ligada a exposição a certos pesticidas.”*

(The New England Consortium, “Worker and Environmentalist Green Chemistry Awareness Training Curriculum; tradução nossa”)

“Há 30 anos, Cubatão (58 km de SP) ficou conhecida como a cidade dos “bebês sem cérebro”. Era tida também como uma das cidades mais poluídas do país. A relação foi quase imediata: especialistas apontaram as emissões das indústrias como o principal fator para o boom de casos de anencefalia.

De 1978 a 1984, foram registrados 18 nascimentos de crianças anencéfalas. “O problema era principalmente na Vila Parisi. O bairro era totalmente poluído. E alguma substância impedia o aproveitamento do ácido fólico”, diz o pesquisador Reinaldo Azoubel, da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto, em relação à vitamina do complexo B que reduz riscos de malformações congênitas em bebês.

Medidas antipoluição foram tomadas. Em 1983, a Cetesb (agência ambiental de SP) implantou um programa de controle de poluição ambiental, que fixou um cronograma de redução de poluentes para as indústrias da cidade.”

(<http://m.folha.uol.com.br/cotidiano/2008/09/440328-30-anos-apos-boom-de-anencefalos-cubatao-sp-registra-poucos-casos.shtml?mobile>)

“O caminho que o campo da Química tem tomado ao longo dos últimos 200 anos é de criatividade, inovação e descoberta. É também um caminho que os químicos têm seguido sem considerar plenamente as consequências do que criam ou dos métodos e processos que usam para fazê-lo. Isto é em grande parte devido ao fato de que, historicamente, têm tido pouca compreensão do impacto dos produtos químicos na saúde humana e no ambiente. Nas décadas recentes, a ciência aumentou significativamente o nosso conhecimento dos vários tipos de consequências adversas dos produtos químicos. Mais importante, ela começou a nos fornecer uma compreensão a nível molecular destas consequências, permitindo-nos assim conceber os nossos produtos e processos químicos de modo a minimizar esses efeitos adversos.

Esta é a idéia base da Química Verde, que tem trazido uma vasta gama de inovações em toda a empresa Química. O campo ainda nascente da Química Verde vai ter o impacto necessário para permitir que os químicos desempenhem o seu papel central na concepção de um mundo saudável e mais seguro, mais sustentável. Temos de ensinar à próxima geração de cientistas e cidadãos a estrutura fundamental da Química Verde. (...)

Na educação Química tradicional, desempenho técnico tende a ser o foco principal. Os químicos são incentivados a alcançar transformações Químicas inteligentes usando todos os elementos necessários da tabela periódica com pouca consideração para o perigo ou consequência. Elegância em processos de síntese Química raramente é descrita em termos de economia de átomos, a economia a etapa perigo, quantidade de resíduos gerados, o uso de matéria-prima, ou outros impactos da Química para além dos efeitos sobre rendimento e a pureza do produto alvo. Os químicos foram ensinados a aceitar o fato de manusear materiais explosivos, tóxicos, cancerígenos, ou de outra forma de risco, é simplesmente parte da natureza da profissão. (...)

O ensino de Química Verde procura melhorar a compreensão dos químicos sobre os impactos das suas escolhas de design e experiências. Currículos com base nos 12 Princípios da Química Verde lançam o campo da Química de uma

forma diferente. Os perigos e os resíduos se tornam reconhecidos como falhas de projeto, ou, de forma mais positiva, como oportunidades para a inovação. As experiências podem ser realizadas em laboratórios que são mais confortáveis e convidativos, bem como mais econômicos para manter. (...). Os estudantes ganham uma apreciação para ciclos de vida de produtos e ética ambiental, são capacitados para seguir suas inclinações morais como cientistas e engenheiros.”

(Anastas et al.; Green Chemistry Education ; American Chemical Society: Washington, DC, 2009; tradução nossa)

Público Alvo: 2ª série do Ensino Médio

Número de Aulas: 9 aulas

Objetivos Gerais: Reconhecer a interdependência entre o meio natural e socioeconômico, refletir sobre os desafios ambientais a serem enfrentados pelas atuais e futuras gerações na dimensão local e global. Identificar o papel da Química na integração entre ciência e tecnologia para alcançar a sustentabilidade.

Objetivos Específicos: Introduzir o conceito de Química Verde e seus 12 princípios. Compreender o cálculo da economia de átomos de uma reação. Diferenciar a economia de átomos do rendimento da reação Química. Relacionar a Química Verde com as atividades econômicas do município.

Conteúdo: 12 princípios da Química Verde, cálculo da economia de átomos, cálculo de rendimento da reação Química.

Estratégias de Ensino:

a) Antes de ler a problematização questionar se os alunos já ouviram falar sobre Química Verde e o que acham que seria. Pedir para escreverem e entregar.

b) Ler a problematização e discutir com os alunos. Para encerrar o vídeo legendado “EPA Green Chemistry” com participação do Paul Anastas.

c) Leitura compartilhada dos 12 princípios da Química Verde no artigo “Green chemistry - Os 12 princípios da Química Verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa”. Mostrar exemplos de produtos e processos que são resultados da pesquisa em Química Verde.

d) Solicitar um trabalho de pesquisa a turma:

1- *Pesquisar se a indústria cerâmica da região aplica ou investi em*

pesquisas de Química Verde, se sim, procurar exemplos.

2- Pesquisar os principais resíduos e tipos de poluição gerados pela indústria cerâmica.

3- Relacionar a poluição da indústria cerâmica com a qualidade de nossos mananciais e o ciclo da água.

4- Listar os problemas de poluição encontrados e qual princípio da Química Verde poderia estar a ele relacionado.

e) Atividade no laboratório sobre a economia de átomos.

f) Questões do ENEM sobre Química Verde e formação de trihalometanos na água.

g) Discussão da pesquisa realizada e finalização da sequência. Propor questões para o encerramento:

Agora entendendo melhor o que é a Química Verde e como ela pode interferir na nossa qualidade de vida, pense na seguinte situação:

Escolher entre um produto tradicional e um “verde”, ou seja, uma indústria que adote as práticas e pesquisa em Química Verde e outra que não adote, qual seria sua escolha? Seria independente do preço?

De que forma poderíamos fazer as indústrias se interessarem pela Química Verde?

Recursos Didáticos: Experimento no laboratório, vídeos, pesquisa e leitura compartilhada.

Avaliação: Participação nas discussões em sala de aula, relatório do experimento e a pesquisa sobre Química Verde nas cerâmicas da região.

Referências Bibliográficas:

ANASTAS, P. T.; BEACH, E. S., Changing the Course of Chemistry. In *Green Chemistry Education: Changing the Course of Chemistry*, Anastas, P. T.; Levy, I. J.; Parent, K. E., Eds. American Chemical Society: Washington, DC, 2009, p. 1-18.

ACAYABA, C.; REIS, T . 30 anos após boom de anencéfalos, Cubatão (SP) registra poucos casos. Folha de São Paulo, São Paulo, 01 set. 2008. Disponível em: <<http://m.folha.uol.com.br/cotidiano/2008/09/440328-30-anos-apos-boom-de-anencefalos-cubatao-sp-registra-poucos-casos.shtml?mobile>> . Acesso em mai. 2016.

CARRILHO, E. ; TAVARES, M.C.H.; LANÇAS, F. M. Fluídos Supercríticos em Química Analítica. I. Cromatografia com Fluido Supercrítico: Conceitos Termodinâmicos. Química nova, v. 24, n. 4, p. 509-515, 2001.

HAKIM, L. Green Chemistry Interactive Displays : Examples and Experiments for the Educational Expo. Disponível em: <<https://www.acs.org/content/dam/acsorg/greenchemistry/education/resources/green-chemistry-interactive-displays.pdf>>. Acesso em : jan. 2016

INSTITUO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANISIO TEIXEIRA. ENEM. Disponível em : <enem.inep.gov.br>. Acesso em: jan.2016

LENARDÃO, E.; FREITAG,R.A.; DABDOUB,M.J.; BATISTA,A. Green chemistry: os 12 princípios da Química Verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. Química Nova, v. 26, n. 1, p. 123-129, 2003.

PAREIRA, P. M. Projeto e Operação de Hidratadores Industriais de Cal Virgem.2010.119 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia,2010.

ROCHA-FILHO, R.C.; SILVA, R.R. Cálculos Básicos da Química. 3ed. São Carlos: EdUFSCar, 2013.277p.

UNIVERSITY OF MASSACHUSETTS LOWELL. The New England Consortium. Worker and Environmentalist Green Chemistry Awareness Training Curriculum. Disponível em:<[https://www.uml.edu/docs/\(1\)%20Worker%20%20Environmentalist%20Green%20Chemistry%20Awareness%20Train_tcm18-59949.pdf](https://www.uml.edu/docs/(1)%20Worker%20%20Environmentalist%20Green%20Chemistry%20Awareness%20Train_tcm18-59949.pdf)>. Acesso em: jan.2016

VÍDEO “EPA GREEN CHEMISTRY”. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=rIE4T2HLW7c>>. Acesso em : fev. 2016.

WONG, V.Green Chemistry, atom economy and sustainable development. In:__.Inspirational Chemistry : Resources for Modern Curricula. Londres: RSC, 2006.p.167-173.

Bibliografia Consultada:

BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, 2012. Disponível em: < <http://conferenciainfante.mec.gov.br/images/pdf/diretrizes.pdf> >. Acessado em: abril. 2015.

GUIMARÃES, Y. A.; GIORDAN, M. Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. VIII Encontro Nacional De Pesquisa em Educação em Ciências. Campinas, 2011.

REIGOTA, M. O que é Educação Ambiental. 2ed. São Paulo: Brasiliense, 2014.107p.

QUADRO 3.5 - Sequência Didática 3.

Experimento: # 2 Economia de átomos (EA) e Rendimento (R) da reação

Fórmulas:

1) % EA = (Massa do produto desejado / massa total de produtos). 100

2) % EA experimental =

(Massa obtida do produto desejado/massa total de reagentes). 100

3) % R = (massa obtida / massa teórica). 100

Materiais e Reagentes

Água destilada

*Óxido de cálcio

2 Béqueres

Balança

Espátula

Luvas

*cal virgem (encontrada em lojas para materiais de construção)

Procedimento

Observação: cuidado ao manipular o CaO, usar luvas e não ingerir ou dirigir as mãos aos olhos e boca.

1. Pesar o Béquer na balança, anotar sua massa e tarar a balança.
2. Pesar aproximadamente 10g de CaO na balança analítica.
3. Adicionar 20 ml de água morna no Béquer com CaO.
4. Identificar o Béquer e deixar em repouso.
5. Pesar por subtração o produto obtido no Béquer.

Questões



1. Balanceie a reação e dê as massas molares das substâncias presentes.
2. Considerando que a densidade da água é 1g/cm^3 , calcule a massa presente em 20 mL.
3. Usando a estequiometria, calcule a massa de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ esperada para essa reação.
4. Qual é a economia de átomos da reação (%EA), considerando um rendimento de 100%? Use os dados da questão 1 para sua resposta.
5. Calcule o rendimento da reação.
6. Qual é a economia de átomos experimental da reação (% EA exp)? Explique esse resultado
7. Qual a diferença entre economia de átomos e rendimento da reação?
8. Qual a importância da economia de átomos para o desenvolvimento sustentável?
9. Em sua opinião, é mais importante uma reação ter alto rendimento ou alta

economia de átomos? Por quê?

Referências:

PAREIRA, P. M. Projeto e Operação de Hidratadores Industriais de Cal Virgem. 2010.119 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

ROCHA-FILHO, R.C.; SILVA, R.R. Cálculos Básicos da Química. 3ed. São Carlos: EdUFSCar, 2013. 277p.

WONG, V.Green Chemistry, atom economy and sustainable development. In:__.Inspirational Chemistry : Resources for Modern Curricula. Londres: RSC, 2006.p.167-173.

Normas de Segurança e Descarte de Resíduos

Indica-se o uso de luvas para prevenir irritações que podem ser causadas pelo óxido de cálcio (cal virgem), deve-se evitar também o contato com olhos e boca.

Nesta aula, o resíduo seria o hidróxido de cálcio produzido, o mesmo não deve ser descartado, pois pode ser utilizado como reagente em outras oportunidades. O hidróxido de cálcio deve ser armazenado em frascos devidamente identificados no laboratório.

3.3 Análise Sequência Didática 1

A aplicação da primeira SD, “Nossa água: sua descrição Química e Histórica”, teve como objetivo discutir e reorganizar a percepção Naturalista de Meio Ambiente dos alunos, identificada nos questionários prévios. As atividades propostas envolviam: observação de locais como o lago perto da escola em conjunto com a atividade experimental, pesquisa histórica e de legislação. Desta forma, buscava-se trazer a esfera social, histórica e econômica para o olhar dos alunos e para as discussões.

Nos objetivos específicos da SD são descritas habilidades características da disciplina de Química, que seriam desenvolvidas a partir dos conteúdos contemplados na SD. Observa-se que alguns conteúdos como pH são trabalhados oficialmente na 3ª série do Ensino Médio, no currículo do Estado de São Paulo, entretanto, os alunos possuíam os pré-requisitos necessários para tais conteúdos e o contexto da SD os atendia também.

