Análise de uma sequência didática com enfoque cts e ensino por investigação a partir da temática "água potável"

Maria do Carmo de Castro

IFSP
São Paulo
2019

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

Catalogação na fonte
Biblioteca Francisco Montojos - IFSP Campus São Paulo
Dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C355a Castro, Maria do Carmo de
Análise de uma sequência didática com enfoque cts e ensino por investigação a partir da temática "água potável" / Maria do Carmo de Castro. São Paulo: [s.n.], 2019.
171 f. il.

Orientador: Pedro Miranda Júnior
Co-orientador: Andrea Santos Liu

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, IFSP, 2019.

1. Sequência Didática. 2. Tratamento de Água. 3. Cts. 4. Ensino Por Investigação. 5. Ensino de Química. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo II. Título.

CDD 510

Maria do Carmo de Castro

ANÁLISE DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ENFOQUE CTS E ENSINO POR INVESTIGAÇÃO A PARTIR DA TEMÁTICA “ÁGUA POTÁVEL"

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu,* Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) Campus São Paulo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Pedro Miranda Junior.
CO-ORIENTADORA: Profa. Drª. Andrea Santos Liu.

São Paulo - SP
2019

Maria do Carmo de Castro

Análise de uma sequência didática com enfoque CTS e ensino por investigação a partir da temática "água potável"

Dissertação de Mestrado apresentada e aprovada no dia 06 de junho de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA, pelo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de São Paulo (IFSP) Campus São Paulo.

A banca examinadora foi composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Pedro Miranda Junior

IFSP – Campus São Paulo

Orientador

Profa. Dra. Andrea Santos Liu

IFSP – Campus São José dos Campos

Co-orientadora

Prof. Dr. José Otávio Baldinato

IFSP – Campus São Paulo

Membro Interno

Profa. Dra. Solange Wagner Locatelli

UFABC

Membro Externo

Dedicatória

A todos os professores,
... heróis anônimos em qualquer nação.

Agradecimentos

A Deus pela oportunidade, determinação e perseverança.

*A*o meu orientador, *mais que especial*, Prof. Dr. Pedro Miranda Jr, pela paciência, dedicação, atenção, carinho; constante presença, competência e conselhos preciosos.

À minha Co-orientadora Professora Dra. Andreia Santos Liu pela confiança depositada, parceria firmada e amizade sincera aflorada no desenvolvimento dos trabalhos.

Aos Professores do Programa de Mestrado em Ensino do IFSP, por toda ajuda, paciência e ensino.

Aos meus amigos do Mestrado, pelas experiências compartilhadas, levá-los-ei para sempre em meu coração.

À minha família, em especial à minha mãe, mulher guerreira, pelo apoio nas lutas diárias e pelo amor incondicional dedicado.

Aos meus Alunos, meio e fim - objetivo primeiro do trabalho.

À Escola Estadual Dr. Rui Rodrigues Dória, pelas portas abertas e boa-fé depositadas.

Nós somos nascentes. Corremos pela terra, seguimos nosso curso, transformando lugares e pessoas por onde passamos. Nossas cores, o alimento que comemos, a energia que nos move, somos seres diluídos em água e água em seu quarto estado: Vivo.

Autor desconhecido

RESUMO

O ensino de Química na Educação Básica tem por objetivo formar cidadãos críticos e atuantes na sociedade onde estão inseridos, além disso deve oferecer ao estudante, condições para prosseguir em seus estudos futuros. No entanto, vem enfrentando diversos obstáculos, ora que seus saberes são considerados complexos e abstratos, ora que se apresentam distantes das questões de vida real, vivida pelas pessoas comuns em sociedade. Nesse sentido, o presente trabalho traz uma contribuição para o Ensino de Química, por meio de uma proposta de desenvolvimento cognitivo e social para alunos e professores, na forma de uma Sequência Didática (SD) com enfoque no Ensino CTS e no Ensino por Investigação abrangendo o tema "Água potável". A SD buscou trazer um Ensino de Química contextualizado, reflexivo e crítico, preocupado com a formação cidadã dos sujeitos. A SD foi aplicada para uma turma da 2ª série do Ensino Médio em uma escola pública estadual localizada no interior do estado de São Paulo. A pesquisa foi desenvolvida de forma qualitativa sob o método da pesquisa-ação. Os dados foram coletados por meio da observação participante, registro em caderno de campo, questionários e produção dos estudantes. Os dados foram analisados a partir dos pressupostos da análise de conteúdo de Bardin. O objetivo geral do trabalho teve como meta a análise de potencialidades e desafios no planejamento e aplicação da SD no Ensino de Química. Buscou-se analisar as contribuições da SD na promoção da formação cidadã do estudantes, por meio de evidências nas falas e produções dos estudantes. Analisou-se também indícios de desenvolvimento de conteúdos educacionais conceituais, procedimentais e atitudinais. A análise dos resultados indicou como principais potencialidades o aumento do interesse e da participação dos estudantes nas aulas de Química, além de promoção da consciência ambiental, social e política em relação ao uso consciente da água potável, ressaltando o desenvolvimento dos conteúdos educacionais. Em relação aos desafios, destacamos a questão do tempo do professor da escola pública, já sobrecarregado de aulas, para o planejamento e aplicação de atividades desta natureza. Além disso, ficou evidenciado a necessidade de superar a falta de conhecimentos prévios e a expressiva deficiência na capacidade leitora e escritora apresentadas pelos estudantes, decorrentes de uma educação básica pouco valorizada pela sociedade e carente de investimentos públicos. Como resultado do trabalho, gerou-se um Produto Educacional na forma de uma Sequência Didática validada e posta à disposição dos professores da disciplina de Química do Ensino Básico, podendo ser utilizada também pela disciplina de Biologia.

Palavras chave: Ensino de Química, Ensino CTS, Ensino por Investigação.

ABSTRACT

The teaching of chemistry in basic education aims to form critical citizens and active in the society where they are inserted, and should offer the student conditions to continue their future studies. However, it has been facing several obstacles, sometimes its knowledge is considered complex and abstract, sometimes it is distant from the real life issues experienced by ordinary people in society. In this sense, the present work makes a contribution to Chemistry Teaching, through a proposal of cognitive and social development for students and teachers, in the form of a Didactic Sequence (SD) focusing on CTS Teaching and Research Teaching covering the theme "drinking water". The SD sought to bring a contextualized, reflective and critical Chemistry Teaching, concerned with the citizens' formation of the subjects. SD was applied to a 2nd grade high school class at a state public school located in the interior of the state of São Paulo. The research was developed qualitatively under the action research method. Data were collected through participant observation, field notebook registration, questionnaires and student production. Data were analyzed from the assumptions of Bardin content analysis. The general objective of this work was to analyze the potentialities and challenges in the planning and application of DS in Chemistry Teaching. We sought to analyze the contributions of DS in the promotion of student citizenship, through evidence in the speeches and productions of students. Evidence of the development of conceptual, procedural and attitudinal educational contents was also analyzed. The analysis of the results indicated as main potentialities the increase of students' interest and participation in chemistry classes, as well as the promotion of environmental, social and political awareness regarding the conscious use of drinking water, emphasizing the development of educational content. Regarding the challenges, we highlight the question of the time of the public school teacher, already overloaded with classes, for the planning and application of activities of this nature. In addition, the need to overcome the lack of prior knowledge and the significant deficiency in reading and writing skills presented by students, resulting from a basic education little valued by society and lacking public investments was highlighted. As a result of the work, an Educational Product was generated in the form of a validated Didactic Sequence, made available to the teachers of the Basic Education Chemistry subject, which could also be used by the Biology subject.

Keywords: Chemistry Teaching, CTS Teaching, Research Teaching.

LISTAS DE ABREVIAÇÕES

AC - Alfabetização Científica

AS – Aprendizagem Significativa

EM – Ensino Médio

SD - Sequência Didática

SEI – Sequência de Ensino Investigativo

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

DE – Diretoria de Ensino

TA –Termo de Autorização

TALE-Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TCLE- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UE Unidade Escolar

LISTA DE APÊNDICES E ANEXOS

Apêndice A Termo de Autorização Institucional 157

Apêndice B Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....159

Apêndice C Termo de Assentimento Livre e Esclarecido..... 160

Apêndice D Questionário Inicial 161

Apêndice E Questionário Final.....162

Apêndice F Roteiro- Equações-Cálculos: Cloro residual 163

Apêndice G Produto Educacional.....171

Anexo 1 Texto de apoio da Etapa IV.....165

Anexo 2 Texto de apoio da Etapa V 169

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Relação CTS e o Aluno 30

Figura 2: Organização do Material de Ensino CTS.....32

Figura 3: Nº de Trabalhos aprovados CTS nos ENEQ's de 2012 a 2018.....42

Figura 4: Relação dos Trabalhos distribuídos nos Níveis de Ensino 45

Figura 5: Quantificação da Categoria Principal Estratégia 46

Figura 6: Exemplo da Categoria V.....75

Figura 7: Exemplo da Categoria III.....75
Figura 8: Produção do Aluno A06.....77
Figura 9: Produção do Aluno A30.....78
Figura 10: Amostras de água Bruta e Potável.....80
Figura 11: Produção do Grupo G1.....88
Figura 12: Resultado das Hipóteses dos grupos G1 e G7.....89
Figura 13: Resultados das Hipóteses dos grupos G2, G3, G8 e G9.....89
Figura 14: Resultados das Hipóteses dos grupos G4 e G5.....90
Figura 15: Resultado da Falta de Hipótese do grupo G6.....91
Figura 16: Resultado final – Etapa III.....93
Figura 17: Escala de pH em cores.....99
Figura 18: Fitas Caseiras indicadoras do caráter ácido-base das substâncias.....100
Figura 19: Ação das Fitas caseiras.....101
Figura 20: Escala de pH produzida pelo grupo G5.....102
Figura 21: Uso da Tecnologia na resolução da Questão problema do grupo G4.....102
Figura 22: Resultado da Categorização - Etapa V.....106
Figura 23: Mapa conceitual produzido pelo Aluno A01.....124
Figura 24: Mapa conceitual produzido pelo Aluno A15.....124
Figura 25: Orientações Institucionais para a Visita Técnica.....138
Figura 26: Painel automatizado da distribuição da água tratada.....139

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Definições de AC.....25
Quadro 2: Categorias do conteúdo CTS relacionado ao conteúdo tradicional.....1
Quadro 3: Categorias e Descritores derivado da Revisão Bibliográfica 41
Quadro 4: Escolas e Modalidades de ensino em São José dos Campos-SP.....61
Quadro 5: IDESP da Escola pesquisada.....62
Quadro 6: Planejamento da Sequência Didática.....67
Quadro 7: Categorias derivadas da Questão 1 – Questionário Inicial.....71
Quadro 8: Categorias derivadas da Questão 6 – Questionário Inicial.....73
Quadro 9: Letra da Música 'Planeta Água' 76
Quadro 10: Planejamento da SEI – A aparência da água potável.....79
Quadro 11: Categorias derivadas do Questionamento 1 – Etapa III.....81

Quadro 12: Categorias derivadas do Questionamento 1 – Etapa III.....83
Quadro 13: Hipóteses formuladas na Etapa III.....85
Quadro 14: Planejamento da SEI – Medição de pH.....95
Quadro 15: Substâncias utilizadas na prática – Etapa IV.....97
Quadro 16: Resultado da SEI – Medição do pH.....103
Quadro 17: Planejamento da SEI – Cloração da água.....110
Quadro 18: Categorias derivadas do questionamento da Etapa V.....117
Quadro 19: Categorias derivadas da questão 1 – Questionário Final.....129
Quadro 20: Categorias derivadas da questão 5 – Questionário Final.....130
Quadro 21: Categorias derivadas da questão 8 – Questionário Final 132
Quadro 22: Categorias derivadas da questão 10 – Questionário Final.....135
Quadro 23: Imagens das Etapas do Tratamento da água na ETA visitada.....141
Quadro 24: Imagens do laboratório de Físico-Química da ETA visitada.....143

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quantitativos de trabalhos dos ENEQ's.....42
Tabela 2: Quantificação dos trabalhos na Categoria 'Natureza dos Trabalhos' 43
Tabela 3: Distribuição dos trabalhos na Categoria 'Modalidade Acadêmica 44
Tabela 4: Referências mais citadas nos artigos analisados.....49
Tabela 5: Resultado da determinação do cloro excedente nas amostras tratadas.....115
Tabela 6: Quantitativo da Categorização da Representação de ideias.....123
Tabela 7: Acertos e erros da questão 8 – Questionário Final.....134

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....16

1.1 Objetivos.....20

2. REFERENCIAIS TEÓRICOS.....22

2.1 O ensino de Ciências.....22
2.2 A Experimentação no Ensino de Química.....26
2.3 A abordagem CTS no Ensino de Química.....28
2.4 O Ensino por Investigação.....33