Para elaboração do roteiro da aula experimental, de todas as SD, houve preocupação e atenção com os materiais e substâncias a serem utilizados, destacando três pontos: preço, acessibilidade e toxicidade. Também se procurou utilizar as mínimas quantidades de substâncias possíveis, fazer testes em pequena escala, visando minimizar resíduos e economizar recursos.

A problematização envolvendo um documento da CETESB sobre a cidade, colaborou para instigar os alunos nas aulas e estimular sua participação, levantou questionamentos e reflexões sobre o município em que vivem. Durante as discussões iniciais constatou-se que os alunos não sabiam de onde era captada a água que consumiam. E não houve um consenso na discussão sobre “o proprietário da água”, observe algumas transcrições:

Aluno 1-“ (...) se a gente paga a água, a gente tem como usá-la, em casa, mas por outro lado, podemos encontrá-la na natureza. Então ela pode ou não ter proprietário, dependendo tipo assim, se “ele” tem uma terra e ali passa uma água, “ele” é proprietário da terra, então é proprietário da água”.

Professora – “E aí ele pode fazer o que ele quiser com ela ?”

Aluno 1 – “É!”

Aluno 2 levanta a mão – “Tem um conjunto de leis que impedem de poluir a água, mesmo sendo um proprietário da área”.

Professora – “Ele está pensando o seguinte, ainda que ele possa usar, deve ter uma lei em que ele não possa poluir”.

Aluno 3 – “Água é de todos, então assim, não é porque eu pago a água eu vou sair desperdiçando, ou porque é minha propriedade eu vou jogar tudo lá dentro, porque vai para outros lugares, não vai ficar paradinho lá, então tenho que ter consciência de como usar ela”.

Aluno 4 – “A água é de todo mundo?”

Professora – “Para entender melhor nós vamos conhecer a legislação sobre a águas”

É possível observar nos conteúdos das transcrições que para alguns alunos o que prevalece é a lógica simples do mercado, comprar ou pagar algo me dá todo direito sobre. Em contrapartida, outros estudantes manifestam certa consciência sobre legislação ambiental, esta discussão demonstra a relevância de trabalhar a legislação sobre as água do Brasil em sala de aula.

Na sequência das atividades, por meio da pesquisa na conta de água, alunos e professora descobriram que a mesma não apresentava a fonte de captação, os alunos ficaram intrigados com a situação e a professora os orientou a anotar as dúvidas para o dia da palestra dos profissionais da empresa responsável pelo tratamento e distribuição de água na cidade.

Na apresentação da bacia hidrográfica em slides os alunos foram reconhecendo os córregos e lagos, inclusive por usá-los para lazer. Alguns estudantes questionaram sobre o porquê e como se dá a “construção de lagos artificiais”, que se mostra como prática comum na cidade. A construção dos lagos está ligada a desativação de cavas de exploração de argilas, ao invés de revitalizar o local, era normal apenas encher de água e dizer que se fez um lago. Isto pode ser elucidado nas transcrições:

Aluno 5 – “Professora você mora aqui? É que fizeram um lago lá embaixo no Jequitibás e não tinha água, como... pode isso?”

Professora – “O que eu já ouvi falar, inclusive com o professor de Geografia, é que depois da exploração de argila, fica a cava, aquele buraco, aí eles precisam fazer uma revitalização, mas às vezes só colocam água e falam que fizeram uma lagoa, mas aí como a gente viu aula passada a extração de argila envolve metais né? Pode ser contaminada por metais pesados.”

Aluno 6 – “Professora um monte de pessoas morreu no “sabe tudo” por

causa da densidade da água, porque a água no fundo ela é mais pesada, tem um monte de caminhão, guindaste, um monte de gente já tentou nadar, mas parece que a água puxa e afunda.”

Professora – “Tem até caminhão embaixo?”

Assim, ocorreu uma discussão sobre as possíveis cavas antigas de exploração de argila, que são contaminadas por metais pesados e seu uso para lazer da população, inclusive dos alunos, os mesmos foram advertidos sobre os perigos de se utilizar tais locais para lazer. Nos conceitos científicos, também foi lembrado o que seria a densidade, que aparentemente não estava claro para o aluno.

A referência ao professor de Geografia na frase da professora se deve ao fato do mesmo ter se envolvido nas aulas espontaneamente. As aulas de Geografia eram antes das de Química, os alunos comentavam com o professor sobre o que estavam estudando e pesquisando, este se envolveu com o tema por já ter estudado alguns aspectos ambientais da cidade em seu mestrado. E assim, acabou contribuindo com as discussões em suas aulas e também com a professora de Química nos intervalos na sala dos professores.

Na continuidade das aulas, os parâmetros de qualidade da água foram introduzidos e explicados, ainda no modelo de aula dialogo-expositiva e com o recurso de slides.

Nas duas turmas os alunos perguntaram se é melhor estar ácido ou básico um meio, a professora explicou que cada situação exige um pH ideal.

A turma 2 D, teve mais dificuldade para relacionar a escala de pH com as concentrações dos íons H^+ e OH^- , $^6[H^+]$ e $[OH^-]$, e conseqüentemente em usar essa relação para avaliar se o meio era ácido, básico ou neutro.

Percebeu-se que a dificuldade de compreensão da turma tinha base na matemática, os alunos possuíam muitas dúvidas para ler e compreender a notação científica, conseqüentemente não conseguiam interpretar a ordem de grandeza das concentrações em notação científica e compará-las.

Aluno 1 – “Professora quando tem H^+ é ácido e quando tem OH^- é básico?”

Professora – “Na verdade você tem os dois. É quem está em maior

⁶ [] = concentração em mol.L-1

quantidade, maior concentração (...).

(Aluno percebe que é necessário comparar os valores das concentrações).

Professora – “pH = 4, vai ser ácido ou básico?”

Aluno 2 – “Básico”

Aluno 3 – “Ácido”

Professora – “Olha a concentração de H^+ ”

Aluno 2 – Ah verdade, é ácido, é por causa do expoente negativo.

(...)

Resolvendo as dúvidas na matemática a aula caminhou melhor, destaca-se que o modelo de aula proposto nas SD, mais dialogada, favoreceu a participação dos alunos, que se sentiram mais confortáveis para expor suas dificuldades. Dificuldades essas, que no modelo tradicional de aula, provavelmente só seriam diagnosticadas mais tarde, em avaliações escritas e finais.

No geral os alunos demonstraram compreender que a escala de pH é relacionada com o produto iônico da água, assim como a acidez e a basicidade relacionadas às concentrações dos íons H^+ e OH^- .

Outros parâmetros de qualidade da água além do pH foram discutidos. Nas discussões algumas ideias dos alunos puderam ser debatidas, por exemplo, foi comum os alunos associarem exclusivamente a “cor da água” a sua qualidade, pois o fator macroscópico sempre é o que primeiro chama atenção:

Aluno 6 – “Professora, se a água é incolor ela é de qualidade?”

Professora-“ É um dos parâmetros de qualidade, mas não é o único (...).”

Aluno 7 – “Pode ter uma água meio azul mas de qualidade ?”

Professora – “(...) se não existir nada que afete nossa saúde nessa água azul, não teria problema (...).”

Aluno 8 – “Quando tava com falta de água aqui a água tava chegando com cheiro forte, tava limpa, transparente, mas com cheiro forte, tem problema?”

Professora –“ Depende da substância que estava ocasionando o cheiro, tem que tomar cuidado, (...).”

Aluno 9 – “Cloro demais tem problema?”

Professora – “Têm sim, a gente vai ver isso, o cloro pode reagir com as substâncias orgânicas, existe uma quantidade máxima que pode ter de cloro na

água (...)

Após explicação dos parâmetros de qualidade da água: temperatura, DBO (Demanda BioQuímica de Oxigênio), turbidez, OD (Oxigênio Dissolvido), cor. Realizou-se a leitura da resolução CONAMA e a pesquisa da toxicidade das espécies Químicas presentes na resolução, os estudantes se mostraram comprometidos e interessados na pesquisa, trocavam ideias entre si sobre o que cada espécie Química causava durante a atividade, antes da apresentação.

A atividade colaborou para o desenvolvimento da habilidade de “fazer pesquisa”; como escolher as palavras - chave, selecionar os sites e fontes confiáveis, definir o objetivo. O fato de a pesquisa ter que ser socializada com a sala se mostrou uma estratégia eficaz, fez com que os alunos se preocupassem com os termos usados e aprofundassem suas buscas, diferente de quando a atividade só é entregue na forma escrita.

Na discussão da pesquisa histórica, os elementos sociais e econômicos do ambiente foram destacados, percebendo-se que a degradação foi causada pela organização social adotada, portanto não é uma situação determinada, sem precedentes. E que este fato consiste em parte da história de todos que vivem na cidade. Os alunos também trocaram ideias sobre os locais com córregos e nascentes na cidade, por meio das fotos e fatos que trouxeram, se envolveram e conheceram mais da história da cidade.

Os estudantes perceberam que praticamente ninguém mencionou a cidade antes das indústrias, isto, pois a cidade na verdade foi se formando pelos trabalhadores que migraram para a mesma, na maioria das vezes de Minas Gerais, para trabalhar nas indústrias cerâmicas estabelecidas. E destacaram também que somente nos últimos anos têm-se registros de projetos para levantar os problemas de contaminação e degradação causados pela atividade cerâmica, assim como recuperar ou tratar alguns lugares.

Na atividade de campo no lago, os alunos coletaram as amostras, mediram a temperatura e fizeram anotações sobre o local. Os estudantes se interessaram mais pelo local e trocaram informações sobre ele, com base em suas pesquisas históricas. De volta para escola, no laboratório, executaram alguns testes, demonstrando preocupação com a atividade, sempre conferiam com a professora os passos do experimento.

Embora não fizesse parte do roteiro do experimento, a professora

estimulou os alunos a explorar o indicador de repolho roxo com outros produtos presentes no laboratório de ciências, como produtos de limpeza, vinagre, etc., devido à curiosidade dos alunos durante a atividade. O que se mostrou interessante também para discutir a validade desse teste de pH proposto no roteiro.

Os resultados foram bem interessantes e positivos para o lago, pH de 7 a 9, baixa condutividade, teste para cloro negativo. O que era esperado, pois se tratava de um afloramento longe de locais de exploração de argilas e de despejo de esgoto.

Os alunos utilizaram as anotações de campo para responder as questões do experimento, recordaram que não havia árvores ou galhos para se depositar matéria orgânica no lago, não havia despejo de esgoto, nem lixo na superfície, relacionaram o entorno do lago com os resultados obtidos. Durante a atividade, a professora ressaltou que eles estavam fazendo apenas alguns testes, estes testes não garantiriam uma análise de potabilidade ou qualidade da água para lazer. Aproveitou o momento para recordar da resolução CONAMA, mencionando a necessidade de analisar a concentração dentro do permitido, ou, ausência das espécies Químicas listadas na resolução.

Os alunos discutiram ideias e observações no grupo, negociaram conceitos pertinentes a Química e a EA. Durante a discussão do experimento, houve interação com a professora e foi possível refletir sobre o que seria Meio Ambiente, utilizando o contexto do lago, iniciando dos elementos mais próximos, como as mudas de plantas e chegando aos mais distantes, como os caminhões da pista, tecendo assim a teia de relações existente. Ficou claro no fim da discussão que a palavra chave para Meio Ambiente era “relação”.

A questão cinco do experimento, sobre se os parâmetros do lago de antigamente seriam os mesmos de hoje, gerou um debate na sala de aula, alguns defenderam que hoje é melhor, devido às obras de revitalização e consciência da população, que não joga lixo, por exemplo, antes não havia cuidados. Outro grupo alegou que não era sujo, era natural e bonito.

Assim, foi possível refletir sobre como a cultura se relaciona com o Meio Ambiente, afinal a geração destes estudantes acompanhou uma época de grande divulgação da questão ambiental, de posturas e consciência, que acabou refletindo nessas obras e recuperação que acontecem na cidade. E a formulação da questão que não situa um momento histórico, cronológico, pode ter contribuído para

esta divergência de ideias também.

As turmas retomaram as questões da problematização e perceberam que praticamente todas já tinham sido respondidas, faltando apenas as referentes aos direitos sobre a água, para a qual se utilizou os vídeos da ANA (Agência Nacional das Águas) , que se mostraram didáticos e adequados as turmas de Ensino Médio.



FIGURA 3.8 - Alunos e Professora na coleta de água no lago (arquivo pessoal da autora, 2016).



FIGURA 3.9 - Alunos fazendo a coleta de água no lago e anotações de campo (arquivo pessoal da autora, 2016).



FIGURA 3.10 - Alunos realizando a análise da água coletada no laboratório de Ciências da escola (arquivo pessoal da autora, 2016).



FIGURA 3.11 - Alunos realizando a pesquisa da resolução CONAMA no laboratório de informática da escola (arquivo pessoal da autora, 2016).



FIGURA 3.12 - Alunos caminhando até o lago para atividade de campo (arquivo pessoal da autora, 2016).

3.4 Análise Sequência Didática 2

A aplicação da segunda SD, “Tratamento da água e saúde pública”, teve como objetivo discutir questões relacionadas à sustentabilidade e aos padrões atuais de produção e consumo. Tendo em vista tal propósito, até o conteúdo sobre tratamento de água não foi trabalhado da maneira tradicional, apresentando somente o tratamento convencional, mas também o sistema *Wetlands*, que dependendo da maneira que ocorre, pode ser considerado sustentável. Este sistema de tratamento de água não era conhecido pelos alunos.

Nos objetivos específicos, que são referentes às habilidades da área da Química e seus conteúdos, haletos orgânicos e compostos de carbono podem causar estranheza como conteúdos de 2ª série do Ensino Médio, entretanto, o próprio currículo oficial do Estado de São Paulo tem como conceito a espiral, ou seja, um mesmo conceito pode ser trabalhado em diferentes séries, em níveis diferentes, o que já acontece na disciplina de Química com os temas: modelos atômicos e os próprios compostos orgânicos, que aparecem de maneira superficial nas apostilas e conteúdos de outras séries, além da 3ª série. Destaca-se também, que no ensino contextualizado o conceito pode surgir conforme a necessidade e não conforme a sequência do livro didático.

A problematização da SD destaca o uso e importância do cloro no tratamento de água. A presença da substância na água já despertava muito o interesse dos alunos, isto, pois relataram: “a existência de água esbranquiçada na torneira”, o aumento considerável na cidade de “vendedores de filtros para retirar o cloro da água”, entre outros. Assim, considerou-se relevante discutir os malefícios que o excesso de cloro pode causar a saúde, mas também o quão pior poderia ser sua ausência, além de esclarecer possíveis mitos.

Após a leitura da problematização, as turmas assistiram ao vídeo, fizeram indagações sobre a floculação apresentada no mesmo. Na leitura do padrão de potabilidade, conforme Portaria 2.914/2011, comparações foram feitas com a resolução CONAMA , os alunos perceberam que algumas concentrações eram diferentes entre os dois documentos.

Depois, se iniciou a aula sobre o sistema *Wetlands*, usando como exemplo o sistema implantado na cidade de Analândia-SP, apresentado por meio de slides, com muitas imagens explicativas. Os jovens se interessaram pelo assunto,

indagando a respeito da capacidade do sistema, o tamanho do local e vários outros fatores referentes à sua aplicabilidade. O que deixava implícito a dúvida sobre a validade de tal sistema diferenciado para o tratamento da água.

Além de identificar alguns processos em comum entre o tratamento convencional e o *Wetlands*, como cloração e filtração, foi possível discutir as organizações das nossas cidades, questionar se as estruturas e padrões que criamos são os mais assertivos. Assim, ocorreu uma reflexão que permitiu uma abertura a conhecer outras propostas, perceber que existem outras formas de se fazer uma “mesma coisa”.

Na aula do laboratório, sobre clarificação da água, foi possível notar mudanças na postura dos alunos, como: preocupação e maior atenção em usar os nomes corretos das vidrarias, entender os termos presentes do roteiro da aula experimental, melhor cooperação entre os membros da mesma equipe e entre as equipes, melhor capacidade de concentração e observação durante o experimento. A parte de mais entusiasmo da atividade é a da análise do pH, devido à evidência de mudança de cor, o macroscópico sempre chama mais atenção dos alunos.

Para responder as questões discutiram nos grupos e entre os grupos, somente quando sentiam necessidade solicitavam a professora, se esforçando para serem mais autônomos.

A princípio os alunos não reconheceram a diferença de pH como um fator que pudesse afetar a coagulação, a maioria pensou na presença das substâncias usadas para alterar o pH e não no pH, isso devido às evidências macroscópicas e a relação superficial e direta feita por eles. Embora a presença das substâncias também seja um fator a se considerar, não relacionaram as mesmas com os pHs medidos. Alguns grupos inclusive ficaram na dúvida, se o carbonato de sódio não seria um coagulante, sendo necessário voltar nos conteúdos das aulas anteriores. Ainda assim, o experimento cumpriu a tarefa de discutir a importância de controle do pH em processos de tratamento de água e reações Químicas.

Na continuidade das aulas, os alunos trouxeram algumas informações pesquisadas sobre o cloro. O maior destaque foi para os efeitos tóxicos a saúde, embora não fosse essa a única informação solicitada na pesquisa, foi a única trazida por alguns alunos.

Na discussão da pesquisa o termo “trihalometanos” surgiu, sendo o gancho pra introduzir os conceitos de compostos orgânicos, funções orgânicas e

reações de substituição. Os alunos se envolveram nas explicações e exercícios, pois serviria para entender melhor o contexto que estava em discussão, foi possível apresentar um pouco de nomenclatura de compostos orgânicos, mas focando nos trihalometanos.

Na aula sobre os trihalometanos, a filtração com carvão ativado foi mencionada como um dos processos para evitar ou controlar a presença dessas substâncias na água, assim como, de seus precursores. Em seguida, foi realizada a aula de laboratório com o carvão ativado.

Na atividade do laboratório uma boa parte dos estudantes disse que o carvão ativado “dissolvia melhor” ou que tinha “maior capacidade de filtração”. O conceito de adsorção era novo para os alunos, portanto, foram orientados a pesquisar a respeito após o experimento para a discussão na próxima aula.

A água usada no experimento não foi descartada no ralo, foi armazenada em grandes baldes e bacias, para se estimar a quantidade de água usada de forma direta naquela aula. A turma C se mostrou mais preocupada que a turma D nessa questão, inclusive tentando economizar na hora de lavar a vidraria usada, a turma C contabilizou 30L e a D 45L de água.

Na discussão do experimento do carvão ativado, os alunos identificaram a menor intensidade da coloração e do odor artificial no suco filtrado com carvão ativado, mas mesmo com a pesquisa sobre adsorção estavam confusos sobre o fenômeno, conceituando adsorção como “o ato de tirar o corante”, “o carvão reagiu com o corante”. A professora aprofundou então o conceito de adsorção em uma aula dialogo-expositiva, usando uma apresentação de slides.

Após o tema adsorção, os baldes e a estimativa de água gasta de forma direta na aula foram lembrados. Em cada turma, 1L de água foi usado para fazer o suco, o restante foi gasto na limpeza da vidraria e materiais usados, por meio desta abordagem o conceito de pegada hídrica foi introduzido.

Os alunos demonstraram interesse pelo assunto e mencionaram não conhecê-lo, um aluno exclamou: “Que legal professora, você que inventou isso?” Evidenciado nunca ter escutado nada sobre o assunto.

Na sequência das aulas, os alunos visitaram o site water footprint na sala de informática, exploraram suas informações, a pegada hídrica de diferentes produtos e calcularam sua pegada hídrica, em média o resultado foi de 1737,24 m³/ano por pessoa. Durante a atividade os estudantes refletiram sobre a quantidade

de água necessária para produzir produtos de seu cotidiano, também discutiram sobre as informações referentes às pegadas hídricas nacionais de diferentes países, relacionando com sua cultura e modelo social.

A visita técnica na estação de tratamento de água foi dividida em dois momentos: o primeiro momento, na própria escola, onde foi feita uma palestra sobre o tratamento de água da cidade e a empresa responsável; o segundo foi à visita no córrego Santa Gertrudes, com supervisão da técnica em Química responsável pelo tratamento da água do córrego.

A palestra foi realizada por dois funcionários da empresa, que não aparentavam ter formação na área de Química, o conteúdo foi simples, o foco era uma divulgação e exaltação da empresa, cunho publicitário. No momento em que foi aberto para dúvidas dos alunos, estes fizeram perguntas que já tinham anotado durante suas pesquisas realizadas nas aulas das SD, por exemplo, sobre a origem da água não apresentada na conta de água. Os funcionários não souberam responder o porquê da ausência dessa informação na conta de água, os mesmos confirmaram que seria importante conter tal dado na conta.

Um dos funcionários alegou que a cidade possuía fontes de captação diferentes, além do córrego existiriam vários pontos de captação de água subterrânea, poços espalhados pela cidade, fato que não foi mencionado durante a palestra. Os alunos indagaram então sobre a localização desses poços, se eram próximos às caixas d'água dos bairros, novamente os representantes da empresa não tinham condições de esclarecer as indagações.

Um aluno perguntou se o surto de virose ocorrido na cidade em 2015 teria relação com a água, isto, pois na palestra a virose foi citada como exemplo de doença de veiculação hídrica e o ano de 2015, ano de obras feitas pela empresa na cidade, o que explica a relação feita pelo aluno. Novamente não houve um esclarecimento para a pergunta.

Percebeu-se assim, que os profissionais da palestra estavam bem desconfortáveis com as indagações consistentes e postura crítica apresentada pelos alunos. No encerramento da atividade, um dos funcionários lembrou que uma vez no ano fica disponível um relatório detalhado online, com as informações corretas sobre a captação da água e os parâmetros de qualidade, porém não conseguiu encontrar este relatório e nem explicar como acessá-lo.

Na visita à estação de tratamento, a técnica em Química confirmou

que a água do córrego ali tratada abastecia somente a área central, os demais bairros, que correspondem ao da maioria dos alunos, é abastecido com água subterrânea. A estação era bem pequena, mas permitiu a visualização e reconhecimento de cada etapa do tratamento convencional de água trabalhada em sala de aula.

Diante das novas descobertas, um grupo de alunos sentiu a necessidade de divulgar as informações sobre a água no município e se perguntou como fazer isso, surgiu então a ideia de fazer um blog. A professora apoiou a ideia e sugeriu de envolver todos os alunos das duas turmas além dos demais assuntos desenvolvidos nas aulas no final das SD.



FIGURA 3.13 - Palestra com profissionais da empresa responsável pelo tratamento de água e saneamento (arquivo pessoal da autora, 2016).



FIGURA 3.14 - Experimento 1 no laboratório (arquivo pessoal da autora, 2016).



FIGURA 3.15 - Experimento 2 no laboratório (arquivo pessoal da autora, 2016).



FIGURA 3.16 - Visita técnica na estação de tratamento de água (arquivo pessoal da autora, 2016).

3.5 Análise Sequência Didática 3

A aplicação da terceira SD teve como objetivo continuar a discutir sobre nossos modelos de produção e sociedade, além de falar sobre sustentabilidade. O tema água também esteve presente nas discussões em sala de aula, entretanto, nesta SD ficou no plano de fundo e o destaque foi dado para a Química Verde.

Nesta SD a Química foi apresentada de uma forma diferente, quebrando o paradigma da necessidade de usar produtos agressivos, nocivos à saúde e Meio Ambiente, estar associada ao perigo e bombas. Com uma lógica de fazer ciência diferente da conhecida pelo senso comum.

Novamente foi ressaltado que nossos modelos de indústria, escola, etc. foram historicamente construídos, mas podem ser repensados e reconstruídos.

Dessa forma, a SD levantou reflexões sobre o papel da ciência e tecnologia na construção da sustentabilidade. Esta reflexão englobou também a formação profissional/técnica, discutiu-se sobre como os profissionais são formados para ver o meio natural como provedor de recursos, se sujeitar a situações de insalubridade, enxergar a degradação como consequência natural dessa lógica predatória, implementada e propagada.

Em relação aos conteúdos de Química, cálculos estequiométricos são importantes para entender os princípios da Química Verde e permitem desenvolver a habilidade de realizar o cálculo da economia de átomos de uma reação.

Embora, estequiometria seja oficialmente apresentada no currículo do Estado de São Paulo no último bimestre da 1ª série (de maneira inicial), raramente é possível contemplar o conteúdo ainda na 1ª série, sendo trabalhado então na 2ª série do Ensino Médio, além de ser retomado pelo próprio currículo no final do primeiro bimestre da 2ª série, devido seu princípio de espiral.

Para iniciar a SD a professora questionou os alunos sobre a Química Verde, explorou seus conhecimentos prévios, na turma C esta etapa foi somente oral, dialogada; e na turma D a professora solicitou que os alunos escrevessem o que sabiam sobre Química Verde, ou, o que achavam que seria. A análise dessa atividade é apresentada na Tabela 3.8.

Categoria	Porcentagem
Área da Química que estuda a natureza	70 %
Química das plantas	11 %
Química sustentável	15 %
Outros	4 %

TABELA 3. 8- Ideias prévias sobre Química Verde. (São Carlos, 2017)

A maioria dos alunos relacionou Química Verde ao estudo da natureza ou estudo exclusivo das plantas, o que pode ser elucidado nas afirmativas:

-“ (...)trabalha com a ecologia e a natureza em si”.

- “ Uma área que trata das plantas”.

-“ Quando se fala verde se entende que é sobre planta ou algo assim, mas acho que fala sobre plantas produzidas pela Química ou tratada pela Química”.

A categoria “Química sustentável” não é sinônima de Química Verde, as respostas citaram, por exemplo, construção de prédios verdes, ou reconheciam, ainda que de forma superficial, que deveria ser uma área da Química envolvida com a preservação do Meio Ambiente, mas em nenhum momento foram citados princípios da Química Verde ou mesmo descrições que demonstrassem conhecimento sobre a mesma. Por exemplo:

-“É uma Química sustentável, onde é usada para preservar o meio ambiente (...)”.