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....37

4 PERCURSO METODOLÓGICO.....54
4.1 A Abordagem da Pesquisa.....54
4.2 A coleta de Dados.....55
4.2.1 Registro de campo.....56
4.2.2 A Produção dos alunos.....56
4.2.3 Questionários e Questionamentos.....57
4.2.4 Gravações e Fotos.....58
4.3 A Análise de dados.....58
4.4. O contexto da Pesquisa.....59
4.4.1 A Escola Pesquisada.....60
4.4.2 A Professora.....65
4.4.3 A Turma 65
4.5 A Sequência Didática.....66
4.5.1 O Planejamento.....66
4.5.2 Preparação do Espaço.....68

5 RESULTADOS 71
5.1 Etapa I – Questionário Inicial.....71
5.2 Etapa II – Vamos ouvir uma música? 76
5.3 Etapa III – A Aparência da água.....78
5.3.1 1º Momento: Apresentação da Situação Problema.....80
5.3.2 2º Momento Formulação das Hipóteses.....84
5.3.3 3º Momento: Orientação à pesquisa.....86
5.3.4 4º Momento: Testes das Hipóteses.....86
5.3.5 5º Momento: Sistematização do Conhecimento.....93
5.4 Etapa IV- Medição de pH.....94
5.4.1 1º Momento – Questionamento Inicial.....95
5.4.2 2º Momento – Experimentação e Investigação.....96

5.4.3 3º Momento – Leitura e interpretação de texto.....103
5.4.4 4º Momento – Divulgação dos Resultados.....104
5.4.5 5º Momento – Questionamentos Finais da Etapa.....105
5.5 Etapa V- Cloração da Água.....108
5.5.1 1º Momento: Problematização e Formulação de Hipóteses.....110
5.5.2 2º Momento: Leitura e Interpretação de texto.....112
5.5.3 3º Momento: A Experimentação Demonstrativa.....112
5.5.4 4º Momento: A roda de conversa.....116
5.5.5 5º Momento: Questionário Final da Etapa.....117
5.6 Etapa VI- Sistematização Geral.....120
5.7 Etapa VII- Questionário Final.....127
5.8 Etapa VIII - Visita Técnica.....136

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....147

7 REFERÊNCIAS 151

8 APÊNDICES E ANEXOS 157

Organização da Dissertação

Organizamos a dissertação em seis capítulos. O Capítulo I, a Introdução, apresenta a questão e as seções da pesquisa, além da importância do tema e da justificativa da realização deste trabalho. No Capítulo II apresentamos os referenciais teóricos que fundamentaram esse trabalho e no Capítulo III apresentamos uma revisão bibliográfica sobre a abordagem CTS no cenário brasileiro. No capítulo IV apresentamos o percurso metodológico, descrevendo a abordagem de pesquisa realizada, o contexto da pesquisa e a Sequência Didática realizada. No capítulo V trazemos os resultados e as discussões organizados de acordo com cada etapa da Sequência Didática. Por fim, no capítulo VI apresentamos as considerações finais.

O Produto Educacional desenvolvido durante o Mestrado Profissional encontra-se no Anexo final desta Dissertação, tratando-se de uma Sequência Didática contendo uma SEI com o tema "*Sequência Didática com enfoque CTS e em Ensino por Investigação: Aparência e Clarificação da Água*" destinada a professores de Química do Ensino Médio.

Capítulo I – Introdução

Minha história com a Química surgiu antes mesmo de cursar o Ensino Médio. O meu interesse por esta Ciência foi despertado na pré-adolescência após ter lido um livro sobre fabricação de perfumes e tentar produzir um, utilizando flores e álcool etílico comum e as técnicas ensinadas no livro. Essa incrível empreitada despertou grande interesse em aprender sobre esta magnífica Ciência.

Na adolescência fiz o curso Técnico em Química e, por um período de 4 anos, trabalhei como técnica química em um Laboratório Químico de análises de efluentes. No laboratório tinha como rotina de trabalho realizar análises físico-químicas em amostras de água como: pH, turbidez, alcalinidade, dosagem de metais pesados, entre outras, enfim, determinando os parâmetros de potabilidade em amostras de água.

Já na graduação, durante o curso superior de Licenciatura em Química, muitos fatos relacionados à educação me surpreenderam, sendo o principal deles a constatação de que dominar conceitos químicos e ensinar conceitos químicos são áreas do saber totalmente distintas, pois exigiam habilidades e competências totalmente distintas também. Surpreendida, entendi que a arte de ensinar vai muito além do simples fato de dominar os conteúdos científicos.

Com a carreira docente, me deparei com problemas relacionados à rotina da vida escolar até então ignorados por mim, pelas pessoas comuns e diga-se de passagem, principalmente pelas autoridades responsáveis pela área da Educação em nosso país.

Creio que o cidadão comum, assim como as autoridades responsáveis pelo sistema educacional, têm consciência da importância e da necessidade da Educação para o desenvolvimento de uma nação, porém, desconhecem ou "ignoram" os desafios vivenciados na vida real das escolas brasileiras, onde os professores dentro das salas de aula, precisam conviver e mediar conflitos de toda natureza, fora de sua governabilidade, como a desestrutura familiar, problemas socioeconômicos graves e o mais relevante deles, responsável pelo bom andamento escolar, o déficit de aprendizagem apresentados pelos estudantes de um ano escolar para o outro. Além disso, acrescenta-se a esses problemas de cunho pedagógico, social e político, o problema de estrutura enfrentado pela educação em geral, ou seja, o investimento

precário destinado ao sistema Educacional, que vem se reduzindo ano após ano, obrigando as escolas e instituições de ensino a trabalhar em uma infraestrutura arcaica e sucateada em relação às instalações, equipamentos e recursos didáticos e tudo isso gera fracassos e índices ruins para a educação no Brasil.

Ao insistir de forma perseverante na carreira docente, esses desafios que antes assustaram, começaram a ser enfrentados, trabalhados e contornados, porém, outros desafios se apresentaram, e desta vez, de caráter bem mais específicos pois estavam diretamente ligados ao Ensino de Química na educação básica.

Diante dos desafios e questionamentos vividos diariamente pela carreira docente, a luta diária travada dentro de sala de aula na escola pública pelo professor de todas as áreas, o entendimento da necessidade de reflexão contínua sobre a prática docente e principalmente pela responsabilidade que a profissão de professor representa, surgiu a motivação e o interesse em realizar este trabalho de Mestrado Profissional.

A BNCC (Base Nacional Comum Curricular), versão homologada em 2018, corrobora com o que é encontrado no PCNEM (Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio) de 1999, sobretudo em relação à Química no Ensino Médio. O PCNEM discute que a aprendizagem de Química no Ensino Médio deve possibilitar aos estudantes a compreensão das transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada, para que eles possam julgar com critérios as notícias veiculadas nos meios de comunicação, participar da discussão de temas sociopolíticos e fundamentar seus argumentos no debate de ideias com o seu meio social. Assim, ao transformar o conhecimento químico aprendido na escola em instrumento de reflexão, o aprendiz terá condições de se posicionar, tomar decisões e interagir com o seu mundo enquanto indivíduo e cidadão (BRASIL, 1999). Nesse contexto, a BNCC salienta a importância do Ensino Médio na educação básica, ainda que o papel das especialidades nas Ciências Naturais tenha sido reduzido:

> Para formar esses jovens como sujeitos críticos, criativos, autônomos e responsáveis, cabe às escolas de Ensino Médio proporcionar experiências e processos que lhes garantam as aprendizagens necessárias para a leitura da realidade, o enfrentamento dos novos desafios da contemporaneidade (sociais, econômicos e ambientais) e

> a tomada de decisões éticas e fundamentadas. O mundo deve lhes ser apresentado como campo aberto para investigação e intervenção quanto a seus aspectos políticos, sociais, produtivos, ambientais e culturais, de modo que se sintam estimulados a equacionar e resolver questões legadas pelas gerações anteriores – e que se refletem nos contextos atuais –, abrindo-se criativamente para o novo. (BRASIL, 2018, p. 463).

No mesmo sentido, atestando as ideias do PCNEM e da BNCC apresentadas anteriormente, ou seja, a formação cidadã vinculada ao ensino de Química, também é tema de pesquisa e estudo de muitos pesquisadores da área de Ensino de Ciências, em especial Santos e Schnetzler (1996), que descrevem:

> O objetivo básico do ensino de química para formar o cidadão compreende a abordagem de informações químicas fundamentais que permitam ao aluno participar ativamente na sociedade tomando decisões com consciência de suas consequências. Isso implica que o conhecimento químico aparece não com o fim em si mesmo, mas com o objetivo maior de desenvolver as habilidades básicas que caracterizam o cidadão: participação e julgamento (SANTOS; SCHNETZLER, 1996, p.29).

Entretanto, esse objetivo maior do ensino de Química na educação básica, fica comprometido ao esbarrar em crenças equivocadas originadas no seio da própria sociedade pelo senso comum, acrescidos também pela falta de professores habilitados para lecionar Química na Escola Básica.

Essas crenças são inseridas no modo de pensar dos estudantes, de modo que, os saberes químicos são considerados abstratos, complexos e inacessíveis a pessoas comuns como os próprios estudantes. Somado a esse pensamento, existe a falta de inter-relação entre o saber químico ensinado em sala de aula e o cotidiano dos estudantes, desse modo, o ensino do conhecimento científico praticado nas escolas costuma vir desprovido de uma discussão mais ampla, envolvendo os aspectos sociais, políticos, ambientais, econômicos e o tecnológico e quando esses aspectos não são considerados, acabam por contribui para um ensino de Química sem sentido real para os estudantes e consequentemente, para o fracasso do ensino da disciplina de Química na escola básica.

Estudiosos como Maldaner e Schnetzler (1988) já chamavam a atenção sobre esse fato, ao sugerir melhorias na qualidade do Ensino de Química. Portanto, vencer esses obstáculos só será possível quando houver mudanças na forma de abordar os

saberes próprios da Química em sala de aula, pois o que se tem observado é que o ensino de Química continua ocorrendo de forma tradicional, em que o professor é o detentor de todo o conhecimento, transmitido de forma pronta e acabada sem questionamentos, e os estudantes são mantidos como meros receptores desses conhecimentos.

Sendo a Química uma ciência experimental, praticamente é impossível entendê-la sem que, em algum momento, seu ensino passe por atividades experimentais. A própria essência da Química, revela a importância de introduzir este tipo de atividade, pois é uma Ciência que se relaciona e interfere diretamente na natureza, seja na exploração de recursos naturais, síntese de produtos artificiais em laboratório, ou seja na utilização dos conhecimentos próprios da Química de maneira desmedida em detrimento às questões ambientais, sociais, políticas e econômicas.

Segundo Carvalho (2013), ao manipular substâncias, vidrarias, equipamentos, textos, jogos didáticos e outros recursos pedagógicos, é possível propiciar aos educandos a passagem da ação manipulativa para a ação intelectual e com isso, melhorar a compreensão e a linguagem científica relacionada aos saberes químicos, dando significados aos mesmos e propiciando a reflexão sobre eles.

Nesse sentido, é preciso que o ensino de química praticado na sala de aula esteja estreitamente relacionado ao cotidiano dos aprendizes. Ao fazer essa relação, os saberes químicos ganham sentido, que segundo Chassot (2004), devem estar "encharcados de realidade", enfatizando seu papel social, político, filosófico, histórico, econômico e religioso, e não como conhecimento químico puro e neutro.

Consideramos que o objetivo maior do ensino de Química na educação básica é a formação de cidadãos críticos e atuantes na sociedade onde estão inseridos, e que o conhecimento químico é fundamental para que esses cidadãos construam seus argumentos diante de problemas sociais e perante as tomadas de decisão. Nesse sentido, o artigo 22 da LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional) vem corroborar com o nosso pensamento, pois afirma que:

> A educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores. (BRASIL, 1996, artigo 22).

No Ensino Médio faz-se necessário que seus saberes sejam abordados de modo a auxiliar os aprendizes a desenvolverem o pensamento crítico, de modo que possam ler o seu mundo, entendê-lo e, dessa forma nele intervir quando ou se necessário.

A abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), bem como o Ensino por Investigação, são formas que oportunizam esse objetivo para o ensino de Química na educação básica. Cada um deles possui suas particularidades, que ao serem abordadas de forma conjunta favorecem sobremaneira o ensino e a aprendizagem efetiva dos aprendizes. Dessa forma, utilizando essas duas importantes abordagens de ensino, o presente trabalho pretende responder à seguinte questão de pesquisa: *Quais potencialidades e desafios encontrados durante a elaboração e aplicação de uma Sequência Didática com enfoque CTS e Ensino por Investigação na construção de conceitos químicos e na formação cidadã de alunos do Ensino Médio?*

A água é um recurso natural fundamental para a sobrevivência em nosso planeta. Seu uso, estende-se a todas as atividades humanas, desde o consumo direto até a geração de energia, produção de alimentos e utilização em processos industriais. Ainda assim, segundo a ONU (2017), cerca de 2,1 bilhões de pessoas no mundo não têm acesso à água potável, e o consumo de água contaminada é um dos fatores que contribuem para a disseminação de doenças de veiculação hídrica, matando milhões de pessoas pelo mundo e acarretando, ainda segundo a ONU, despesas de grande magnitude aos órgãos públicos. Nesse sentido, o tema "Água" foi escolhido como tema central deste trabalho, trazendo para a sala de aula, a discussão sobre esse bem de importância vital para todos nós e, desse modo, contribuir para um ensino de Química transformador.

1.1 Objetivos da Pesquisa

Objetivo Geral

Analisar potencialidades e desafios na construção e aplicação de uma Sequência Didática, elaborada com enfoque CTS e Ensino por Investigação com o tema "Água Potável", para o Ensino de Química, no sentido de promover a construção de conceitos químicos e a consciência cidadã.

Objetivos Específicos

- Elaborar uma Sequência Didática com enfoque CTS e em Ensino por Investigação com a temática “Água Potável”.

- Analisar os conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais adquiridos pelos alunos durante a aplicação da Sequência Didática.

- Analisar as contribuições da Sequência Didática na formação do cidadão reflexivo, crítico e atuante na sociedade em que está inserido.

- Empreender uma revisão bibliográfica sobre o eixo temático CTS no Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ).

Capítulo II - Referencial Teórico

Este capítulo está organizado em quatro seções. Nele apresentamos os referenciais teóricos que fundamentaram o trabalho e que garantiram a orientação segura para o desenvolvimento de todas as atividades planejadas na SD (Sequência Didática). Na primeira seção apresentamos um breve relato de alguns pesquisadores e de suas contribuições para o Ensino de Ciências, na segunda seção relatamos a importância da experimentação para o Ensino de Química, na terceira seção abordamos o surgimento do movimento CTS e sua abordagem no ensino de Ciências/Química e na quarta seção apresentamos as características e contribuições do Ensino por Investigação para o Ensino de Ciências/Química.

2.1 O Ensino de Ciências

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002, p. 34) discutem que o objetivo do Ensino de Ciências é proporcionar o conhecimento sobre ciência e tecnologia de forma crítica, entendendo a Ciência como "atividades humana, sócio historicamente determinadas", integrando os estudantes ao "universo das representações sociais", constituindo-se como cultura.

Essa reflexão salienta o objetivo do Ensino de Ciências para os dias atuais, no entanto, antes de atingir esse nível de entendimento e propriedade, o Ensino de Ciências sofreu várias reformas no sentido de enfrentar as críticas e os fracassos pedagógicos vividos no decorrer de sua história enquanto disciplina escolar.

Nesse sentido, os trabalhos de Ausubel (1963); Freire (1974); Aikenhead (1994); Maldaner e Schnetzler (1998); Santos e Mortimer (2001, 2002); Chassot (2004, 2017); Cachapuz (2005); Carvalho (2004, 2013); Santos e Schnetzler (2015;) e Sasseron (2015).

Segundo os autores, as principais críticas e os principais desafios enfrentados pelo Ensino de Ciências devem-se à predominância da prática tradicional de ensino, em que aulas expositivas são utilizadas apenas para transmitir o conteúdo pronto ao invés de construí-lo; à visão empírico-positivista da Ciência e ao excesso de conteúdos irrelevantes inseridos no currículo escolar, obrigando o professor e o aprendiz a dedicarem bastante tempo a temas abstratos, sem vínculo com as situações reais vividas em sociedade.

Diante desse cenário, teóricos da educação, pesquisadores da área de ensino de Ciências, pedagogos e filósofos dedicaram e dedicam tempo de estudo para pesquisas e reflexões sobre o Ensino de Ciências e, dessa forma, contribuíram e contribuem para o seu aprimoramento constante.

Freire (1974) propõe a substituição da educação tradicional por uma educação mais humanizada. Nela o professor sai da posição de detentor do conhecimento e o aluno da posição de depositário desses conhecimentos tornando-se sujeito de sua própria aprendizagem. Essa visão humanizada do ensino admite mais autonomia por parte dos estudantes, dando a eles o direito e também a responsabilidade por seu aprendizado.

Essa visão propicia profundas reflexões na prática do professor e permite que novas abordagens de ensino sejam priorizadas, em que o aluno passa a ter um papel mais ativo no processo de ensino e aprendizagem. O pensamento de Freire remete ao movimento denominado construtivismo, cuja origem advém das ideias do epistemólogo suíço Jean Piaget e com a importante contribuição do psicólogo russo Levy Vygotsky, como discute Carvalho (2013) em sua obra sobre o Ensino de Ciências por Investigação.

O construtivismo procura instigar a curiosidade, já que o estudante é levado a encontrar as respostas a partir de seus próprios conhecimentos e de sua interação com a realidade e com os colegas. Propõe também que o estudante participe ativamente do próprio aprendizado, mediante a experimentação, a pesquisa em grupo, o estímulo à dúvida e o desenvolvimento do raciocínio, entre outros procedimentos. O método enfatiza a importância do erro não como um tropeço, mas como um trampolim na rota da aprendizagem. A teoria condena a rigidez nos procedimentos de ensino, as avaliações padronizadas e a utilização de material didático demasiadamente estranho ao universo pessoal dos estudantes.

O Ensino de Ciências também recebeu contribuições valiosas com a apresentação do conceito de Aprendizagem Significativa (AS*)* idealizada por David Ausubel (1963). Segundo o conceito dado pelo próprio autor, a AS ficou conhecida como uma abordagem cognitivista da construção do conhecimento em que:

> A Alfabetização Científica é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não literal) e não

> arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo (AUSUBEL, 1963, p. 58).

Segundo Ausubel (1963), para atingir a aprendizagem significativa no ensino é necessária a utilização dos organizadores prévios. Esses organizadores são informações e recursos introdutórios, que devem ser apresentados antes dos conteúdos da matriz curricular a serem contemplados. Sua função é servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber para que o conteúdo possa ser realmente aprendido de forma significativa e assim ancorar de fato a nova aprendizagem. Essa ponte, segundo o autor, leva o aprendiz ao desenvolvimento de conceitos subsunçores, de modo a facilitar a aprendizagem subsequente.

Ainda segundo Ausubel (1963, p. 58), "o que mais influência na aprendizagem significativa, é aquilo que o aprendiz já sabe". Assim, se o educador pretende ensinar de forma significativa é preciso que ele faça um diagnóstico e tenha uma boa visão daquilo que os aprendizes já sabem sobre o assunto a ser tratado e a partir daí, pode-se definir as formas de abordagens, bem como o nível a se trabalhar com os estudantes.

Outra grande contribuição para o Ensino de Ciências, tema relevante e atual nas práticas pedagógicas em sala de aula, é o da Alfabetização Científica (AC). O conceito de AC surgiu nos Estados Unidos no decorrer da vida do pós-guerra, devido ao rápido crescimento das atividades industriais e de suas consequências para a sociedade da época.

Para Chassot (2017, p.70), o termo AC representa "o conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e as mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem". Esse conceito tem como meta a educação científica no sentido de formar o público em geral, dando-lhes condições para tomadas de decisões responsáveis frente aos problemas vividos em sociedade. Essa formação diz respeito não só ao modo como o conhecimento científico é produzido, mas principalmente como ele é utilizado na prática, trazendo para a sala de aula a discussão sobre as implicações que o saber científico e tecnológico tem ou pode vir a ter quando utilizado de forma irresponsável, sem o vínculo com o meio ambiente e a vida em sociedade.

A AC inseriu no Ensino de Ciências não só o fato de compreender Ciência, mas o de falar Ciência. Esse falar está diretamente vinculado às discussões entre o saber

produzido pela Ciência e a aplicação deste saber dentro da vida em sociedade, permitindo que o aprendiz tenha condições de refletir e se posicionar diante de situações conflitantes envolvendo a relação entre Ciência-Tecnologia-Sociedade.

Diversas são as definições encontradas para o termo AC, mas ainda assim, é possível verificar a convergência entre elas para um objetivo comum, o de propiciar a reflexão, o pensamento crítico e o posicionamento frente às questões sociais. O Quadro 1 descreve algumas definições dadas pelos estudiosos para a AC, evidenciando explicitamente ou implicitamente esse objetivo comum.

AUTORES	**DEFINIÇÃO AC**
HURD (1998, p.408)	[...] envolve a produção e utilização da Ciência na vida do homem, provocando mudanças revolucionárias na Ciência com dimensões na democracia, no progresso social e nas necessidades de adaptação do ser humano.
COBERN; AIKENHEAD (1998, p.2)	[...] caracteriza-se por ser uma via da aprendizagem em aulas de Ciências em que o aprendizado se dá por meio da aquisição de uma nova cultura, no caso, a cultura científica, considerando os conhecimentos já estabelecidos na cultura cotidiana do indivíduo.
CACHAPUZ (2005, p. 21)	[...] a alfabetização científica, ainda que tenha de incluir a utilização de vocabulário científico, não se deve limitar a essa definição funcional [...]. A ideia de alfabetização sugere uns objectivos básicos para todos os estudantes, que convertem a educação científica em parte de uma educação geral.
FURIÓ *et al.* (2010, p.3)	[...] alfabetização científica são as possibilidades de que a grande maioria da população disponha de conhecimentos científicos e tecnológicos necessários para se desenvolver na vida diária, ajudar a resolver os problemas e as necessidades de saúde e sobrevivência básica, tomar consciência das complexas relações entre ciência e sociedade.
SASSERON (2015, p.45)	Alfabetizar cientificamente os alunos significa oferecer condições para que possam tomar decisões conscientes sobre problemas de sua vida e da sociedade relacionados a conhecimentos científicos.

Quadro 1: Definições de Alfabetização Científica
Fonte: Elaborado pela autora

Diante dos pressupostos apresentados, pode-se afirmar que trabalhar os conteúdos de Ciências em sala de aula sob a ótica da AC, significa dar oportunidade aos alunos para entender e interpretar ações e fenômenos vividos em sociedade, de modo reflexivo e crítico, contribuindo para que os estudantes tenham argumentos mais bem

fundamentados para os possíveis posicionamentos enquanto cidadãos diante das tomadas de decisão em sociedade.

2.2 A Experimentação no Ensino de Química

O ensino de Química quando praticado somente de forma propedêutica não contribui de forma efetiva para aprendizagem, já que a Química é uma ciência ligada a atividades experimentais. Dentro e fora dos laboratórios é difícil praticar o seu ensino sem a realização de atividade práticas, como os experimentos.

As atividades experimentais contribuem muito para melhorar o ensino e a aprendizagem dos saberes próprios da Química, além disso, é um recurso pedagógico importante para a construção de conhecimentos, contudo sua aplicação está vinculada à teoria, ou seja, há a necessidade de realizar experimentos que estejam fundamentados em conhecimentos prévios de acordo com o PCN (1999):

> Qualquer que seja a atividade a ser desenvolvida, deve-se ter clara a necessidade de períodos pré e pós-atividade, visando à construção dos conceitos. Dessa forma, não se desvinculam "teoria" e "laboratório" (BRASIL, 1999, p. 36).

Corroborando, Guimarães (2009) afirma a necessidade da fundamentação teórica que embase as atividades experimentais:

> [...] ao ensinar ciência, no âmbito escolar, deve-se também levar em consideração que toda observação não é feita num vazio conceitual, mas a partir de um corpo teórico que orienta a observação (GUIMARÃES, 2009, p. 198).

No Brasil, a experimentação ganhou destaque nas escolas na década de 1960, provocando a necessidade de reformulação no Ensino de Ciências, como aconteceu em outros países. Segundo Galiazzi e Gonçalves (2004), os projetos iniciais de experimentação possuíam a visão que correspondia à concepção empírico-positivista da Ciência, do tipo tradicional, "do demonstrar para crer", contribuindo para manter a hegemonia de uma Ciência tida como objetiva e neutra, apoiada em teorias originadas apenas da observação.

Ressalta-se que nessa visão empírico-positivista da Ciência, a experimentação no ensino de Ciências era utilizada somente no sentido de demonstrar ou constatar fenômenos cujos resultados já eram esperados, de modo que acabava por reforçar o

caráter tradicional no ensino, criando obstáculos epistemológicos e, portanto muito criticada pelos pesquisadores da área de ensino das Ciências nos dias atuais.

Outra visão da experimentação é dada por Guimarães (2009) que afirma ser a experimentação uma estratégia eficiente, desde que crie problemas reais que permitam a contextualização, o estímulo a questionamentos e o estímulo à investigação.

Já Izquierdo *et al.* (1999) afirmam que a experimentação na escola pode ter diversas funções, como a de ilustrar um princípio, desenvolver atividades práticas, testar hipóteses ou como forma de investigação. No entanto, essa última função da experimentação, a investigação, é a que mais ajuda o aluno a aprender, segundo os autores.

Corroborando, Ferreira *et al* (2010) apresenta vários aspectos relevantes que a experimentação propicia em sala de aula, tais como: motivação; maior atenção dos alunos; o desenvolvimento de trabalhos em grupo; autonomia; tomada de decisões; criatividade; habilidades de observação e registro; análise de dados; proposição de hipóteses para os fenômenos; aprendizagem de conceitos científicos; percepção e correção de erros conceituais dos alunos; compreensão da natureza da ciência; conhecimento das inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade; desenvolvimento de habilidades manipulativas.

No entanto, Santana, Santos e Carvalho (2010) descrevem que muitas vezes a experimentação vem sendo encarada de forma simplista, pois muitos professores a consideram como uma mera atividade prática desenvolvida pelos alunos, esquecendo-se que a experimentação pode gerar discussões e questionamentos, levar à inspiração, à instigação e à motivação e, com isso, tornar a aprendizagem mais efetiva.

Nesse sentido, Guimarães (2009, p.198) alerta para o uso correto dessa prática, ao afirmar que “essa metodologia não deve ser pautada nas aulas experimentais do tipo “receita de bolo”. Nesse modo de trabalhar a experimentação os aprendizes recebem um roteiro a ser seguido, e os resultados não produzem conhecimento, pois acaba sendo uma mera observação e constatação do fenômeno em estudo.

Diante das reflexões apresentadas, pode-se afirmar que a experimentação é uma estratégia poderosa para o ensino de Química, porém sua utilização em sala de aula

deve sempre privilegiar a construção do conhecimento pelo estudante, ao invés de simplesmente oferecê-lo de forma pronta e acabada como ocorre no ensino tradicional, além de distanciar-se da simples prática da constatação.

2.3 A Abordagem CTS no Ensino de Ciências/Química.

E muito comum o professor de Química na sala de aula ser questionado pelo aprendiz “Por que eu tenho que aprender isso?”. A maioria dos estudantes não encontra sentido nos conteúdos científicos ensinados pelos professores nas disciplinas de Ciências da Natureza. Diante de tal contundente pergunta surge a importante reflexão: “Por que ensinar Ciências/Química na ensino básico?” No sentido de responder a esse questionamento, trazemos como uma das possíveis resposta para essa questão, novas formas de abordar o Ensino de Química na sala de aula, o Ensino CTS e o Ensino por Investigação.

O movimento CTS surgiu no século XX, mais precisamente nas décadas de 1960 e 1970, devido a dois grandes questionamentos surgidos no pós-guerra. O primeiro deles se referia ao agravamento dos problemas ambientais causados pelo rápido desenvolvimento industrial com sua exploração sem medida , o que levou ao segundo questionamento, a discussão sobre a aplicação prática do conhecimento científico e tecnológico versus a degradação excessiva do meio ambiente (AULER; BAZZO, 2011).

Frente à dicotomia estabelecida, questões como a relação linear entre desenvolvimento científico e o bem estar social e, se os problemas da humanidade poderiam ser resolvidos com os avanços científicos e tecnológicos começaram a permear o imaginário das pessoas da época. Somando a esses questionamentos de pós-guerra, a guerra fria, o desenvolvimento baseado em produção e consumo de bens materiais e os movimentos contracultura, fez com que se vinculasse o desenvolvimento científico e tecnológico (C&T) à Guerra (as bombas atômicas, a guerra do Vietnã com seu napalm desfolhante). Desta forma a (C&T) se tornou alvo de um olhar mais crítico (AULER; BAZZO, 2001).

Diante dos fatos e a acontecimentos da época, outros questionamentos surgiram, colocando em discussão a visão linear, neutra e positivista da Ciência, a produção de conhecimento científico de forma desvinculada do meio ambiente e

sociedade, além da falta de responsabilidade com as consequências da aplicação prática dos conhecimentos científicos frente às questões vividas em sociedade (AKAHOSHI, l. H, 2012).

Nesse contexto, um grupo de ativistas, escritores, filósofos e pesquisadores começaram a discutir e escrever sobre essas questões, surgindo o movimento denominado CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade). Esse movimento teve seu marco relacionado com a publicação em 1962, do livro *Silent Spring* (Primavera Silenciosa) da jornalista norte-americana Rachel Carson.

No texto deste livro, Carson versa sobre o desaparecimento de espécies de aves causado pela acumulação progressiva de resíduos de DDT ao longo das cadeias alimentares (daí o título do livro, referência a uma primavera sem o canto dos pássaros), e descreve a ameaça que pairava sobre as águias, símbolo de seu país norte-americano. Além disto, a autora também aponta os efeitos hormonais dos inseticidas e impactos sobre a reprodução humana, sugerindo que o câncer pode ter como uma de suas raízes os venenos agrícolas. (SACCOMANI *et al.,*2018).

O livro causou grande repercussão na mídia, promovendo uma revolução no pensamento da sociedade da época, chamando a atenção das pessoas sobre a relação entre o desenvolvimento da C&T frente à sociedade e ambiente. Logo, essas discussões chegaram às Universidades e, consequentemente, nas escolas de ensino básico, provocando mudanças importantes no Ensino de Ciências. Nesse contexto, o Movimento CTS ganhou espaço e credibilidade, e passou a ser conhecido como o movimento que discutia a reconsideração do papel da Ciência e da Tecnologia junto à Sociedade, além de ser considerado também como um movimento ambientalista.

No ensino de Ciências, o movimento CTS tem sua maior influência no professor-pesquisador canadense Glen S. Aikenhead. Para esse importante autor, o ensino de ciências através do enfoque CTS refere-se “a ensinar sobre os fenômenos naturais de uma forma que incorpore a ciência nos ambientes tecnológicos e sociais do aluno”, e posteriormente, estendendo esse sentido para fora de suas experiências cotidianas e naturais (AIKENHEAD, 1994, p. 48).

Portanto, para o autor ao se discutir conhecimento científico em sala de aula, o professor deve procurar sempre relacioná-lo a estes importantes espaços da vida real. Desta forma, o estudante/aprendiz vai refletir sobre a história, produção e aplicação prática dos saberes das Ciências, bem com suas consequências para a sociedade e ambiente onde estão inseridos.

A Figura 1 apresenta a relação entre os elementos da tríade CTS e o aluno como principal foco da educação CTS.

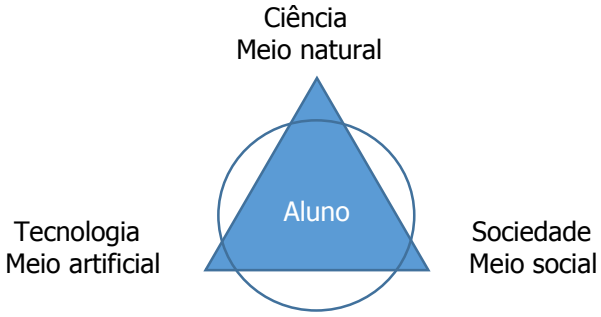


Figura 1: A relação CTS e o aluno.
Fonte: Adaptado de Santos e Schnetzler (2015, p. 62)

Para a leitura dessa figura 1, utilizamos as discussões de Santos e Schnetzler (2015, p. 61). As linhas contínuas que formam o triângulo (Ciência - Tecnologia – Sociedade) demonstram os materiais de ensino que abordam a Educação CTS. Já o círculo localizado no centro do triângulo demonstra o foco da educação CTS, o aluno protagonista, reflexivo e crítico. Nesse sentido, o círculo representa a relação entre esses três grandes domínios da vida cotidiana. Por meio da contínua relação que existe entre estes domínios, o aluno passa a usar o conteúdo de ciência de forma lógica, refletindo criticamente sobre o que se está sendo discutido em sala de aula, pois a relação permite a aproximação entre conhecimentos científicos e as questões de vida real. Portanto, o ensino de Ciências/Química com enfoque CTS está vinculado à educação científica do pais, nele os alunos tendem a integrar com a sua compreensão pessoal do mundo natural (Ciência) com o mundo construído pelo homem (Tecnologia) e o seu mundo social do dia a dia (Sociedade).

Entretanto, Aikenhead ressalta que a Educação CTS deve possuir diferentes objetivos de acordo com nível de ensino na qual ela está sendo praticada, seja o Ensino Superior ou o Ensino Médio. Para o Ensino Médio, o autor discute que a Educação CTS

deve estar relacionada com experiências concretas, abordando aspectos humanos, sociais, históricos e filosóficos juntamente com os conteúdos científicos e as interpelações CTS. Já no Ensino Superior a Educação CTS deve destacar "questões sociais externas à comunidade científica", ou "questões internas à comunidade científica", tais como: epistemologia social da ciência, natureza das teorias, controvérsias das teorias etc (AIKENHEAD,1994, p. 52).

Além disso, o autor também discute sobre a estrutura dos currículos/programas que abordam à Educação CTS, estabelecendo categorias que associam níveis ao teor das interpelações CTS em sala de aula. Vale ressaltar que as interpelações estão relacionadas às proporções e modos de integrar o conteúdo CTS com o conteúdo científico tradicional. O Quadro 2 apresenta essas categorias. Para sua leitura, esclarece-se que a categoria 1 representa 0% de inserção CTS e categoria 8 representa 100% de interpelação CTS.

CATEGORIAS	RELAÇÃO CTS X ENSINO TRADICIONAL
1	Simples menção ao conteúdo CTS, na intenção de deixar a aula mais interessante, motivar.
2	Estudos de curta duração do conteúdo CTS junto ao Ensino de Ciências Tradicional, na intenção de acrescentar algo novo no conteúdo, porém de forma ocasional.
3	Estudos de curta duração de uma série de Conteúdo CTS de forma mais sistematizada e integrada ao Ensino de Ciências Tradicional.
4	O conteúdo CTS, serve como organizador de uma disciplina específica da Ciência da Natureza (Química/Física) e sua sequência.
5	O conteúdo CTS, serve como organizador do conteúdo de Ciências, de forma multidisciplinar e sua sequência.
6	O conteúdo CTS é foco do ensino. Os conteúdos científicos passam a ter relevância no sentido de enriquecer o processo de ensino - aprendizagem.
7	O conteúdo CTS é foco do ensino. Os conteúdos científicos passam a ter relevância no sentido de sistematizar a aprendizagem do ensino de Ciências.
8	O conteúdo CTS é foco do ensino. Uma questão social e tecnológica relevante é estudada. O conteúdo científico é mencionado apenas para relacioná-lo com a Ciência.

Quadro 2: Categorias do conteúdo CTS relacionado ao conteúdo Tradicional de Ciências.
Fonte: Adaptado de Oliveira (2016, p.40)

Além das categorias envolvendo a inserção CTS no Ensino Tradicional de Ciências/Química, Aikenhead (1994) propõe a melhor forma de organizar os materiais de ensino, no sentido de projetar a educação CTS. Nesse sentido, Santos e Schnetzler (2015) apresentam em seu texto adaptações das recomendações propostas por Aikenhead em relação à organização do material de Ensino CTS representada pela Figura 2.

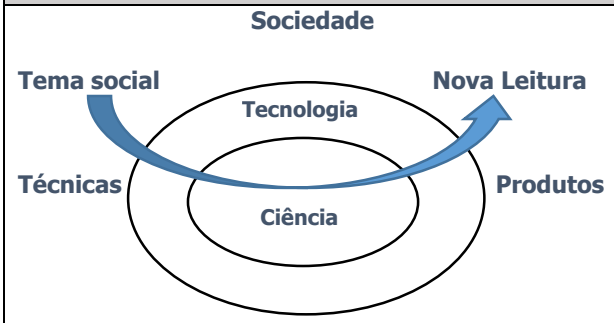
DIAGRAMA	ORGANIZAÇÃO DO MATERIAL DE ENSINO CTS
	1-uma questão social é introduzida; 2-uma tecnologia relacionada ao tema social é analisada; 3- o conteúdo científico é definido em função do tema social e da tecnologia introduzida; 4- a tecnologia correlata é estudada em função do conteúdo apresentado; 5- a questão social original é novamente discutida.