Na turma C, as explanações dos alunos resultaram nas mesmas percepções, concluindo-se que os alunos não tinham a menor consciência da existência da Química Verde, o que não surpreende, visto que sustentabilidade foi um tema pouco relacionado à EA pelos alunos nos questionários prévios. E também apontado como um tema pouco abordado na escola.

Após esta explicitação dos conhecimentos prévios, ocorreu à leitura dos textos da problematização, quais conseguiram chamar atenção dos alunos, que se mostraram bem atentos e interessados. Alguns jovens já tinham escutado sobre Cubatão e alguns alunos já trouxeram a situação para sua realidade, lembrando que a cidade de Santa Gertrudes possui a pior qualidade do ar da América Latina.

Na etapa do vídeo do EPA (*Environmental Protection Agency*), a professora perguntou o que os alunos tinham entendido, o que chamou a atenção; os alunos mencionaram que “é algo que ainda está sendo desenvolvido” e “fala bastante de energia”. A professora destacou que se tratava da forma de pensar na elaboração de um produto, considerando não apenas se é economicamente viável e se atende seus objetivos de mercado, mas os impactos que pode gerar.

A professora apresentou alguns exemplos de produtos chamados “verdes”, que já foram reformulados, visando minimizar os impactos que sua composição Química gerava. Os estudantes sempre pediam por exemplos, os exemplos colaboraram no entendimento do assunto e mostraram que é aplicável, nesta parte da aula a professora usou o recurso de slides, que também colabora para uma melhor elucidação do assunto.

Na sequência, ocorreu a leitura de trechos do artigo do Lenardão et al. (2003) sobre a Química Verde e seus princípios, os alunos ficaram atentos na leitura

do artigo e foram perguntando sobre os termos desconhecidos como: catálise, reagente catalítico. Os termos foram sendo explicados e as dúvidas esclarecidas. O artigo não foi lido na íntegra, pois não seria adequado para este nível escolar, sendo usada então sua parte introdutória apenas, que servia para entender os princípios e o contexto histórico da QV.

A professora solicitou então a pesquisa sobre a Química Verde nas indústrias cerâmicas da região, alguns alunos manifestaram conhecer técnicos em Química dessas empresas, a professora orientou os alunos a fazerem entrevistas com os funcionários que conheciam. Outros estudantes alegaram conhecer mais pessoas da produção, que talvez não tivessem acesso a esse tipo de informação, como seus próprios pais, etc. A professora pediu que tentassem mesmo assim. O que a pessoa não soubesse responder, poderia ser solicitado com educação para que ela buscasse a informação dentro da empresa. Porque poderia ser mais fácil para eles, funcionários, do que para os alunos “que são de fora”. Além das entrevistas, informações poderiam ser oferecidas na própria internet, eles deveriam usar o maior número de fontes possíveis e tentar contatos nas empresas.

A professora iniciou a aula seguinte recordando os alunos sobre os 12 princípios da Química Verde, destacando economia de átomos, apresentando a fórmula para se calcular a economia de átomos e fazendo alguns exemplos na lousa. Neste momento, os alunos lembraram conceitos como: massa molar, quantidade de substância (número de mols) e aprofundaram em cálculos estequiométricos, foram introduzidas habilidades novas, como cálculo de rendimento de reação. Os estudantes se concentraram e apresentaram motivação, devido enxergar aplicação para os conceitos apreendidos na sala de aula.

Na continuidade da SD, na aula de laboratório, os alunos realizaram o experimento sobre economia de átomos e rendimento da reação. A facilidade para responder as questões do experimento nas duas turmas foi diferente, a turma C apresentou mais facilidade que a turma D, o que está ligado em parte ao perfil das turmas para facilidade com cálculos e matemática. Mas em geral, as duas turmas demonstraram mais empenho em entender e realizar os cálculos nos grupos do laboratório, do que demonstram em sala de aula, na resolução de exercícios. O experimento em grupo também favoreceu a troca de ideias entre os alunos, a colaboração entre os membros da equipe, principalmente no auxílio aqueles que apresentavam mais dificuldade para entender as questões. E assim, a negociação

de ideias e conceitos durante a atividade foi promovida.

Percebeu-se que o empenho e a motivação na atividade, estavam ligados ao fato de se envolver uma aplicação tecnológica para aquele conceito estudado. Mesmo que cálculo estequiométrico seja um conteúdo de grande aplicabilidade, em análises, indústria, etc., só a menção desses exemplos nos exercícios não é palpável para os alunos, abordar a aplicação do cálculo da economia de átomos, pode ter aproximado mais o conteúdo da realidade e interesse dos estudantes.

Na discussão da pesquisa sobre Química Verde nas indústrias cerâmicas da região, os alunos afirmaram ter entrevistado funcionários de RH (recursos humanos), técnicos de laboratório, funcionários de linhas de produção, químicos, enfim, trabalhadores de diferentes segmentos das empresas da cidade, que faziam parte de seu convívio. Um pequeno grupo usou ofício para tentar fazer uma entrevista formal, mas não obteve sucesso.

O resultado da pesquisa, feita pelos alunos, aponta que não há um envolvimento explícito das empresas com o estudo e aplicação da Química Verde especificamente, algumas citações são feitas a reutilização de energia, aproveitamento de alguns resíduos e utilização do depurador de gás para fluoretos.

Na discussão, os próprios alunos relataram que os entrevistados afirmaram que sem redução de impostos as empresas não implantam nada de diferente. E também surgiu entre os entrevistados, a declaração de não existir muitos profissionais capacitados na área de Química Verde.

Os alunos fizeram buscas na internet para aprofundar o tema no trabalho de pesquisa, relataram não encontrar muito material, sendo boa parte em inglês, o que os desmotivava a ler. Os estudantes perguntaram a professora o porquê deste fato, se era porque a Química Verde era muito nova. A professora respondeu que em parte sim, mas existiam outros fatores envolvidos, como o mencionado pelos funcionários entrevistados.

Ao longo da discussão, os alunos chegaram a um consenso de que sem incentivo do governo, as pesquisas e aplicações de Química Verde não ocorreriam. A professora destacou então que as decisões do governo, algumas vezes, precisam ser influenciadas pela pressão da opinião pública, população, que necessita exigir, opinar e se fazer ouvida. Por isso, seria importante que mais pessoas conhecessem sobre o assunto, se interessassem em pressionar os

governantes e chamar atenção para o tema, colocar em pauta.

Desta forma, a atividade de pesquisa se mostrou eficaz para o desenvolvimento de um olhar crítico para a problemática ambiental, relacionando diferentes áreas e aspectos da sociedade, refletiu-se sobre o papel da Química na sustentabilidade, mas também dos empresários, governantes, trabalhadores, consumidores, que juntos somam funções e responsabilidades na construção de sociedades sustentáveis.

Seguem algumas transcrições dos trabalhos de pesquisa entregues pelos alunos que ilustram estes fatos:

-“Integração de energia: toda fonte de calor (gás natural) na etapa da queima é reutilizada no processo de secagem, essa reutilização é feita através de tubos de ventilação que captam o calor e o devolve a outro processo.”

-“Não há registros de Química Verde ou de meio sustentável”.

-“Problema: falta de profissionais especializados envolvidos.”

-“Problema : Falta de investimentos por parte das indústrias cerâmicas, análise de custo x benefício .”

Com o encerramento das SD, os alunos responderam três questões do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), relativas aos conteúdos trabalhados nas SD. O desempenho das turmas foi bom, a maioria acertou no mínimo duas questões. A atividade ajudou também a retomar conteúdos trabalhados (as questões usadas podem ser consultadas em anexos).

Para executar a ideia do blog, sem causar prejuízos a ninguém, a professora solicitou que os alunos escrevessem os texto primeiro no papel , depois os mesmos seriam revisados e digitados pelos alunos. Isto para evitar acusações, propagações de erros e etc. Conversou-se com os alunos sobre a responsabilidade em vincular informações na internet.

O blog começou a sair do papel no final do quarto bimestre, período conturbado, devido às atividades de encerramento do ano letivo, também por ser um período em que os alunos começam a viajar, frequentam a escola somente os que necessitam de recuperação. Devido tal situação, a publicação dos textos ocorreu em janeiro, em contatos via internet com os alunos.

Em 2017 a nova escola foi inaugurada, os alunos dispersos e divididos,

o que dificultou uma continuação e divulgação do projeto com o blog. O blog pode ser encontrado no endereço: <http://turmapedro2016.blogspot.com.br>.



FIGURA 3.17 - Alguns trabalhos de pesquisa sobre Química Verde dos alunos (arquivo pessoal da autora, 2016).



FIGURA 3.18 - Página inicial do Blog dos alunos (arquivo pessoal da autora, 2016).



FIGURA 3.19 - Experimento no Laboratório de Ciências (arquivo pessoal da autora, 2016).

3.6 Análise do Questionário Pós Sequências Didáticas

A aplicação do questionário pós Sequências Didáticas teve como objetivo identificar as possíveis reorganizações de conceitos e significados, feitas pelos alunos durante as aulas, investigar o efeito das Sequências Didáticas quanto a seu engajamento e interesse pela questão ambiental.

Assim como no questionário prévio, a análise do questionário pós SD foi baseada nos referenciais discutidos no capítulo 2 desta dissertação. E os resultados obtidos foram transformados em porcentagem, que serão exibidas em tabelas e gráficos ao longo do texto.

Em relação às concepções de Meio Ambiente e Educação Ambiental, os resultados apresentados nas Tabelas 3.9 e 3.10 foram obtidos por meio das questões 1 e 2:

1. O que você entende por Meio Ambiente?
2. O que você entende por Educação Ambiental?

Categoria	2ª série C	2ª série D	Geral
Naturalista	9%	28%	17%
Antropocêntrica	-	-	-
Globalizante	91%	72%	83%

TABELA 3. 9 - Concepções de Meio Ambiente (São Carlos, 2017)

Categoria	2ª série C	2ª série D	Geral
EA Conservadora	20,0%	27,6%	23,0%
EA Crítica	77,0%	65,5%	72,0%
Outras	3,0%	6,9%	5,0%

TABELA 3.10 - Concepções de Educação Ambiental (São Carlos, 2017)

Observa-se no Gráfico 3.8 que houve uma mudança expressiva na concepção de Meio Ambiente dos estudantes, fato esperado, pois este foi um dos temas intencionalmente trabalhados nas SD, em destaque na primeira SD, na atividade experimental em conjunto com a atividade de campo no lago.

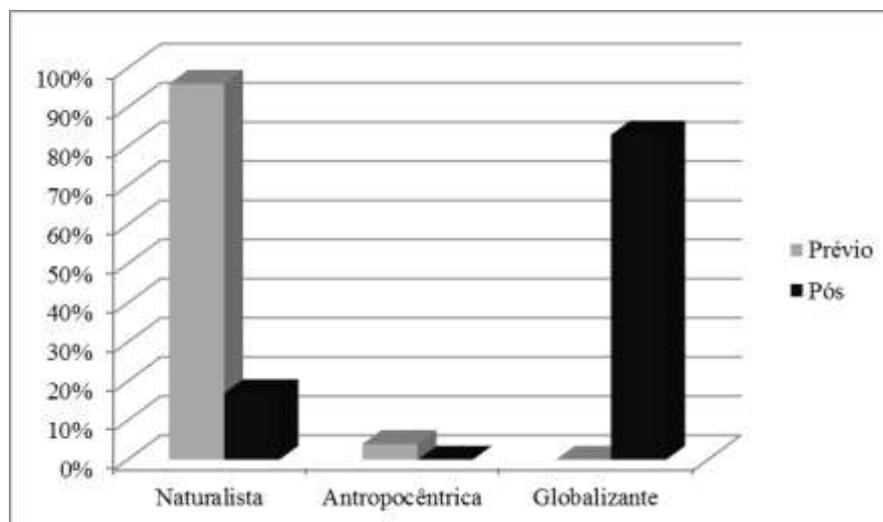


GRÁFICO 3.8- Comparação das concepções de Meio Ambiente manifestadas pelos alunos nos questionários prévio e pós. (São Carlos, 2017)

Na categoria Globalizante (83%) enquadram-se respostas que já demonstram reconhecer que o Meio Ambiente é feito de relações, mesmo que estas relações ainda não estejam bem especificadas nas respostas, como nas transcrições abaixo:

- “Meio ambiente está relacionado à palavra “relação”. É tudo aquilo que envolve a natureza e o homem”.

- “É todo o meio que vivemos, no ambiente que vivemos, mas não é apenas isso, é todo um meio entre humanos e natureza, pois o homem afeta o meio ambiente”.

E outras respostas da mesma categoria já mencionam os aspectos envolvidos nessas relações do Meio Ambiente, demonstrando reconhecer as mesmas:

- “Pra mim, o meio ambiente é a interação das pessoas com o meio em que vivem, seja ele o meio político, social, político - econômico. Essa interação pode

ser benéfica para o ambiente e a pessoa ou não. Também nos adaptamos a esse ambiente, ou ele se adapta a nós”.

- “Uma palavra para definir meio ambiente é relação, uma grande relação entre aspectos naturais e sociais, que geram transformações entre ambos os fatores (...)”.

- “(...) é um lugar onde estão em relação dinâmica e em constante interação os aspectos naturais e sociais. Essas relações trazem transformações da natureza e da sociedade”.

Em relação à categoria Naturalista, foi mais manifestada na turma D (28%) que na C (9%), o que pode ser explicado por fatores como o índice de faltas, os alunos mais faltosos perdem as discussões e toda a linha de construção das atividades, prejudicando suas reflexões e aprendizagem. As turmas tinham aulas em dias diferentes da semana, podendo a turma D ter sido mais afetada por emendas de feriados, atividades diferenciadas como a gincana da escola, feira de ciências; causando algumas semanas de lacunas nas aulas que podem ter enfraquecido o elo e as reflexões das SD.

Algumas transcrições da categoria Naturalista:

- “Meio ambiente é tudo o que está ao nosso redor, incluindo florestas, rios, etc. E devemos cuidar bem deles para que eles não se acabem”.

- “Tudo ao nosso redor, como ecossistemas, tudo que envolva coisas vivas e não vivas. Como rio, florestas, ar”.

- “ Meio ambiente é o conjunto de fatores bióticos (fauna e flora) com os fatores abióticos (recursos minerais)”.

Mesmo com o percentual geral de 17 % de concepção Naturalista, pode-se dizer que as SD obtiveram sucesso em levantar discussões para ampliar a concepção de Meio Ambiente dos estudantes, lembrando que no questionário prévio este percentual foi de 96%.

Em relação às concepções de EA, observa-se no Gráfico 3.9 e nas transcrições, que a maioria dos estudantes (72%) reconhece as interações homem-natureza como objeto da EA, englobam em suas afirmações outros elementos além dos naturais:

- “É o que explica a interação entre o homem e a natureza/meio em que vive. Os benefícios ou malefícios que trazem para ambos os lados e como lidar com essa interação de forma que seja bom para os dois”.

- “(...) é a interação, estudo, pesquisa e ética que busquem soluções ecologicamente corretas fazendo correlações entre o homem e o meio em que vive”.

- “(...) interagir, entre natureza, tecnologia e sociedade”.

- “Estudo sobre relações recíprocas de transformações, meio ambiente, elementos políticos e econômicos, elementos naturais, culturais e sociais”.

- “Envolve a interação do homem na sociedade, o meio e também elementos sociais e naturais”.

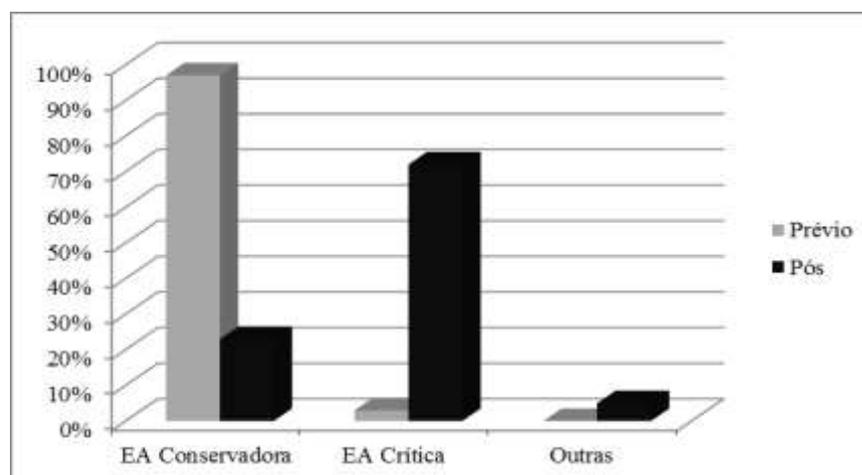


GRÁFICO 3.9- Comparação das concepções de Educação Ambiental manifestadas pelos alunos nos questionários prévio e pós. (São Carlos, 2017)

A categoria de EA Conservadora, assim como a categoria Naturalista de Meio Ambiente, foi mais manifestada na turma D, sendo válidos os mesmos motivos, já citados para a categoria de concepção Naturalista de Meio Ambiente. Na categoria de EA Conservadora (23%), se encontram afirmativas que contemplam somente os elementos naturais, não considerando a relação homem-natureza como objeto da EA. Observa-se também nesta categoria, respostas que ficaram focadas exclusivamente nos conteúdos científicos, sem estabelecer relação com os contextos em que foram aplicados, demonstrando uma percepção voltada ainda somente aos elementos naturais e de cunho Conservador.

Alguns exemplos são:

- “É o que estuda o meio ambiente e o que há nele, que fala sobre o que há no ambiente como a temperatura, a Química e coisas do tipo”.

- “Educação Ambiental para mim é a educação que temos com o meio ambiente, como aprender sobre o ar, os ecossistemas, as substâncias, saber respeitar o mesmo não jogando lixo, não poluindo”.

Sobre a questão 3:

3. Escreva cinco temas que você acredita serem abordados pela Educação Ambiental.

Os resultados desta questão se mostram coerentes com as concepções Globalizante de Meio Ambiente e de Educação Ambiental Crítica. Os elementos sociais foram mais citados, sendo os mais recorrentes, referentes aos temas trabalhados nas SD, como, Qualidade de Vida e Saúde (26,8%), Tecnologia (13%) , Química Verde (16,2%) e Política, Economia e Sociedade (16,5%). A Tabela 3.11 apresenta estes resultados.

Categoria	2ªsérie	C	2ª série D	Geral
Água	0 %		14%	6,5%
Lixo e Reciclagem	2%		6%	3,7%
Natureza	5%		2%	3,7%
Política, Economia e Sociedade	21		11%	16,5%
Problemas ambientais	3%		7%	4,7%
Qualidade de vida e Saúde	26%		28%	26,8%
Química Verde	18%		14%	16,2%
Sustentabilidade	6%		4%	5,0%
Tecnologia	16%		11%	13,7%
Outros	3%		3%	3,1%

TABELA 3.11- Temas relacionados com Educação Ambiental na visão dos alunos.
(São Carlos, 2017)

Observa-se que a categoria mais citada pelos estudantes foi Qualidade de vida e Saúde (26,8%), temas constantemente trabalhados nas SD, pois estão relacionados ao tema central da água, alguns exemplos são: os parâmetros de qualidade da água, a resolução CONAMA, os parâmetros de potabilidade da água,

os tipos de tratamento de água, as questões de contaminações da cidade pela exploração de argila, os princípios da Química Verde. Praticamente sempre se envolvia a saúde e qualidade de vida nas SD, direta ou indiretamente.

Em relação às outras categorias mais citadas: “Política, Economia e Sociedade” (16,5%), “Química Verde” (16,2%) e “Tecnologia” (13,7%); foram temas desenvolvidos com destaque na última SD, cujo foco era Química Verde e as discussões englobavam os elementos: tecnologia, sustentabilidade, política, economia e sociedade. Portanto, sendo temas da última SD aplicada, poderiam estar mais marcantes na memória recente dos alunos.

Percebe-se no Gráfico 3.10 que algumas categorias dos questionários prévios continuam presentes, como: Lixo e Reciclagem (3,7%), Problemas Ambientais (4,7%), Água (6,5%), Sustentabilidade (5%) e Natureza (3,7% que aparecia na outra análise como Fauna e Flora). Ressalta-se que o tema Sustentabilidade, mesmo não sendo a categoria mais mencionada pelos alunos, apresentou mais citações que no questionário prévio. Observa-se que o tema sustentabilidade foi discutido em várias atividades durante as SD, porém, na última SD, sobre Química Verde, o tema se exemplificou de certa forma na Química Verde, fato que chamou a atenção dos alunos, tornado assim a Química Verde mais marcante para os estudantes que o próprio tema de sustentabilidade.

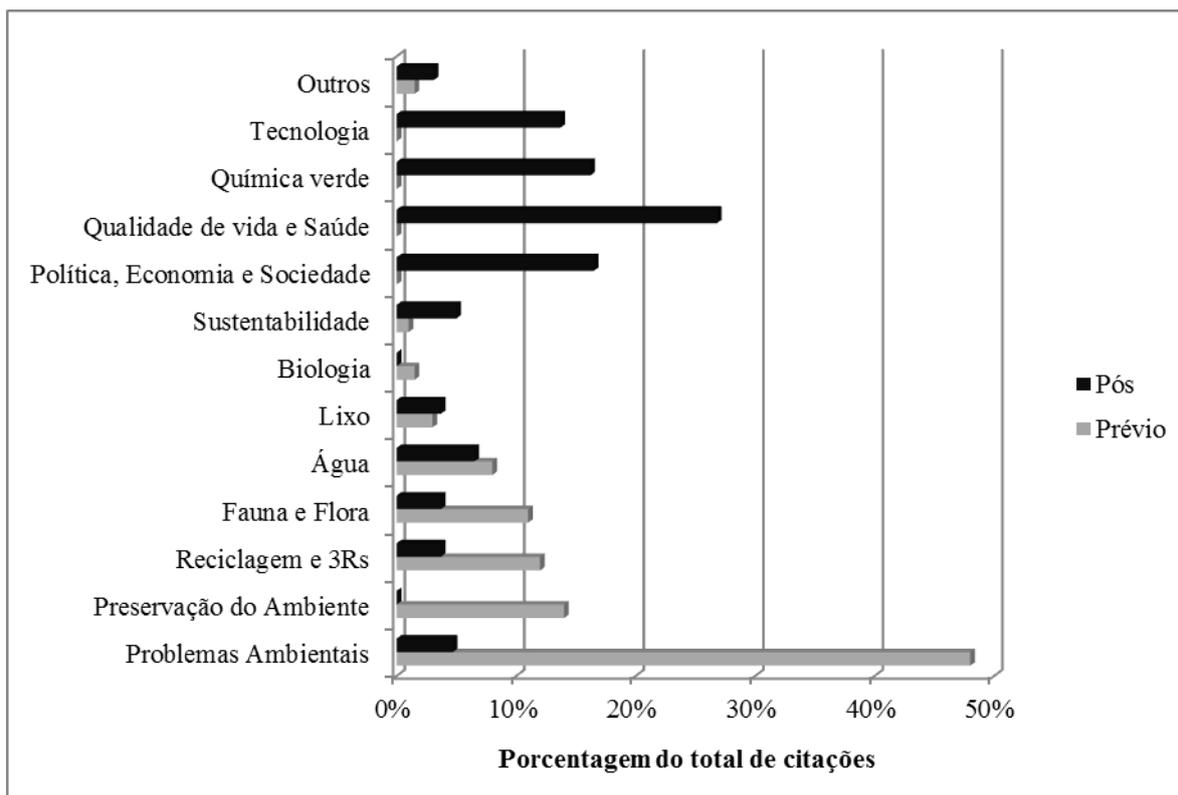


GRÁFICO 3.10 - Comparação dos temas relacionados com Educação Ambiental na visão dos alunos nos questionários prévio e pós. (São Carlos, 2017)

Pode-se supor que as atividades desenvolvidas colaboraram para integrar novos elementos na percepção de Educação Ambiental dos estudantes, contribuindo para começar a desenvolver uma EA Crítica.

Em relação à questão quatro:

4. As aulas de Química contribuíram para aumentar seus conhecimentos sobre questões ambientais? Explique.

Todos os alunos consideraram que seus conhecimentos sobre questões ambientais aumentaram, justificando esta afirmativa por meio dos assuntos desenvolvidos nas aulas, provavelmente os conteúdos que acharam mais interessantes, sendo o tema Químico Verde frequentemente citado nas explicações:

- “Sim, me envolvi com os assuntos abordados desde o início com a água e seus procedimentos, às formas mais sustentáveis de produção por meio da Química Verde”.

-“Sim, pois eu aprendi coisas novas, como a Química Verde, que eu

não sabia o que era”.

-“Sim, bom me ajudou a aumentar os conhecimentos, pois tinha várias coisas que eu realmente não sabia, (...) como a economia de átomos”.

Boa parte dos alunos mencionou também a nova percepção de Meio Ambiente que foi proporcionada pelas atividades:

- “Sim, pois não imaginava que a questão do meio ambiente envolveria as questões sociais, pois para mim, a questão ambiental se referia somente aos aspectos da natureza”.

-“Questões ambientais não envolvem somente natureza, envolvem também questões políticas, educação e várias outras, não é só natureza”.

-“Sim, descobri as relações ambientais que formam o meio ambiente, de onde vem a água que abastece minha casa e as tecnologias que são criadas para tratamento de água”.

-“Sim, as aulas me fizeram ter um olhar mais maduro sobre a questão ambiental, que não envolve apenas as árvores, gramas, o lugar que vivemos etc., mas sim uma questão de interação do homem com a natureza”.

Algumas respostas fizeram referências às estratégias didáticas utilizadas nas SD, que foram diversificadas, envolveram multimídia, experimentos, palestras e visitas técnicas. Acredita-se que este seja também um ponto importante para se considerar no sucesso das SD. A transcrição abaixo ilustra este fato:

-“Sim, porque fazendo pesquisas, vendo imagens no slide e a professora explicando (...) vendo palestras sobre o meio ambiente eu aprendi muito mais que eu poderia aprender, (...), indo aos passeios”.