Figura 2: Organização do material de Ensino CTS
Fonte: Adaptado de Santos; Schnetzler (2015, p. 85)

Pela observação da Figura 2 e estruturação dada pelos autores a respeito dos materiais de ensino com enfoque CTS, é possível verificar que ao contrário do Ensino Tradicional, onde os conteúdos são repassados de forma fragmentada, os materiais de ensino CTS procuram se afastar dessa fragmentação. Para isso, eles vinculam os conhecimentos científicos que devem ser trabalhados em sala de aula com temas de relevância social. Nesse sentido, os temas científicos que antes eram apresentados de forma neutra e fragmentada, passam a fazer sentido para o aluno, pois discussões são introduzidas junto aos temas, levantando questões sobre a prática dos saberes das Ciências e suas consequências para o ambiente e a sociedade. Além disso, os materiais CTS também se preocupam em apresentar o trabalho dos cientistas e os saberes das Ciências de uma forma mais humanizada, desmistificando o pensamento de senso comum dos alunos, de que a Ciência é algo distante de suas vidas, abstrata e deveras complicada.

Desse modo, os materiais de ensino CTS iniciam-se com temas de relevância social atrelado aos conhecimentos científicos. Esse conhecimento é discutido de forma inter-relacionada aos três grandes domínios (Ciência-Tecnologia-Sociedade) às Ciências, promovendo humanização, reflexão e o pensamento crítico nos alunos. No final dos trabalhos o tema social em questão é novamente colocado em discussão de modo que os próprios alunos reavaliem suas posições em relação ao antes e o depois dos estudos e dessa forma, atitudes e valores são formados.

Somado aos pressupostos apresentados, Santos e Mortimer (2002, p.5) fundamentam que o objetivo geral da Educação CTS no ensino de Ciências deve ser "desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a

construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomarem decisões". Portanto, a Educação CTS enriquece bastante o ensino de Ciência/Química de forma muito positiva, pois vai além do simples repasse dos conhecimentos científicos de forma fragmentada, e sim, se preocupa com uma formação geral dos alunos, entregando para a sociedade sujeitos mais reflexivos, críticos, responsáveis e ativos para o meio onde estão inseridos.

2.4 O Ensino por Investigação

O Ensino por Investigação, também conhecido na literatura como "Inquiry learning", tem sua origem nas ideias do Filósofo e Pedagogo norte-americano John Dewey.

O termo Inquiry learning apresenta vários significados: ensino por descoberta; aprendizagem por projetos e questionamentos; resolução de problemas. As características desse tipo de ensino vão ao encontro das necessidades de uma aprendizagem de qualidade, dando ao aluno uma visão da ciência mais próximo da realidade. (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

No Brasil, a abordagem do Ensino Investigativo é encontrada a partir das diretrizes do PCN (1999). No entanto, de acordo com Sá *et al.* (2007), o Ensino de Ciências por Investigação no país ainda não está bem estabelecido, e nesse sentido, Borges (2002) já apontava uma resposta para esta questão, ressaltando a dificuldade dos docentes em utilizar essas práticas experimentais de laboratório investigativas, além da insegurança que este tipo de abordagem causa em alguns profissionais, quanto à gerência da turma e a utilização de materiais e reagentes nos laboratório pelos estudantes.

A atividades investigativas no Ensino de Ciências no Brasil têm como principal referencial teórico a pesquisadora e professora da Universidade de São Paulo (USP), Anna Maria Pessoa de Carvalho. Os trabalhos dessa pesquisadora-pioneira norteiam o desenvolvimento de diversas práticas docentes no tocante ao Ensino por Investigação. Em sua obra, Carvalho (2013) discute a importância de se procurar por novas metodologias de ensino. Segundo a autora existem dois fatores primordiais para essa procura: (i) o número crescente de informações presentes atualmente, o que torna

impossível ensinar tudo a todos e, (ii) a importância das interações sociais, visto que trabalhar em pares possibilita aos estudantes discutirem ideias em conjunto, propondo soluções consistentes para os problemas apresentados.

Corroborando, Sá e colaboradores (2007, p. 4) afirmam que com essa metodologia de ensino, a aprendizagem dos estudantes é mais efetiva, pois "eles têm a oportunidades de realizar investigações, tomar consciência de suas ideias prévias, e estruturar novas maneiras de compreender os temas e os fenômenos em estudo.".

Já Kasseboehmer; Hartwig e Ferreira (2015, p.72) afirmam que a "metodologia investigativa desenvolve-se na simulação do trabalho do cientista". Segundo os autores, essa simulação não implica na formação de pequenos cientistas, mas sim de expor o estudante à conscientização de que o saber produzido pelas Ciências é fruto de um trabalho árduo, realizado por homens e mulheres comuns e portanto, sujeito a erros a qualquer momento durante o processo de construção do conhecimento. Nesse sentido, os autores afirmam que a simulação do trabalho do cientista começa pela apresentação de um problema aberto, porém aberto o suficiente para suscitar diferença de opinião ou por propiciar espaço para o erro, desta maneira os estudantes podem desenvolver algumas habilidades cognitivas, tais como discutir e defender suas ideias e argumentos, trabalhar coletivamente e desenvolver o raciocínio lógico.

Logo, pode-se verificar que o principal objetivo do Ensino Investigativo é colocar o estudante diante de uma situação problema cuja solução só será possível, mediante investigação e construção de conhecimento pelo próprio sujeito. Não há investigação sem uma situação problema. A situação problema é que direciona e estimula os trabalhos de investigação no sentido da solução do problema e com isso, o conhecimento é construído.

Ressalta-se então, que a situação problema é a base da metodologia investigativa porém não é qualquer problema ou situação problema que se presta a essa estratégia de ensino. Para tal, existem três questões a se cuidar, destacadas por Santos (2005, p. 35): 1) as situações- problemas devem representar recortes da vida real; 2) devem conter um obstáculo para a sua realização, que ao ser transposto ajudará a construir uma aprendizagem efetiva e 3) devem representar um problema que propicie a mobilização de recursos, tomadas de decisões e escolhas.

Entretanto, esclarece-se que o método investigativo utilizado em sala de aula não deve ocorrer no vazio ou na improvisação. Sua prática exige planejamento criterioso, cuidados especiais para não dar a resposta para o aluno e de uma base teórica sólida. Base teórica, não no sentido de impedir a descoberta, e sim, a base atribuída à fundamentação de conhecimentos prévios, que amparam o aluno pesquisador na solução do problema. Na investigação ninguém parte do zero, pois estudos anteriores fundamentam, direcionam e contribuem para as novas descobertas.

Carvalho (2013) discute que essa metodologia de ensino deve se desenvolver por meio das chamadas SEI's (Sequências de Ensino Investigativo). As SEI's têm por filosofia uma proposta de ensino com base na investigação e são compostas pelas seguintes etapas: problematização; levantamento e testes de hipóteses; experimentação em grupo; registro escrito ou por desenho das ideias principais; pesquisa e socialização dos dados. Segundo Carvalho (2013), as Sequências de Ensino investigativas são definidas como:

> [...] sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada uma das atividades é planejada, sob o ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciarem os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor, passando do conhecimento espontâneo ao científico e tendo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores (CARVALHO, 2013, p.9).

A autora ressalta que uma sequência de ensino investigativa deve conter atividades chaves, de modo a potencializar a construção do conhecimento pelos estudantes. Nesse contexto, Carvalho destaca 4 momentos essenciais na prática do Ensino de Ciências por Investigação:

1º momento: A problematização. A SEI sempre tem seu início com a apresentação de uma situação problema. Essa pode ser um problema experimental ou teórico contextualizado que introduz os alunos no tópico desejado dando-lhes condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico estudado e deve fazer parte do conteúdo programático esperado para aquele ano. Além disso, nesse momento, o professor deve ofertar o material a ser utilizado no experimento para os alunos. A turma deve ser organizada em pequenos grupos para facilitar os trabalhos

e favorecer as discussões entre os pares e, antes de iniciar os trabalhos, o professor deve conferir se os alunos entenderam bem o problema que deve ser resolvido.

2º momento: Resolução do problema pelos alunos. Para tal, o professor deve privilegiar as ações manipulativas, de modo que os alunos possam levantar hipóteses e depois testas essas hipóteses. Nesse momento, a autora ressalta que é importante valorizar o erro, pois assim, os alunos se conscientizam de que nem todas as hipóteses se confirmam como previsto.

3º momento: Sistematização Coletiva. Para este momento, a autora recomenda que o professor recolha os materiais utilizados logo após a resolução do problema, pois assim evita a perda de foco e brincadeiras com o material. Em seguida, na forma de grande círculo, promova discussões com a turma, de modo que os alunos possam responder perguntas feitas pelo próprio professor e com isso, relembrem o que foi feito por eles, comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema, sistematizando o conhecimento construído. Nesse momento, as atividades investigativas permitem que o aluno participe de forma integrante e muito ativa em seu processo de ensino-aprendizagem, construindo o conhecimento coletivamente, ao invés de recebê-lo pronto. Além disso, Carvalho (2013) ressalta que para este momento, a atividade de leitura de textos pertinentes ao problema proposto torna-se ideal, pois amplia a aprendizagem dos alunos, além de permitir que os mesmos, sintam a importância da aplicação do conhecimento científico construído do ponto de vista social.

4º momento: Escrever e Desenhar. Neste momento o aluno deve: escrever, desenhar, responder questionários, etc. Enfim, produzir de forma individual e assim consolidar o seu aprendizado construído com as atividades de investigação.

Ainda segundo a autora, na atualidade a literatura mostra que o Ensino por Investigação, acontece em maior intensidade nos outros países. Já no Brasil, essa abordagem ainda é pouco utilizada e também pouco enfatizada nos documentos oficiais de ensino. No entanto, sua prática pode ser verificada em algumas instituições de ensino público e por alguns professores de Ciências/Química de forma individual, sendo as escolas particulares as mais ativas em trabalhar com a proposta investigativa.

Capítulo III - Revisão Bibliográfica

Neste capítulo apresentamos a revisão bibliográfica realizada nos anais dos Encontros Nacional de Ensino de Química (ENEQs) no período de 2012 a 2018. O objetivo dessa revisão consistiu em levantar na produção acadêmica no referido Evento as principais tendências da Educação CTS no Brasil. Para tal, foram selecionados todos os trabalhos publicados no eixo temático CTS durante esse período, e desse total, somente analisamos os trabalhos completos por considerarmos que são trabalhos mais detalhados e assim apresentam mais contribuições para análise.

O Primeiro olhar

A Química ainda é considerada como uma disciplina de difícil compreensão por grande parte dos alunos do Ensino Médio. Um dos motivos é a forma como é retratada em sala de aula, sendo os conteúdos ensinados de forma descontextualizada e fragmentada. Nesse modelo de ensino prevalecem a transmissão de conteúdos e de fórmulas a serem memorizados pelos estudantes, que permanecem como sujeitos passivos no processo de ensino e aprendizagem (BOUZON *et al*., 2018). Nesse contexto, é fundamental a utilização de estratégias didáticas no Ensino de Química que corroborem para a participação mais efetiva do estudante na construção do seu conhecimento, por meio de propostas que despertem o interesse e ao mesmo tempo proporcionem aprendizagem efetiva de conceitos científicos, atitudes e formação de valores.

Destaca-se que a Química é uma Ciência que faz parte do cotidiano das pessoas e o conhecimento construído em sala de aula pode contribuir para a formação de cidadãos críticos e participativos. Nesse sentido, é possível observar que na rotina do dia a dia muitas pessoas tomam decisões de forma responsável, como por exemplo, a separação do lixo produzido em casa em orgânicos e em recicláveis, independentemente de haver ou não a coleta seletiva nas ruas de suas residências. Por outro lado, muitas pessoas persistem em tomar atitudes de forma irresponsável, como por exemplo, o desperdício de água potável, um bem primordial à vida e cujo tratamento envolve o consumo de diversos produtos químicos.

Observa-se que os exemplos citados anteriormente estão ligados aos saberes científicos próprios da Química. Portanto, o conhecimento científico é de primordial importância para a formação dos indivíduos, já que os cidadãos necessitam, constantemente, tomar decisões que envolvam assuntos científicos (SANTOS; SCHNETZLER, 2003). Desse modo, faz-se necessário construir esses conhecimentos científicos em sala de aula, sobretudo na Educação Básica, visando corroborar para a formação do tão almejado cidadão crítico e atuante na sociedade.

A relevância de se aprender Ciências na Educação Básica deve-se, sobretudo, ao fato de possibilitar à pessoa o desenvolvimento de uma visão crítica sobre a realidade que a cerca, podendo assim, através do conhecimento adquirido, analisar diferentes situações para avaliar assuntos inerentes ao seu cotidiano. Dessa forma, concordamos com Cachapuz (2005) sobre a necessidade de renovação no modo de ensinar Ciências, de forma a ressaltar o papel social inerente às Ciências.