A questão cinco tem por objetivo investigar as possíveis mudanças no engajamento dos jovens com a questão ambiental, após as SD:

5. As atividades desenvolvidas causaram alguma mudança no seu engajamento com questões ambientais? Dê exemplos.

Nas duas turmas os alunos afirmaram que as atividades desenvolvidas ao longo das SD causaram mudanças em seu engajamento com a questão ambiental, entretanto, suas explanações de engajamento não refletiram esta afirmação. As respostas dadas pelos estudantes, em grande parte, foram relativas aos conhecimentos adquiridos e não sobre ações de engajamento. A Tabela 3.12 exibe estes resultados.

Categoria	2ªsérie C	2ªsérie D	Geral
Adquirir consciência	3%	3%	3%
Conhecimentos adquiridos nas SD	16%	36%	25%
Construção do Blog informativo	41%	18%	31%
Lixo e Reciclagem	13%	18%	15%
Mudanças de pensamentos e atitudes	19%	14%	17%
Outros	8%	11%	9%

TABELA 3.12 - Explanações de engajamento dos alunos. (São Carlos, 2017)

Na categoria “Adquirir Consciência” (3%) , os alunos relataram somente que sua consciência foi despertada, mas sem explicar de que forma ou em que atitudes essa mudança refletiu, a mesma generalidade se aplica a categoria “Mudanças de Pensamentos e Atitudes” (17%), as atitudes não são exemplificadas e algumas respostas mencionam que houve mudança na maneira de pensar o Meio Ambiente:

-“(…) pois me deu uma nova forma de pensar e agir com o meio ambiente”.

- “(…) pois me deu uma nova ideia sobre o meio ambiente, mostrando as verdadeiras interações (...) e tendo novos pensamentos de como tratar o meio ambiente de forma limpa e consciente”.

A categoria “Lixo e Reciclagem” (15%) também esteve presente no questionário prévio, em que os alunos focaram em comportamentos individuais, como não jogar lixo no chão e separar o lixo para reciclagem, que são ações importantes, mas já eram realizadas antes do projeto das SD, portanto, não seriam consideradas mudanças de engajamento. Sobre “Conhecimentos Adquiridos nas

SD” (25%) , não parece ser uma categoria para “engajamento” e de fato não é, mas uma quantidade expressiva de alunos mencionou os conhecimentos adquiridos nas SD nesta questão, demonstrando que não entenderam a pergunta ou que não teriam de fato ainda um engajamento com a questão ambiental:

-“Sim, adquiri mais conhecimento sobre o meio ambiente”.

-“Sim, sobre a Química Verde, o meio ambiente, os elementos tóxicos, etc.”.

Uma resposta, embora enquadrada nesta categoria, parece mostrar uma ação de engajamento ligado aos conhecimentos da SD, a ação do consumo consciente:

-“Sim, (...), e a partir de agora, sempre observarei as embalagens dos produtos para ver se é utilizada a Química Verde em sua produção”.

A categoria “Construção do Blog Informativo” (31%) foi notoriamente mais reconhecida como engajamento na turma C que na turma D, isto, pois, a ideia de construção blog partiu dos próprios alunos e acabou sendo incorporada nas aulas, mas logicamente alguns alunos se envolveram mais com a criação do blog que outros; fato que explica a discrepância entre as duas turmas.

Embora, a construção do blog possa ser considerada uma ação de engajamento e também um desfecho das SD, não atingiu a maior parte dos jovens, porém, pode ser considerado um início, um primeiro passo.

Percebe-se assim, que este é um ponto que pode ser melhorado nas SD. As SD podem ter sido deficientes em atividades que pudessem desenvolver o engajamento dos jovens com a questão ambiental. Obtiveram sucesso em incorporar a esfera social e criticidade para as discussões sobre Meio Ambiente, mas poderiam incluir mais ações que para atingir o engajamento.

Capítulo 4

Considerações Finais

Considerações Finais

Esta dissertação buscou, como objetivo central, propor estratégias didáticas para inserir a Educação Ambiental (EA) nas aulas de Química da Educação Básica, usando o tema água e as orientações das Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Ambiental (DCNEA). Para atender tal objetivo, optou-se por moldar as estratégias didáticas em Sequências Didáticas (SD), conforme o referencial de Guimarães e Giordan (2011).

O recurso pedagógico SD (Sequência Didática) mostrou-se um instrumento adequado para inserir a EA (Educação Ambiental) nas aulas de Química, auxiliando na contextualização, no planejamento e organização das aulas pela professora e na sistematização de seus objetivos de ensino em relação às duas áreas.

Da mesma forma, a escolha pelo tema água facilitou estabelecer uma conexão entre as atividades dentro de cada SD e entre as SD, assim como articular a contextualização aos conteúdos de Química e torná-los mais próximos dos alunos.

A formulação das SD foi pautada no estudo das DCNEA, do currículo de Química e nos resultados do questionário prévio aplicado no grupo participante desta pesquisa.

As DCNEA propõem uma abordagem da EA que considere a interface entre a natureza e a sociocultura, que seja crítica e supere as visões Naturalistas. As pesquisas no Ensino de Química apresentam como consenso que a contextualização dos conteúdos favorece o aprendizado e o torna mais significativo, os currículos e diretrizes oficiais para o Ensino de Química têm incorporado estes apontamentos, portanto, a inclusão de contextos sociais ambientais nas aulas de Química para o desenvolvimento da EA, se faz coerente com todas as diretrizes da Educação Básica.

De maneira específica, ressalta-se a importância das DCNEA para elaboração das SD, pois tornaram mais claros os objetivos do desenvolvimento da EA na escola, suas características pedagógicas nos diferentes níveis educacionais e forneceram um norte para a idealização das atividades, dando assim o respaldo necessário para as SD criadas.

Em relação ao questionário prévio, aplicado no grupo participante deste estudo, a análise de conteúdo feita evidenciou a concepção Naturalista de Meio Ambiente como predominante (96%), dado coerente com a concepção de Educação Ambiental Conservadora manifestada pela maioria dos alunos (97%). Nos temas relacionados à Educação Ambiental pelos estudantes, observou-se a ausência de aspectos sociais e poucas menções ao importante tema “sustentabilidade”, confirmou-se que os temas relacionados com EA pelos alunos são em sua maioria os mesmo estudados por eles na escola, demonstrando a influência desta nas concepções de EA dos indivíduos que forma. Em suma, os resultados apontaram a deficiência de práticas de EA Crítica na vida estudantil do grupo analisado, as vivências e percepções manifestadas pelos alunos refletiram no seu envolvimento e engajamento com a questão ambiental, que se mostrou ingênuo para integrantes do Ensino Médio e muito focado em comportamentos individuais.

Considerando esta análise do questionário prévio, o estudo das DCNEA e do currículo de Química, as SD foram elaboradas.

Assim, as SD construídas atenderam o objetivo desta pesquisa de propor estratégias didáticas para inserção da Educação Ambiental nas aulas de Química da Educação Básica, proporcionaram momentos de discussão crítica sobre a questão ambiental, explicitando as interfaces da Química com a mesma.

A SD “A Química e a sustentabilidade – Química Verde” cumpriu o objetivo de apresentar a Química Verde aos alunos, mostrando que a Química tem áreas específicas voltadas à questão ambiental, portanto, em conjunto com as outras SD contribuiu com a formação dos alunos visando à cidadania responsável, fato percebido pela postura mais crítica dos alunos nas aulas e suas iniciativas de divulgação dos assuntos pesquisados e discutidos por meio do blog. Destaca-se que introduzir discussões sobre a Química Verde no Ensino Médio como um todo é relevante e no cenário desta pesquisa ainda mais, pois a atividade econômica da região é ceramista, com ampla área de atuação e oportunidade para Químicos, refletindo em interesse da população pela profissão, ou seja, a probabilidade dos alunos envolvidos na pesquisa serem futuros profissionais da Química é grande, tornando ainda mais significativo o envolvimento da Química Verde nas aulas.

Acredita-se que os referenciais presentes nas SD, assim como a revisão bibliográfica apresentada nesta dissertação, podem colaborar para uma reflexão sobre a Educação Ambiental no Ensino de Química, o seu papel na

formação de cidadãos responsáveis e suas interfaces com o ensino CTSA, satisfazendo assim os demais objetivos desta pesquisa.

Em relação aos conteúdos de Química, a dinâmica das aulas abriu mais espaço para participação dos estudantes, a maior participação e explicitação de ideias possibilitou diagnosticar dificuldades de compreensão e lacunas nos entendimentos dos alunos, que no estilo tradicional de aula só seriam reveladas na avaliação escrita, período final das atividades. Analisa-se que o item problematização das SD é um dos principais responsáveis por esta maior participação dos alunos nas aulas, serviu para estimular os estudantes a refletir e estudar os conteúdos e assuntos propostos, assim como investigar seus conhecimentos prévios.

Além de oferecerem uma série de oportunidades comunicativas, as SD proporcionaram maior desenvolvimento das habilidades de realizar pesquisa e construir argumentos, estimularam a responsabilidade e autonomia dos alunos. Estes podem ser considerados seus pontos fortes.

Em relação aos pontos fracos das SD construídas e aplicadas, pode-se citar o engajamento dos estudantes com a questão ambiental, para melhorar este aspecto, seria necessário repensar algumas atividades propostas, ou mesmo inserir novas atividades nas SD, que estimulassem o engajamento dos estudantes, talvez que os envolvessem em algum projeto ou organização, por exemplo.

Embora não se tenha alcançado uma mudança expressiva no engajamento dos alunos, não pode se afirmar que esta seja nula, pois a ideia de elaborar o blog para democratização das informações socioambientais do município e de divulgação dos temas pesquisados surgiu dos próprios alunos, bem como os textos postados no blog são de autoria dos mesmos.

Pode-se inferir também que estas atividades, desenvolvidas em alguns bimestres, iniciaram as mudanças que compõem um processo de formação contínuo e que necessita de apoio das demais disciplinas para apresentar transformações mais expressivas, porém estão no caminho certo para o desenvolvimento da EA Crítica na escola.

Os resultados do questionário pós SD demonstram que as atividades conseguiram englobar novos elementos nas concepções de Meio Ambiente e Educação Ambiental dos estudantes, principalmente da esfera social, que se mostraram deficientes no questionário prévio, temas como “Qualidade de vida”,

“Tecnologia”, “Política e Economia”, foram citados pelos estudantes de forma expressiva.

A concepção Globalizante de ambiente evoluiu de 0% para 83% .E a concepção de EA Crítica de 3% para 97%, fatos esperados, pois foram intencionalmente trabalhados nas SD e atenderam seus objetivos.

A avaliação das aulas pelos alunos no questionário pós SD foi positiva, ocorrendo citações sobre como os recursos didáticos e a contextualização contribuíram para tornar as aulas mais interessantes e envolventes. O tema “Química Verde” foi repetidamente citado pelos alunos, demonstrando ser um assunto que os marcou, estingou curiosidade e atenção.

Entre as contribuições que este estudo pode trazer para o Ensino de Química, indicam-se:

- A efetivação da Sequência Didática (SD) como uma ferramenta que facilita a contextualização socioambiental dos conteúdos de Química.
- As evidências de que a Educação Ambiental precisa ser mais lembrada e trabalhada no Ensino Médio.
- As potencialidades dos conteúdos de Química para envolver a questão ambiental.
- A necessidade de inserir discussões sobre sustentabilidade em sala de aula, sendo a Química Verde apresentada como alternativa de sucesso para superar este desafio.
- Exemplos de atividades que podem ser desenvolvidas nas aulas de Química para trabalhar as concepções de Meio Ambiente dos estudantes.

Por fim, ser um possível referencial para professores de Química da Educação Básica que desejam inserir a Educação Ambiental em suas aulas.

Capítulo 5

Referências

ANASTAS, P. T.; BEACH, E. S., Changing the course of chemistry. In : Anastas, P. T.; Levy, I. J.; Parent, K. E., (Eds). Green Chemistry Education: Changing the Course of Chemistry. Washington, DC : American Chemical Society, 2009, p. 1-18.

ASTUDILLO, C.; RIVAROSA, A. ; ORTIZ, F. Formas de pensar la enseñanza en ciencias: Un análisis de secuencias didácticas. Revista electrónica de enseñanza de las ciencias. v.10 , n.3, p. 567-586, 2011

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Ciência-tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. Revista electrónica de Enseñanza de las ciencias, Barcelona, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília: Congresso Nacional, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acessado em: abril.2015

BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, 2012b. Disponível em: < <http://conferenciainfante.mec.gov.br/images/pdf/diretrizes.pdf> >. Acessado em: abril. 2015.

BRASIL. Lei nº 6.938/81, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm>. Acesso em: abril. 2015.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 28 de abril de 1999. Dispõe sobre a Política Nacional de Educação Ambiental. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm>. Acesso em : abril. 2015.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC).Secretaria de Educação Média e Tecnologia (Semtec). PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares ao Parâmetros Curriculares Nacionais- Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC: Semtec, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Temas Transversais. Brasília, 1998.429p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Programa Nacional de Educação Ambiental-ProNEA. Brasília, 2005.102p.