Nesse contexto, para que a Química cumpra seu papel social dentro da escola na Educação Básica, é preciso que novas estratégias de ensino sejam priorizadas, distanciando-se do ensino tradicional caminhando em direção ao desenvolvimento de um ensino que prioriza o debate dos diferentes aspectos relacionados aos conhecimentos científico, sociais, ambientais e políticos associados aos conhecimentos químicos. Além do uso dessas estratégias na Educação Básica, é primordial que elas sejam devidamente exploradas nos cursos de licenciaturas a fim de contribuir para formação de professores reflexivos e que em serviço tenham como propósito a formação de alunos críticos. Nesse sentido, a abordagem CTS no Ensino de Química contribui para um ensino mais social, propiciando uma mudança na forma de pensar e abordar os conhecimentos científicos dessa Ciência dentro da sala de aula, aproximando-os dos estudantes e assim estabelecendo uma conexão entre os saberes da Química e a vida real que acontece em sociedade (SANTOS; MORTIMER, 2001).

Em relação à abordagem CTS, estudos apontam diferentes formas de conceber esse movimento na educação. Para Aikenhead (1985), o objetivo da abordagem CTS consiste em alcançar o pensamento crítico e a independência intelectual. Já Acevedo (1996), associa a abordagem CTS com a ideia de alfabetização em ciência e tecnologia no sentido de promover intelectualmente o sujeito. Santos (2005, p. 35) discute que o

objetivo da CTS no ensino encontra-se em promover a formação cidadã do sujeito, “ultrapassar o fosso cognitivo ciência-cidadãos”, por meio de questões socioambientais, abordando a relação entre a Ciência e suas aplicações práticas/tecnológicas às questões da vida real, enfatizando questões éticas, políticas e econômicas de relevância social, desenvolvendo o pensamento crítico.

Segundo Santos (2005) a educação CTS propõe-se como uma educação emancipatória, reflexiva e participativa. E a importância de uma educação CTS, em que a transdisciplinaridade favorece o ensino de ciência e tecnologia, visando, sobretudo, a formação de indivíduos críticos e ativos também é discutida por diversos outros autores (AULER; BAZZO, 2001; SANTOS; MORTIMER, 2002; SANTOS; SCHNETZLER, 2003; VON LINSINGEN, 2007).

Os Eventos Científicos vêm se consolidando como um importante espaço de incentivo à discussão e à socialização de pesquisas no campo da Abordagem CTS, e desta forma os eventos específicos na área do Ensino de Química, como o ENEQ, tornaram-se um *corpus* de pesquisa bastante robusto para analisar e compreender a visão de pesquisadores e professores do país sobre esse campo de pesquisa. Nesse sentido, esse trabalho de revisão se ocupou em analisar a produção acadêmica na linha temática CTS dos ENEQs no período de 2012 a 2018, visando verificar as tendências dessa abordagem no Ensino de Química.

A escolha pelos anais dos ENEQs para a pesquisa deve-se à importância do evento no âmbito nacional, sendo o principal e o maior encontro da área de Ensino de Química. Ressalta-se ainda que a escolha dos anais a partir de 2012 deve-se ao fato de que a partir dessa edição do ENEQ é que surgiu a linha temática CTS. Trata-se de um evento realizado bienalmente que oportuniza aos pesquisadores da área de educação em Química a publicação e divulgação de resultados de pesquisa, congregando professores, pesquisadores, licenciandos e pós-graduandos da área de Ensino de Química. O evento representa um espaço para socialização de pesquisas, projetos e parcerias entre os participantes. Somado à apresentação de trabalhos, o ENEQ promove outros formatos de apresentações e discussões, como palestras, temas em debate, mesas redondas, lançamento de livros, entre outros.

A Metodologia Utilizada

A análise dos trabalhos consistiu, primeiramente, em delimitar o universo de pesquisa a ser investigado. Logo, para a pesquisa foram coletados os resumos e trabalhos completos, publicados na linha temática CTS nas edições dos ENEQs de 2012 a 2018.

Dentre os trabalhos coletados, somente foram selecionados para a análise os trabalhos completos, pois consideramos que os mesmos ofertam maiores condições para uma análise mais aprofundada da temática CTS, como estratégia para o Ensino de Química. Vale ressaltar que os trabalhos completos publicados no evento de 2018 não foram analisados, pois ainda não se encontram disponibilizados para domínio público.

Dessa forma, nessa revisão, foi realizada uma pesquisa qualitativa exploratória de caráter bibliográfico, pautada na fundamentação de Fonseca (2002, p.32), “Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto” e de cunho documental para determinar o universo de análise.

Os trabalhos selecionados foram categorizados a partir dos pressupostos teóricos da Análise de Conteúdo de Bardin (2011). Essa técnica de análise envolve fundamentalmente três etapas: pré-análise; inferência e interpretação. Elas possibilitam entender a pesquisa em sua totalidade, a fim de propor reinterpretações pormenorizadas a partir da discussão dos dados coletados.

Na primeira etapa organizou-se a coleta de trabalhos dos anais e as ideias a serem analisadas foram sistematizadas. Na segunda etapa, após a leitura do material, foram criados critérios e categorias para a análise. E na última etapa ocorreu a interpretação dos dados obtidos, acompanhada de discussões.

Foram selecionados para análise 84 trabalhos completos publicados na linha temática CTS, os quais foram codificados recebendo um número de ordem, sendo 1 o primeiro trabalho que se apresentou na edição de 2012 e 84 o último trabalho apresentado na edição de 2016. Vale ressaltar que a seleção seguiu a ordem fornecida pelo campo de busca, situado no endereço eletrônico de cada evento ou pelos anais disponíveis em domínio público. Após a leitura na íntegra dos trabalhos e a seleção dos

dados para a análise, procedeu-se com a etapa de categorização. As categorias foram agrupadas levando em conta a intenção de aclarar, por meio dos trabalhos selecionados, o estado da arte do ensino CTS no período analisado. Essas procuraram propiciar a melhor interpretação dos dados sob a ótica da Análise de Conteúdo. O Quadro 3 apresenta as categorias utilizadas e seus respectivos descritores.

CATEGORIA	DESCRITOR
Natureza do Trabalho	Descreve a natureza dos trabalhos: Empírico ou Teórico.
Modalidade Acadêmica	Descreve o vínculo do autor principal: Pesquisador (PQ); Estudante de pós-graduação (PG); Estudantes de Iniciação Científica (IC); Professor de Ensino Fundamental/Médio (FM).
Nível de Ensino	Campo de aplicação prática para os trabalhos empíricos: Ensino Superior; Ensino Médio; Ensino Técnico; Ensino Fundamental; EJA.
Principal Estratégia	Descreve a principal estratégia de pesquisa e o recurso utilizado na implantação da abordagem CTS em sala de aula.
Principais Potencialidades e Desafios da Abordagem CTS	Descreve as principais potencialidades e os principais desafios da abordagem CTS no Ensino de Química, relacionadas pelos autores após a análise de seus resultados de pesquisa.
Principal Referencial	Descreve obras ou artigos mais citados nos trabalhos analisados.

Quadro 3: Categorias e descritores emergidos da Revisão Bibliográfica
Fonte: Elaborado pela autora.

Os Resultados e as Discussões

Iniciamos a análise e discussão trazendo o quantitativo dos trabalhos apresentados na linha temática CTS, que constituiu o universo da pesquisa. A Tabela 1 apresenta as informações que deram início às discussões. Nos dados apresentados, podemos observar a quantidade de trabalhos aprovados e o número de trabalhos da linha temática CTS nos anais de cada um dos Encontros pesquisados, além de outras informações que ilustram a pesquisa, como o local dos encontros, bem como seus temas norteadores.

ANO ENEQ	LOCAL	TEMA NORTEADOR	TOTAL DE TRABALHOS	TRABALHOS LINHA CTS
2012	Salvador/BA	O Ensino de Química: Consolidação dos avanços e perspectivas futuras.	930	14
2014	Ouro Preto/MG	A integração entre Pesquisa e Escola abrindo possibilidades para um Ensino de Química melhor.	1400	52
2016	Florianópolis/SC	Os desafios da Formação e do Trabalho do professor de Química no mundo contemporâneo.	1602	105
2018	Rio Branco/AC	Docência em Química: Transformações e Mudanças no Contexto Educacional Contemporâneo.	466	42
TOTAL			4398	213

Tabela 1: Quantitativo de trabalhos apresentados nos ENEQs de 2012 a 2018.
Fonte: Elaborada pela autora

Nesse período foram publicados 213 trabalhos na linha temática CTS. Destes, 106 se apresentaram como resumos e 107 como trabalhos completos. A Figura 3 apresenta a distribuição desses trabalhos em cada edição do evento.

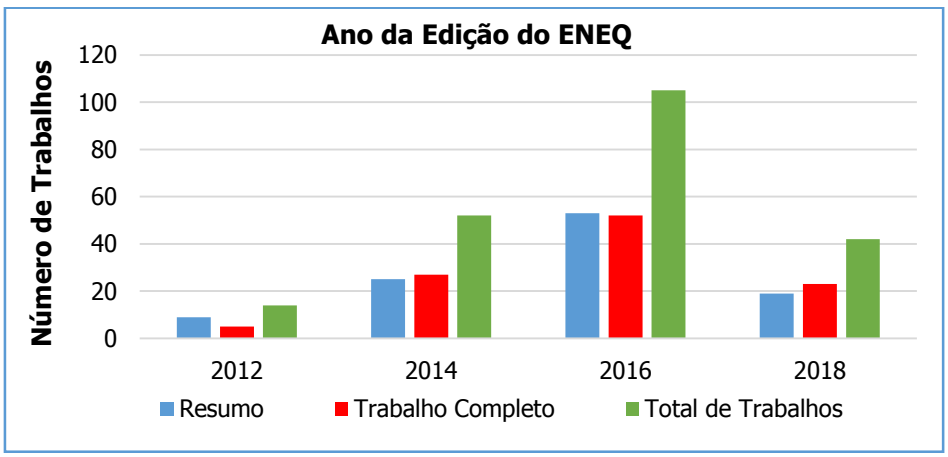


Figura 3: Número de trabalhos aprovados na linha CTS nos ENEQs de 2012 a 2018.
Fonte: Elaborada pela autora

Pela observação da Figura 3, fica evidente o crescimento na produção dos trabalhos com a temática CTS a partir da edição de 2012 a 2016, demonstrando a preocupação dos pesquisadores com o Ensino de Química e ao mesmo tempo

evidenciando o empenho dos mesmos em renová-lo por meio de suas pesquisas, como retrata Cachapuz (2005). Além disso, esse crescimento pode estar atribuído à reforma curricular no Ensino Médio ocorrida entre os anos de 2016 a 2017, que incorporou em seus objetivos e fundamentos, elementos com ênfase em CTS (CORTEZ, 2017).

Pode ser verificado ainda que em relação ao encontro de 2012, ano em que a linha temática CTS foi oficialmente inserida no ENEQ, houve um aumento de 7,5 vezes no número de trabalhos dessa linha em 2016. O aumento gradativo de trabalhos sinaliza que essa temática é foco de discussões no meio acadêmico e vem ganhando espaço nos últimos anos. Porém, essa evidência pode sinalizar outra tendência, aquela reportada por Auler e Bazzo (2001) de que ainda não existe uma compreensão clara dos pesquisadores quanto aos objetivos, conteúdos, abrangência e modalidades do movimento CTS. Ainda esses autores afirmam que problemas como a formação inadequada de professores, a falta de material didático e a necessária redefinição dos conteúdos programáticos ainda precisam ser superados.

Em 2018, houve uma queda expressiva no número de trabalhos apresentados no evento, o que pode ser atribuído a sua localização distante da maioria das universidades e instituições de ensino superior das outras regiões do Brasil, bem como à crise econômica evidenciada em nosso país.

Após analisar os 84 trabalhos completos que dialogam com a temática CTS nos anais dos eventos de 2012 a 2016, esses foram agrupados nas categorias estabelecidas. A Tabela 2 apresenta o número de trabalhos em cada subcategoria da categoria "Natureza do trabalho".

ANO ENEQ	EMPÍRICOS	TEÓRICOS
2012	5	-
2014	25	2
2016	50	2
TOTAL	80	4

Tabela 2: Quantificação dos trabalhos na Categoria "Natureza do Trabalho"
Fonte: Elaborada pela autora

Pela observação dos dados, é possível inferir que a maioria dos trabalhos se desenvolveu de forma empírica, sinalizando uma tendência na abordagem CTS, em que

as práticas e atividades desenvolvidas em sala de aula ou em laboratórios envolvem ações manipulativas dos alunos, promovendo o engajamento dos sujeitos nas diversas atividades com enfoque CTS. Os dados constatados vão ao encontro das discussões de Silva (2011) que afirma a necessidade de se utilizar abordagens que favoreçam as habilidades dos alunos e os aproximem do objeto a ser aprendido, para que esses sejam capazes de desenvolver o senso crítico, atuar e transformar a sociedade em que estão inseridos.

Na categoria "Modalidade Acadêmica", cujos dados são apresentados na Tabela 3, observamos a formação acadêmica ou a atuação profissional do autor principal de cada trabalho analisado, o que revelou dados interessantes, evidenciando que a pesquisa na linha da Abordagem CTS vem sendo consolidada e desenvolvida por diversos profissionais, com destaque aos professores da Escola Básica.

MODALIDADE ACADÊMICA	2012	2014	2016
PQ	1	5	7
PG	3	12	12
IC	1	9	20
FM	-	1	13
TOTAL	5	27	52

Tabela 3: Distribuição dos trabalhos por categoria "Modalidade Acadêmica"
Fonte: Elaborada pela autora

Pelo total aferido em cada modalidade acadêmica e a partir do Encontro de 2014, fica evidente a participação expressiva dos estudantes de graduação e de pós-graduação. Essa tendência pode estar relacionada à ampliação nacional dos Programas, na área de Ensino, de Mestrado Profissional, de Mestrado Acadêmico e de Doutorado Acadêmico e à impulsão do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) nos diversos cursos de licenciatura no país. Em 2016, destaca-se a participação dos professores da Escola Básica, evidenciando a comunicação entre Universidade e Escola, demonstrando que a pesquisa científica e a prática em sala de aula estão dialogando entre si.

A categoria "Nível de Ensino" procurou verificar o campo de aplicação do trabalho empírico, demonstrando seus contributos para o ensino de Química, seja no Ensino

Superior, Ensino Médio, Ensino Fundamental, Ensino Técnico ou na EJA (Educação de Jovens e Adultos). Por meio dessa categoria, foi possível verificar onde estão concentradas as maiores preocupações dos pesquisadores em relação à temática CTS. Para melhor visualização dos dados dessa categoria, a Figura 4 apresenta a relação dos trabalhos e o nível de ensino a que ela foi destinada.

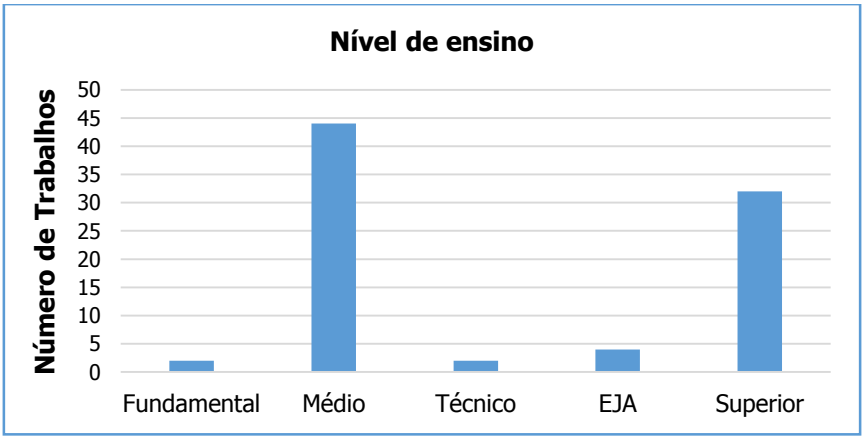


Figura 4: Relação dos trabalhos distribuídos na categoria "Níveis de Ensino"
Fonte: Elaborada pela autora

Pela análise da Figura 4, observa-se que a maior parte dos trabalhos completos publicados se relaciona com o Ensino Médio, onde se concentra a disciplina de Química, com principal foco na discussão de questões sociocientíficas. No entanto, outros níveis de ensino também foram contemplados, com destaque o Ensino Superior, contribuindo para a formação de futuros professores dos cursos de licenciaturas.

Além disso, ressalta-se que no âmbito do Ensino Fundamental e da EJA os dados demonstram uma carência de trabalhos com esse público. Esse fato aproximou-se das discussões de Fumagalli (1998), que desde o final da década de 1990, já apontava que a Ciência escolar era constituída por um corpo de conteúdo, procedimentos e atitudes em prol de um conhecimento erudito. O excesso de conteúdos existentes no currículo ainda corrobora para que os docentes se preocupem em quantidade em vez de qualidade, ceifando as contribuições que os próprios sujeitos podem dar aos fenômenos estudados. Essa falta de valorização das ideias dos discentes contribui para as dificuldades dos sujeitos em atribuir sentido ao processo de construção do conhecimento científico, dificultando a sua formação cidadã. Nesse sentido, Vianna (1999) reforça com a discussão, em específico, quando afirma que o Ensino de Química tem sido apresentado de forma excessivamente conceitual e abstrata, resultando no

ensino sem significado para o aluno, o que certamente acarreta problemas de aprendizagem.

Articulando as ideias apresentadas, acreditamos que é necessário estimular os jovens, desde os anos iniciais da Educação Básica, a questionarem o que se aprende com vistas à tomada de consciência e à formação cidadã, como pregam as principais características da abordagem CTS.

A categoria "Principal Estratégia" evidenciou a principal estratégia de pesquisa e/ou os recursos didáticos e pedagógicos utilizados pelos pesquisadores para implantar a abordagem CTS em sala de aula. A Figura 5 apresenta as principais estratégias, possibilitando uma melhor visualização, sendo elas: SE - sequência de ensino; EXP - experimentos; PIT - produção e interpretação de textos; TIC - tecnologia da informação e comunicação; AC - análise de concepções; AMD - análise de material didático; ENF - espaços não formais; RB - revisão bibliográfica; HQ - história em quadrinhos.

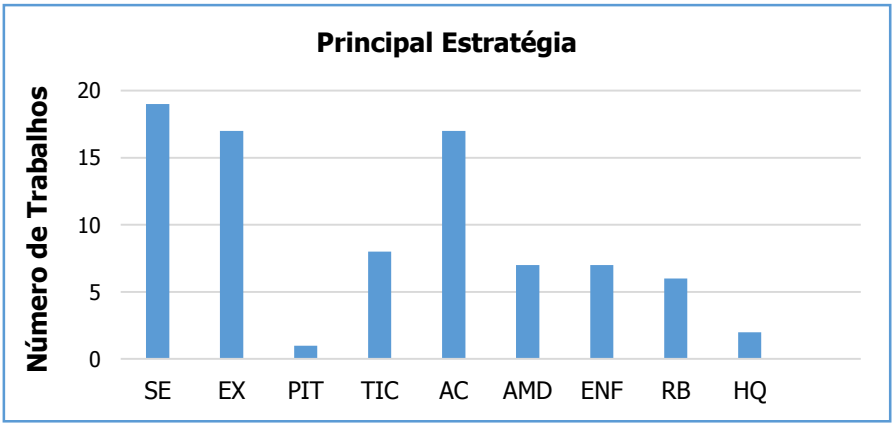


Figura 5: Quantificação da categoria "Principal Estratégia"
Fonte: Elaborada pela autora

Pela análise da Figura 5 é possível verificar que a estratégia sequência de ensino foi a mais prestigiada, seguida da estratégia experimentos. Tal resultado está associado à preocupação dos pesquisadores em se distanciar do ensino tradicional, evitando a simples transmissão de conteúdo. O uso das variadas estratégias de ensino sinalizou que a abordagem CTS direciona os trabalhos em sala de aula, de modo que os conteúdos científicos passam a fazer parte do cotidiano do sujeito. Santos e Mortimer (2002) afirmam que o enfoque CTS permite ao professor utilizar uma vasta gama de estratégias e metodologias de ensino, tais como palestras, demonstrações, sessões de discussão,

solução de problemas, simulações, debates, projetos individuais e em grupos, pesquisa de campo e ação comunitária.

Observou-se que as estratégias Análise de Concepções e Análise de Material Didático também se apresentaram de forma expressiva. Para essa evidência, atribui-se à preocupação do meio acadêmico com a forma como os profissionais da educação estão concebendo a temática CTS no Ensino de Química. Discussão esta que foi estendida aos materiais didáticos, em que se avalia a contribuição desses materiais para a abordagem CTS no ensino. Nesse sentido, Von Linsingen (2007, p.3) discute a educação na perspectiva CTS fundamentada na possibilidade de "uma formação para maior inserção social das pessoas no sentido de se tornarem aptas a participar dos processos de tomadas de decisões conscientes e negociadas em assuntos que envolvam ciência e tecnologia".

No campo da Educação, novos programas e disciplinas CTS foram introduzidos no Ensino Médio e no Ensino Superior, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são trabalhados a partir de uma visão crítica e da utilização de temas de relevância social, estabelecendo-se relações entre os seus aspectos históricos, éticos, econômicos, políticos e sociais (SANTOS; MORTIMER, 2000; AULER; BAZZO, 2001; SANTOS; SCHNETZLER, 2003 VON LINSINGEN, 2007).

Diversas outras estratégias também foram utilizadas nos trabalhos analisados, porém em menor escala, demonstrando uma carência no uso de modalidades específicas, como a produção e a interpretação de textos, algo de primordial importância no ensino, pois se relaciona com a habilidade leitora e escritora dos sujeitos. Entretanto, destacamos a estratégia de ensino em espaços não formais, demonstrando que a educação CTS permite a extrapolação do espaço formal de ensino, promovendo outras vivências educativas, como visitas técnicas e pesquisas de campo, entre outras, aproximando o saber escolar às questões vividas em sociedade. De acordo com Santos (2018), esses espaços contribuem para aprendizagem dos estudantes, permitindo assim conhecer melhor o universo das Ciências, atribuindo maior sentido sobre o que se aprende com o universo científico.

A categoria "Principais Potencialidades e Desafios da Abordagem CTS" visou levantar as potencialidades e os desafios apontados pelos pesquisadores no

desenvolvimento de práticas pautadas na abordagem CTS para o Ensino de Química. Dos 84 trabalhos completos analisados, verificamos que em mais de 50% deles, as principais potencialidades apontadas pelos autores à respeito da abordagem CTS para o ensino de Química, foram: maior participação dos alunos nas aulas; maior motivação do estudante em relação ao processo de ensino e aprendizagem; a promoção de protagonismo; a contextualização de conteúdos abstratos; a aproximação da Química ao cotidiano; a promoção de reflexão e pensamento crítico e; especialmente, a promoção da formação cidadã.

Segundo os autores, a reflexão e o pensamento crítico, suscitados com a abordagem CTS em sala de aula, despertam no sujeito um maior entendimento da relação existente entre os elementos dessa tríade, de modo que comportamentos e atitudes passam a ser avaliados e reavaliados, desenvolvendo valores voltados para a cidadania e formando sujeitos mais preocupados e ativos na sociedade em que estão inseridos. De modo geral, pode-se inferir que os pesquisadores consideraram a abordagem CTS como uma ferramenta educacional diferenciada, que contribuiu sobremaneira para um ensino de química mais humanizado.

Quanto aos desafios, foi levantado que, apesar da abordagem CTS estar em crescente ascensão dentro da comunidade acadêmica, ainda carece de compreensões mais profundas sobre a temática, corroborando com as ideias de Auler e Bazzo (2001) e de Amorim (1995), que discutem a necessidade de maiores compreensões sobre a abordagem CTS no contexto brasileiro, sinalizando ainda que suas concepções e objetivos não estão bem definidos, destacando que é marcante ainda aos professores considerar como sociedade “o mundo lá de fora”, ou seja, sociedade é o mundo externo à escola.

A última categoria analisada nesta revisão, “Principal Referencial”, teve o objetivo de analisar os principais referenciais CTS utilizados pelos autores na construção de seus trabalhos. De todas as obras citadas foi possível destacar, de forma relevante, as oito obras mais citadas, como mostra a Tabela 4.

RANKING	NÚMERO DE CITAÇÕES	REFERÊNCIA
1	79	SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Educação em química: compromisso com a cidadania. *Ijuí:* Unijuí, 2003.
2	51	SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. Educação em Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, Vol.1, nº especial, p. 1-20, 2007.
3	41	SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (ciência tecnologia-sociedade) no contexto da educação brasileira. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, v. 2, n. 2, p. 110-132, 2002.
4	23	AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. Ciência & Educação, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.
5	16	DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. Ensino de Ciências: fundamentos e método. São Paulo: Cortez, 2002.
6	13	FREIRE, P. Pedagogia do oprimido. São Paulo: Paz e Terra, 1974.
7	10	CHASSOT, A. Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. Ijuí. Unijuí, 2001
8	10	AIKENHEAD, G. What is STS Science Teaching? In: STS Education – International Perspectives on Reform. Eds. Solomon, J. e Aikenhead, G. Ed. Teachers College Press, 1994

Tabela 4: Referências mais citadas nos artigos analisados.
Fonte: Elaborada pela autora

Cabe ressaltar que a análise desta categoria levou em conta a quantificação dos números de citações, sendo consideradas relevantes àquelas que receberam um número igual ou maior que 10 citações nos 84 trabalhos analisados.