BRASIL. Proposta de Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, 2012a. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao13.pdf> >. Acessado em: abril. 2015

BARDIN, L. Análise de Conteúdo. Lisboa: Edições 70, 1977.226p

BELL, J. Projeto de Pesquisa: Guia para Pesquisadores Iniciantes em Educação, Saúde e Ciências Sociais. 4 ed. Tradução de Magda França Lopes. Porto Alegre: Artmed, 2008.224p.

CARTA BRASILEIRA PARA EDUCAÇÃO AMBIENTAL. Disponível em:
<[http://ambientes.ambientebrasil.com.br/educacao/artigos/carta_brasileira_para_educacao_ambiental_\(mec._rio-92\).html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/educacao/artigos/carta_brasileira_para_educacao_ambiental_(mec._rio-92).html)> Acesso em: abril. 2015

CASTRO, F.P ; MARQUES, R. N. O ensino de química através da história da ciência tendo como contextualização o preparo de perfumes. In: VII Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química, 2013, Santo André. Anais do VII Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química, 2013.

CASTRO, F. P. ; MARQUES, R. N. .A epistemologia do professor promovendo o desenvolvimento profissional da docência e o Ensino de Química. In: IGLESIA, P.M.. (Org.). Presente y Futuro de la Enseñanza de Las Ciencias. 1 ed. Ourense: Educación Editora, 2015, p. 263-267.

CHAGAS, A.P. As ferramentas do químico. Química Nova na Escola, n.5, p.18-20, 1997.

CHASSOT, A.I. Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. Ijuí: UNIJUÍ, 2003.

CRESWELL, J.W. Projeto de Pesquisa: Métodos Qualitativo, Quantitativo e Misto. 3ed. Tradução de Magda França Lopes. Porto Alegre: Artmed, 2010.296p.

DIAS, K. F. Abordagem Ambiental nos Livros Didáticos de Química Aprovados pelo PNLEM/2007: Princípios da Carta de Belgrado. 2012. 116f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática)-Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

FERREIRA, A.B.H. Mini Aurélio : o minidicionário da língua portuguesa. 7 ed. Curitiba: Ed. Positivo, 2009.896p.

GUIMARÃES, S.S.M.; TOMMASIELLO, M.G.C. A formação universitária para o ambiente : educação para a sustentabilidade. Ambiente e Educação, Rio Grande, v.8 n.1, p. 55-71,2003.

GUIMARÃES, Y. A.; GIORDAN, M. Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. VIII Encontro Nacional De Pesquisa em Educação em Ciências. Campinas, 2011.

GIORDAN, M.; GUIMARÃES, Y. ; MASSI, L. . Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e I Congresso Iberoamericano de Educação em Ciências, 2012, Campinas, SP. Atas do VIII ENPEC – I CIEC. Rio de Janeiro, RJ: ABRAPEC, 2012. v. 1. p. 1-12.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. Cadernos de Pesquisa, São Paulo, n. 118, p. 189-205, março. 2003.

LAYRARGUES, P.P. Educação no processo da gestão ambiental: criando vontades políticas, promovendo a mudança. In: ZAKRZEWSKI,

S.B.B., VALDUGA, A.T., DEVILLA, I.A. (Orgs.) Anais do I Simpósio Sul Brasileiro de Educação Ambiental. Erechim: EdiFAPES. p. 127-144. 2002

LENARDÃO, E.; FREITAG, R.A.; DABDOUB, M.J.; BATISTA, A. Green chemistry: os 12 princípios da Química Verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. Química Nova, v. 26, n. 1, p. 123-129, 2003.

LOUREIRO, C.F. B. Educar, participar e transformar em educação ambiental. Revista brasileira de educação ambiental, Brasília, n.0, p.13-20, 2004.

LOUREIRO, C.F.B . Teoria Social e Questão Ambiental. In: LOUREIRO, C.F.B et al. (orgs.). Sociedade e Meio Ambiente: a Educação Ambiental em Debate. São Paulo : Cortez, 2002.p.13-51.

LOUREIRO, C.F.B. Complexidade e dialética: contribuições à práxis política e emancipatória em educação ambiental. Educação e Sociedade, Campinas, v.26, n.93, p.1473-1494, set./dez.2005

LOUREIRO, C. F. B. Educação ambiental crítica: contribuições e desafios. In: MELLO, S.; TRAJBER, R. (Org.). Vamos cuidar do Brasil: Conceitos e Práticas em Educação Ambiental na Escola. Brasília: MEC/UNESCO, 2007.

LOUREIRO, C.F.B.; LIMA, J.G.S. Educação ambiental e educação científica na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): pilares para uma educação crítica. Acta Scientiae, Canoas, v. 11, n.1, p.88-100, jan-jun. 2009.

LOUREIRO, M.R; PACHECO, R.S. Formação e consolidação do campo ambiental no Brasil: consensos e disputas (1972-92). Revista de Administração Pública, Rio de Janeiro, v.29, n.4, p.137-153, out./nov.1995.

LUDKE, M; ANDRÉ, M.E.D.A. Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas. 2ed. São Pulo: E.P.U., 2012.112p.

LUFFIEGO, M. G.; RADABÁN, J. M. V. La evolución del concepto de sostenibilidad y su introducción en la enseñanza. Enseñanza de las ciencias, Barcelona, v. 3, n. 18, p. 473-486, 2000.

MARQUES, R. N.; PASTRE, I. A.. Relevância da Química para uma Sociedade Sustentável. In: Olga Maria Mascarenhas de Faria Oliveira; Klaus Schlünzen Junior; Elisa Tomoe Moriya Schlünzen. (Org.). Coleção Temas de Formação: Química (Tomo II). 1 ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2014, v. 3, p. 680-694.

MASCARELL, L. y VILCHES, A.. Química verde y sostenibilidad en la educación en ciencias en secundaria. Enseñanza de las ciencias, Barcelona, v. 34,n.2, p.25-42, 2016.

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching–learning sequences: aims and tools for science education research. International Journal of Science Education, v. 26, n. 5, p. 515-535, 2004.

MIRAS, M. Um Ponto de Partida para a Aprendizagem de Novos Conteúdos: Os

Conhecimentos Prévios. In: COLL, C.; MARTÍN, E.; MAURI, T.; MIRAS, M.; ONRUBIA, J.; SOLÉ, I.; ZABALA, A. O Construtivismo na Sala de Aula. 6 ed. Tradução de Cláudia Schilling. São Paulo: Ática, 2011. p 57-77.

MORTIMER, E.F; MACHADO, A.H; ROMANELLI, L.I.A. Proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. Química Nova, v.23, n.2, p.273-283, 1999.

MORTIMER, E. F.; SANTOS, W. P. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS no contexto da educação brasileira. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 1-23, dez.2002.

NASCIMENTO, Lia Midori Meyer; GUIMARÃES, Maria Daniela Martins; EL-HANI, Charbel Niño. Construção e avaliação de sequências didáticas para o ensino de biologia: uma revisão crítica da literatura. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, v. 7, p. 1-12, 2009.

OLIVEIRA, H.T. Educação ambiental ser ou não ser uma disciplina: essa é a principal questão?!. In: MELLO, S.S., TRAJBER, R. Vamos cuidar do Brasil : conceitos e práticas em educação ambiental na escola. Brasília: Ministério da Educação, 2007. p103-112.

PADILHA, P. R. ; FAVARÃO, M.J. ; MORRIS, E.; Marine, L. Educação para a cidadania planetária : currículo intertransdisciplinar em Osasco. São Paulo : editora e Instituto Paulo Freire, 2011. 251p.

PLATAFORMA FOCO NA APRENDIZAGEM. 2017. Disponível em:< <https://focoaprendizagem.educacao.sp.gov.br/>>. Acesso em : abril.2017

QUADROS, A. L. A água como tema gerador do conhecimento químico. Química Nova na Escola, São Paulo, n.20, p.26-31, nov. 2004.

RIO CLARO E SANTA GERTRUDES TÊM O AR MAIS POLUÍDO DO ESTADO, DIZ CETESB. 2014. Disponível em:< g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2014/05/rio-claro-e-santa-gertrudes-tem-o-ar-mais-poluido-do-estado-diz-cetesb.html>. Acesso em : abril.2015.

REIGOTA, M. Ecologia, Elites e Intelligentsia na América Latina: Um Estudo de suas Representações Sociais. 1ed. São Paulo: Annablume, 1999.115p.

REIGOTA, M. Meio Ambiente e Representação Social. 8ed. São Paulo: Cortez, 2010.93p.

REIGOTA, M. O que é Educação Ambiental. 2ed. São Paulo: Brasiliense, 2014.107p.

ROCHA, Q.G.S. ; MARQUES, R. N. . A educação ambiental na educação básica : concepções de alunos do ensino médio. Revista da SBEnBIO , v. 9, p. 5043-5053, dez. 2016.

ROCHA, Q.G.S. ; MARQUES, R. N. . Aspectos sobre educação ambiental discutidos em sala de aula na percepção de alunos brasileiros: um estudo de caso. In: CEBREIROS, I.; et al. La Práctica Docente en la Enseñanza de las Ciencias. Roma : Educación Editora, 2017. p. 267-271.

SANTOS, M.E.V.M. As diferentes correntes epistemológicas e suas Implicações para a pesquisa em educação ambiental. Pesquisa em Educação Ambiental, v.2, n.1, p. 67-94, 2007.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. Ciência & Ensino , Piracicaba, v. 1, 2007.

SANTOS, W.L.P.; SCHNETZLER. R.P . Educação em Química: compromisso com a cidadania. 4ª edição. Ijuí : Ed. Unijuí, 2010. 159 p.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação. Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias. São Paulo: SEE, 2010.152p.

SJÖSTRÖM, Jesper. Green chemistry in perspective—models for GC activities and GC policy and knowledge areas. Green Chemistry, v. 8, n. 2, p. 130-137, 2006.

SORRENTINO, M. De Tbilisi a Tessaloniki, a educação ambiental no Brasil. In: JACOBI, P. et al. (orgs.). Educação, meio ambiente e cidadania: reflexões e experiências. São Paulo: SMA.1998. p.27-32.

SORRENTINO, M.; TRAJBER, R.; MENDONÇA, P.; FERRARO, L.A. Educação ambiental como política pública. Educação e Pesquisa, São Paulo, v.31, n.2, p.285-299, maio/ago.2005

TRATADO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA SOCIEDADES SUSTENTÁVEIS E RESPONSABILIDADE GLOBAL. 1992. Disponível em:
<<http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/tratado.pdf>.>
Acesso em : abril.2015

TORRALBO, D. O Tema Água no Ensino: a Visão de Pesquisadores e de Professores de Química. 2009.141f. Dissertação de Mestrado (Ensino de Química) – Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

UNESCO / PNUMA. Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental : Tbilisi, URSS , 14-26 de octubre, 1977. Paris, 1978. Disponível em :
<<http://unesdoc.unesco.org/images/0003/000327/032763sb.pdf>>. Acesso em :
set.2015

UNESCO / PNUMA. Congreso Internacional sobre la Educacion y La Formacion Ambientales. Elementos para una estrategia internacional de accion em matéria de educacion y formacion ambientales para el decenio de 1990 : Moscú, URSS , 17-21 de agosto, 1987. Paris, 1987. Disponível em :
<<http://unesdoc.unesco.org/images/0007/000750/075072sb.pdf>>. Acesso em :
set.2015

UNESCO / PNUMA. Seminário internacional de Educación Ambiental : Belgrado, Yugoslavia, 13-22 de octubre, 1975. Paris, 1977. Disponível em : <<http://unesdoc.unesco.org/images/0002/000276/027608sb.pdf>>. Acesso em : set.2015

VILCHES, A.; Gil-PÉREZ, D.; PRAIA, J.. De CTS a CTSA: Educação por um Futuro Sustentável. In: SANTOS, W.L.P. ; AULER, D. (Org.). CTS e Educação Científica: Desafios, Tendências e Resultados de Pesquisa. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011 .p.161-184.

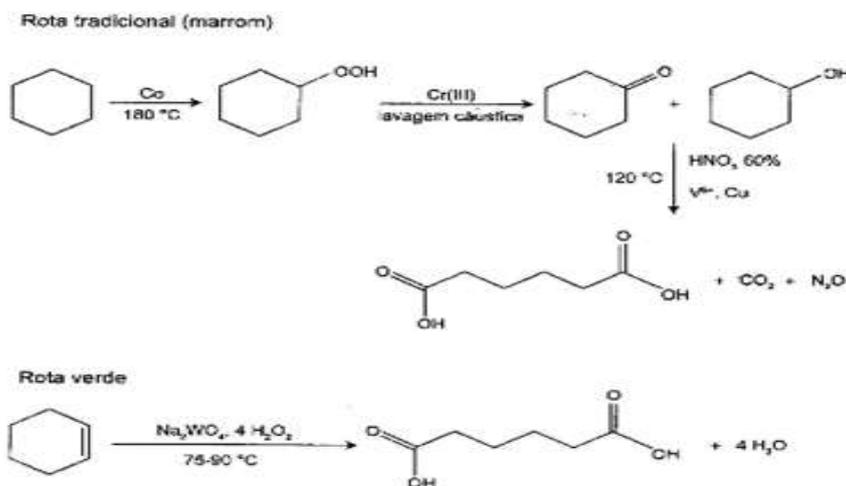
ZABALA, A. A Prática educativa: como ensinar. Tradução de Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ArtMed, 1998. 224p.

ZANDONAI, D. P. ; SAQUETO, K. C.; ABREU, S. C. S.; LOPES, A. P.; ZUIN, V. G. Química verde e formação de profissionais do campo da química: relato de uma experiência didática para além do laboratório de ensino. Revista Virtual de Química, v. 6, n. 1, p. 73-84, 2013.

Anexos

QUESTÕES DO ENEM:

1-A química verde permite o desenvolvimento tecnológico com danos reduzidos ao meio ambiente, e encontrar rotas limpas tem sido um grande desafio. Considere duas rotas diferentes utilizadas para a obtenção de ácido adípico, um insumo muito importante para a indústria têxtil e de plastificantes.



LENARDÃO, E. J. et al. Green chemistry – os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. Química Nova, n. 1, 2005 (adaptado).

Que fator contribui positivamente para que a segunda rota de síntese seja verde em comparação à primeira?

- Etapa única na síntese.
- Obtenção do produto puro.
- Ausência de reagentes oxidantes.
- Ausência de elementos metálicos no processo.
- Gasto de energia nulo na separação do produto.

2- Química Verde pode ser definida como a criação, o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias nocivas à saúde humana e ao ambiente. Sabe-se que algumas fontes energéticas desenvolvidas pelo homem exercem, ou tem potencial para exercer, em algum nível, impactos ambientais negativos.

CORREA, A. G.; ZUIN, V. G. (Orgs.). Química Verde: fundamentos e aplicações. São Carlos. EduFSCar, 2009.

À luz da Química Verde, métodos devem ser desenvolvidos para eliminar ou reduzir a poluição do ar causada especialmente pelas

- hidrelétricas.
- termelétricas.
- usinas geotérmicas.
- fontes de energia solar.
- fontes de energia eólica.

3- Para impedir a contaminação microbiana do suprimento de água, deve-se eliminar as emissões de efluentes e, quando necessário, tratá-lo com desinfetante. O ácido hipocloroso (HClO), produzido pela reação entre cloro e água, é um dos compostos mais empregados como desinfetante. Contudo, ele não atua somente como oxidante, mas também como um ativo agente de cloração. A presença de matéria orgânica dissolvida no suprimento de água clorada pode levar à formação de clorofórmio (CHCl₃) e outras espécies orgânicas cloradas tóxicas. SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. Química ambiental. São Paulo: Pearson, 2009 (adaptado).

Visando eliminar da água o clorofórmio e outras moléculas orgânicas, o tratamento adequado é a:

- filtração, com o uso de filtros de carvão ativo
- fluoretação, pela adição de fluoreto de sódio
- coagulação, pela adição de sulfato de alumínio.
- correção do pH, pela adição de carbonato de sódio.
- floculação, em tanques de concreto com a água em movimento.

Currículo de Química do Estado de São Paulo

1ª série do Ensino Médio	
1º- bimestre	<p style="text-align: center;"><i>Conteúdos</i> <i>Transformação química na natureza e no sistema produtivo</i></p> <p>Transformações químicas no dia a dia Evidências; tempo envolvido; energia envolvida; revertibilidade Descrição das transformações em diferentes linguagens e representações Diferentes intervalos de tempo para a ocorrência das transformações Reações endotérmicas e exotérmicas Transformações que ocorrem na natureza e em diferentes sistemas produtivos Transformações que podem ser revertidas Alguns materiais usados no dia a dia Caracterização de reagentes e produtos das transformações em termos de suas propriedades; separação e identificação das substâncias Propriedade das substâncias, como temperatura de fusão e de ebulição, densidade, solubilidade Separação de substâncias por filtração, flotação, destilação, sublimação, recristalização Métodos de separação no sistema produtivo.</p>
2º- bimestre	<p>Combustíveis – transformação química, massas envolvidas e produção de energia Reagentes e produtos – relações em massa e energia Reações de combustão; aspectos quantitativos nas transformações químicas; poder calorífico dos combustíveis Conservação da massa e proporção entre as massas de reagentes e produtos nas transformações químicas Relação entre massas de reagentes e produtos e a energia nas transformações químicas Formação de ácidos e outras implicações socioambientais da produção e do uso de diferentes combustíveis Primeiras ideias sobre a constituição da matéria Modelo de Dalton sobre a constituição da matéria Conceitos de átomo e de elemento segundo Dalton Suas ideias para explicar transformações e relações de massa Modelos explicativos como construções humanas em diferentes contextos sociais</p>
3º- bimestre	<p>Metais – processos de obtenção Representação de transformações químicas Processos de obtenção de ferro e de cobre; linguagem simbólica da Química; tabela periódica; balanceamento e interpretação das transformações químicas; equação química – relação entre massa, número de partículas e energia Transformações químicas na produção de ferro e de cobre Símbolos dos elementos e equações químicas Balanceamento das equações químicas Organização dos elementos de acordo com suas massas atômicas na tabela periódica Equações químicas dos processos de produção de ferro e de cobre Importância do ferro e do cobre na sociedade atual</p>
4º- bimestre	<p>Relações quantitativas envolvidas na transformação química Estequiometria; impactos ambientais na produção do ferro e do cobre Massa molar e quantidade de matéria (mol) Cálculo estequiométrico – massas, quantidades de matéria e energia nas transformações Cálculos estequiométricos na produção do ferro e do cobre Impactos socioambientais na extração mineral e na produção do ferro e do cobre</p>
1ª série do Ensino Médio	

<i>Conteúdos</i> <i>Materiais e suas propriedades</i>	
1º bimestre	<p>Água e seu consumo pela sociedade Propriedades da água para consumo humano Água pura e água potável; dissolução de materiais em água e mudança de propriedades; concentração de soluções Concentração de soluções em massa e em quantidade de matéria (g.L^{-1}, mol.L^{-1}, ppm, % em massa) Alguns parâmetros de qualidade da água—concentração de materiais dissolvidos Relações quantitativas envolvidas nas transformações químicas em soluções Relações estequiométricas; solubilidade de gases em água; potabilidade da água para consumo humano Relações quantitativas de massa e de quantidade de matéria (mol) nas transformações químicas em solução, de acordo com suas concentrações Determinação da quantidade de oxigênio dissolvido nas águas (Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO) Uso e preservação da água no mundo Fontes causadoras da poluição da água Tratamento de água por filtração, flotação, cloração e correção de pH</p>
2º bimestre	<p><i>O comportamento dos materiais e os modelos de átomo</i> As limitações das ideias de Dalton para explicar o comportamento dos materiais; o modelo de Rutherford-Bohr; ligações químicas iônicas, covalentes e metálicas; energia de ligação das transformações químicas Condutibilidade elétrica e radiatividade natural dos elementos O modelo de Rutherford e a natureza elétrica dos materiais O modelo de Bohr e a constituição da matéria O uso do número atômico como critério para organizar a tabela periódica Ligações químicas em termos de forças elétricas de atração e repulsão Transformações químicas como resultantes de quebra e formação de ligações Previsões sobre tipos de ligação dos elementos a partir da posição na tabela periódica Cálculo da entalpia de reação pelo balanço energético resultante da formação e ruptura de ligações Diagramas de energia em transformações endotérmicas e exotérmicas</p>
3º bimestre	<p><i>O comportamento dos materiais</i> Relações entre propriedades das substâncias e suas estruturas Interações interpartículas e intrapartículas e algumas propriedades dos materiais Polaridade das ligações covalentes e das moléculas Forças de interação entre as partículas – átomos, íons e moléculas – nos estados sólido, líquido e gasoso Interações inter e intrapartículas para explicar as propriedades das substâncias, como temperatura de fusão e de ebulição, solubilidade e condutibilidade elétrica Dependência da temperatura de ebulição dos materiais com a pressão atmosférica</p>
4º bimestre	<p><i>Metais e sua utilização em pilhas e na galvanização</i> Relação entre a energia elétrica e as estruturas das substâncias em transformações químicas Reatividade de metais; explicações qualitativas sobre as transformações químicas que produzem ou demandam corrente elétrica; conceito de reações de oxirredução Reatividade dos metais em reações com ácidos e íons metálicos Transformações que envolvem energia elétrica – processos de oxidação e de redução As ideias de estrutura da matéria para explicar oxidação e redução Transformações químicas na geração industrial de energia Implicações socioambientais das transformações químicas que envolvem eletricidade Diferentes usos sociais dos metais</p>
3ª série do Ensino Médio	

1º- bimestre	<p style="text-align: center;"><i>Conteúdos</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Atmosfera como fonte de materiais para uso humano</i></p> <p>Extração de materiais úteis da atmosfera; produção da amônia e estudos sobre a rapidez e a extensão das transformações químicas; compreensão da extensão das transformações químicas; o nitrogênio como matéria-prima para produzir alguns materiais.</p> <p>Liquefação e destilação fracionada do ar para obtenção de matérias-primas (oxigênio, nitrogênio e gases nobres)</p> <p>Variáveis que podem interferir na rapidez das transformações (concentração, temperatura, pressão, estado de agregação e catalisador)</p> <p>Modelos explicativos da velocidade das transformações químicas</p> <p>Estado de equilíbrio químico – coexistência de reagentes e produtos em certas transformações químicas</p> <p>Processos químicos em sistemas naturais e produtivos que utilizam nitrogênio – avaliação de produção, consumo e utilização social</p>
2º- bimestre	<p style="text-align: center;"><i>Hidrosfera como fonte de materiais para uso humano</i></p> <p>Extração de materiais úteis da atmosfera; acidez e alcalinidade de águas naturais – conceito de Arrhenius; força de ácidos e de bases – significado da constante de equilíbrio; perturbação do equilíbrio químico; reação de neutralização</p> <p>Composição das águas naturais</p> <p>Processos industriais que permitem a obtenção de produtos a partir da água do mar</p> <p>Acidez e basicidade das águas e alguns de seus efeitos no meio natural e no sistema produtivo</p> <p>Conceito de dissociação iônica e de ionização e a extensão das transformações químicas – equilíbrio químico</p> <p>Constante de equilíbrio para expressar a relação entre as concentrações de reagentes e produtos numa transformação química</p> <p>Influência da temperatura, da concentração e da pressão em sistemas em equilíbrio químico</p> <p>Equilíbrios químicos envolvidos no sistema CO₂/H₂O na natureza</p> <p>Transformações ácido-base e sua utilização no controle do pH de soluções aquosas</p>
3º- bimestre	<p style="text-align: center;"><i>Biosfera como fonte de materiais para uso humano</i></p> <p>Extração de materiais úteis da biosfera; recursos vegetais para a sobrevivência humana carboidratos, lipídios e vitaminas; recursos animais para a sobrevivência humana – proteínas e lipídios; recursos fossilizados para a sobrevivência humana – gás natural, carvão mineral e petróleo</p> <p>Os componentes principais dos alimentos (carboidratos, lipídios e proteínas), suas propriedades e funções no organismo</p> <p>Biomassa como fonte de materiais combustíveis</p> <p>Arranjos atômicos e moleculares para explicar a formação de cadeias, ligações, funções orgânicas e isomeria</p> <p>Processos de transformação do petróleo, carvão mineral e gás natural em materiais e substâncias utilizados no sistema produtivo – refino do petróleo, destilação seca do carvão e purificação do gás</p> <p>Produção e uso social dos combustíveis fósseis</p>

4º - bimestre	<p style="text-align: center;"><i>O que o ser humano introduz na atmosfera, hidrosfera e biosfera</i></p> <p>Poluição, perturbações da biosfera, ciclos biogeoquímicos e desenvolvimento sustentável</p> <p>Poluição atmosférica; poluição das águas por efluentes urbanos, domésticos, industriais e agropecuários; perturbação da biosfera pela produção, uso e descarte de materiais e sua relação com a sobrevivência das espécies vivas; ciclos biogeoquímicos e desenvolvimento sustentável</p> <p>Desequilíbrios ambientais pela introdução de gases na atmosfera, como SO₂, CO₂, NO₂ e outros óxidos de nitrogênio</p> <p>Chuva ácida, aumento do efeito estufa e redução da camada de ozônio – causas e consequências</p> <p>Poluição das águas por detergentes, praguicidas, metais pesados e outras causas, e contaminação por agentes patogênicos</p> <p>Perturbações na biosfera por pragas, desmatamentos, uso de combustíveis fósseis, indústrias, rupturas das teias alimentares e outras causas</p> <p>Ciclos da água, do nitrogênio, do oxigênio e do gás carbônico e suas inter-relações</p> <p>Impactos ambientais na óptica do desenvolvimento sustentável</p> <p>Ações corretivas e preventivas e busca de alternativas para a sobrevivência no planeta</p>
---------------	--