A análise dessa categoria indicou que a obra "Educação em Química: compromisso com a cidadania" de Santos e Schnetzler (2003) foi citada em 94% dos trabalhos analisados. Nessa obra, os autores propõem a reflexão de que o principal objetivo do Ensino de Química na Educação Básica seja o ensino que tenha a preocupação social, política e ambiental, de modo a educar para a cidadania, que para os autores, consiste em formar sujeitos ativos na sociedade onde estão inseridos.

Corroborando com os dados deste trabalho, Bouzon *et al*. (2018) em seu trabalho de revisão bibliográfica, ao analisarem artigos com a temática CTS em 31 revistas brasileiras de ensino e educação com Qualis A1, A2 e B1, no período de 1996 a 2016, verificou também que o livro de Santos e Schnetzler é a obra mais referenciada nos trabalhos da área de ensino de química com enfoque CTS no Brasil.

A segunda obra mais citada pelos trabalhos também é de Santos (2007), intitulada: “Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica (2007)”. Nessa obra, o autor deixa claro que a inserção de temas CTS no Ensino de Ciências em uma perspectiva crítica, amplia o olhar sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade, pois os temas permitem discutir em sala de aula questões econômicas, políticas, sociais, culturais, éticas e ambientais, e esta discussão envolve valores e atitudes.

Na terceira obra mais citada, intitulada “Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (ciência-tecnologia-sociedade) no contexto da educação brasileira” de Santos e Mortimer (2002), os autores discutem criticamente sobre os pressupostos de currículos de ensino de Ciências em CTS, de forma a contribuir com a elaboração de novos modelos curriculares que atinjam os objetivos almejados com a abordagem CTS.

No mesmo sentido, a quarta obra mais citada, “Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro” de Auler e Bazzo (2001) reflete sobre a necessidade de mais estudos a respeito dos objetivos e das concepções do ensino CTS no contexto brasileiro, destacando como um dos obstáculos/desafios a tomada de decisões em relação à ciência e à tecnologia, numa perspectiva mais democrática e menos tecnocrática, aspecto central do CTS.

A quinta obra mais citada, “Ensino de Ciências: fundamentos e método” de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), tem como foco os docentes que atuam nos cursos de formação de professores e contempla aspectos que auxiliam no desenvolvimento de um ensino de Ciências que contribua para a formação cultural dos estudantes, de tal modo que a estrutura do conhecimento científico básico e aplicado, assim como seu potencial explicativo e transformador possam ser apropriados e compreendidos por todos.

A sexta obra mais citada, “A Pedagogia do Oprimido” de Paulo Freire (1974), apresenta como principal crítica a educação bancária, aquela que considera o aluno como depositário de conteúdo, e prega uma educação mais humanizada, onde o aprendiz torna-se protagonista de seu aprendizado. Para esse renomado educador, o processo de educação deve superar a dicotomia ‘educador versus educando’ por meio

de diálogo entre professores e alunos, estabelecendo-se possibilidades comunicativas cuja raiz está na transformação do educando em sujeito de sua própria história.

Na sétima obra mais citada, “Alfabetização científica: questões e desafios para a educação” de Chassot (2001), o autor destaca que falar de ciência é também falar de história e de cultura de uma forma mais ampla. É discutir questões como cidadania, tecnologias, formação de professores, linguagem, saberes populares e escolares e, também de religião.

Finalizando, a oitava e última obra mais citada, “*What is STS Science Teaching*”, é a de Aikenhead (1994), um dos precursores internacionais da educação CTS. A obra desse importante autor discute a forma como o ensino de ciências vem sendo conduzido nas salas de aula e apresenta propostas de implantação da abordagem CTS em diferentes graus. O autor propõe ainda um currículo com perspectiva humanista para o ensino de ciências, em oposição a um currículo tradicional que advoga conteúdo de ciência pura e formação de estudantes que tenham o mesmo pensamento que os cientistas têm ao analisarem a natureza, ou seja, uma orientação curricular para formação de um mini cientista por meio da vivência do método científico. Desse modo, o autor discute para que a ciência ensinada na escola seja significativa que o conteúdo científico definido no currículo deve expandir-se para incluir conhecimento sobre a ciência e os profissionais. Assim o trabalho dos cientistas, a tecnologia e o conhecimento produzidos pela ciência devem estar sempre associados às questões vividas em sociedade, de modo que, os elementos da tríade Ciência-Tecnologia-Sociedade, não sejam dissociados e sim, que estejam sempre interacionados no sentido de uma ciência voltada para o bem maior da sociedade e do ambiente.

Principais Tendências Evidenciadas

A análise das publicações da linha temática CTS nas últimas edições dos ENEQs demonstrou que a temática vem crescendo, conforme revelam os dados. O fato de o ENEQ inserir em 2012 a linha temática CTS para a submissão e apresentação de trabalhos indica que existe demanda para tal estudo, ou seja, pesquisadores e educadores do Ensino de Química têm se dedicado a investigar o tema, evidenciando que a abordagem CTS vem ganhando relevância como campo de pesquisa reconhecido.

Nesse sentido, tecemos reflexões sobre o que se levantou mediante a pesquisa sobre a temática CTS no Ensino de Química. Observamos inicialmente que, no caso do ENEQ, a inserção de uma linha temática pareceu oportuna, pois o eixo temático aumentou a quantidade dos trabalhos produzidos nessa área, contribuindo com a consolidação da filosofia por trás da abordagem CTS, no sentido da formação cidadã e cidadania.

Destacamos também, que a modalidade acadêmica representada pelos professores da Escola Básica apresentou-se participativa nas edições analisadas, em especial no Encontro de 2016, o que sinalizou um ativismo que notadamente irá repercutir nas políticas educacionais, visto que uma das prerrogativas do professor da Escola Básica é escolher o material didático que será utilizado na sala de aula. Portanto, quanto mais engajada essa classe acadêmica estiver com a temática CTS, mais condição a mesma terá de crescer e renovar o ensino das Ciências/Química dentro da Educação Básica.

Outra indicação positiva apontada pela pesquisa diz respeito à formação de professores, evidenciada pela expressiva participação de alunos de graduação e pós-graduação nas publicações de trabalhos com a temática CTS, sinalizando que a formação desses futuros profissionais está articulada com as novas estratégias didáticas, valorizando o ensino voltado para o protagonismo dos sujeitos, formando indivíduos com pensamento crítico e atuantes na sociedade onde estão inseridos.

Em relação ao campo de aplicação, foi evidenciado que a articulação de tal proposta tanto para o Ensino Fundamental como para EJA ainda é incipiente, devendo portanto ser mais explorada. Já no Ensino Superior, observou-se que os cursos de formação inicial de professores também carecem de práticas pautadas na abordagem CTS, as quais poderiam perpassar os componentes curriculares desses cursos a fim de beneficiar todos os níveis de ensino na área de Ciências/Química.

Por fim, pode-se concluir que ainda há muito a se fazer em relação à Educação CTS no Ensino de Química, seja na prática docente, seja exercendo o papel de pesquisador, uma vez que esse campo ainda apresenta-se muito fértil para estudos e pesquisas aplicadas nos diferentes níveis de ensino. A análise evidenciou que Wildson Luís Pereira dos Santos foi o principal referencial teórico utilizado nos trabalhos

analisados, considerado a principal autoridade em CTS no Brasil, e que o livro intitulado “Educação Química: compromisso com a cidadania”, publicado em parceria com Roseli Pacheco Schnetzler é obra citada em 94% dos trabalhos analisados.

Capítulo IV - Percurso Metodológico

Apresentamos neste capítulo o percurso metodológico para o desenvolvimento desta pesquisa. Nas duas primeiras seções serão tratados os referenciais que fundamentaram a escolha pela pesquisa qualitativa em educação e o método da pesquisa-ação, além dos instrumentos utilizados na coleta de dados. Na terceira seção serão apresentados os procedimentos adotados para o tratamento e a análise dos dados. Na quarta seção será apresentado o contexto em que o estudo se desenvolveu, ou seja, a escola e a sala de aula, ambiente natural e legítimo enquanto espaço de pesquisa. Na quinta seção apresentamos a caracterização da Sequência Didática (SD) elaborada e aplicada para uma turma de estudantes da 2ª série do Ensino Médio, tendo como tema sociocientífico a "Água Potável".

4.1 A Abordagem da Pesquisa

Dado o objetivo geral da pesquisa, identificar potencialidades e desafios de uma SD CTS com enfoque no Ensino por Investigação, com o propósito de promover a participação dos alunos nas aulas de Química, construir conceitos químicos e contribuir para a formação cidadã de sujeitos, esta pesquisa possui características predominantemente qualitativas.

A escolha por essa abordagem ocorreu de forma segura e natural, visto que, pela revisão na literatura, pode-se perceber que a abordagem qualitativa é uma tendência no campo educacional que segundo Bogdan e Biklen (1994) essa metodologia qualitativa apresenta características próprias, ideal para estudos dessa natureza.

Para os autores, nesse tipo de pesquisa, o ambiente natural apresenta-se como fonte direta de coleta dos dados; o investigador integra-se a ele como instrumento principal, inserindo-se e retirando dele seus dados, interpretações e concepções; os dados coletados possuem caráter descritivo e o foco das análises centra-se no processo e não apenas nos resultados, portanto, se fez ideal para o desenvolvimento da pesquisa.

Corroborando com os pressupostos apresentados, Lüdke e André (2015) ressaltam que a coleta de dados no ambiente natural, permite que esses sejam bem mais compreendidos pelo pesquisador e, como o ambiente natural do professor e

alunos é a sala de aula, a abordagem qualitativa se enquadrou sobremaneira para condução da pesquisa realizada nesse trabalho.

O método de pesquisa escolhido foi o método da pesquisa-ação, tendo como fundamentação as ideias de Thiollent (2011). Segundo o autor, o método da pesquisa-ação tem como característica principal o pesquisador participar da pesquisa, e esse pressuposto, vem ao encontro de como a pesquisa deve ser desenvolvida, uma vez que a pesquisadora também é professora regular da disciplina de Química da turma pesquisada, ou seja, também participante da pesquisa. Ademais, ainda segundo o autor, a pesquisa-ação centra-se diretamente em um problema coletivo, no qual os participantes estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Portanto a pesquisa-ação tornou-se muita apropriada para a condução deste trabalho e para responder à seguinte questão de pesquisa: *Quais potencialidades e desafios encontrados durante a realização e aplicação de uma Sequência Didática com enfoque CTS e Ensino por Investigação na construção de conceitos químicos e na formação cidadã de alunos do Ensino Médio?*

4.2 A coleta de Dados

A coleta dos dados se deu após o parecer consubstanciado favorável do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia-Campus São Paulo (IFSP) sob o Nº 70232917.4.0000.5473. O termo de Autorização Institucional (TA) (Apêndice A) foi encaminhado para a diretoria da UE da e O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice B) foi encaminhado para os pais e ou/responsáveis pelos alunos participantes da pesquisa. O Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) (Apêndice C) foi apresentado a cada um dos alunos participantes da pesquisa, sendo todos devidamente consentidos, assinados e arquivados.

Os dados foram coletados a partir dos seguintes instrumentos: observação participante, registro em caderno de campo, gravação de imagem e som, fotos, questionários e produção dos alunos. A professora pesquisadora se dividiu entre as tarefas de aplicadora da SD, mediadora das atividades e observadora participante.

Dos 31 alunos convidados a participar da pesquisa, apenas um apresentou certa resistência em aceitar o convite. Diante do fato, a professora conversou com o aluno,

esclareceu a importância do trabalho e os benefícios para sua formação, bem como a forma diversificada das futuras aulas de Química, mas ainda assim, o aluno permaneceu convicto em não participar. Como o aluno não poderia ficar de fora das atividades, visto que as mesmas teriam caráter avaliativo bimestral, o aluno foi orientado a se engajar em um grupo e participar das atividades desenvolvidas normalmente, sendo suas imagens e produções desconsideradas como fonte de dados para a pesquisa. No entanto, o aluno se engajou de forma ativa no grupo, e para a surpresa da professora-pesquisadora, se tornou o aprendiz mais interessado e atuante da turma. Diante desses acontecimentos a professora conversou novamente com o aluno, requisitando sua autorização, assim como a do seu responsável para a utilização de seus dados. O aluno aceitou de bom grado e passou a fazer parte dos aprendizes integrantes da pesquisa.

Em virtude dos objetivos esperados com a pesquisa e do universo investigado, detalhamos os instrumentos de coleta de dados.

4.2.1 Registros de Campo

Durante o trabalho de campo, um diário de bordo foi utilizado para auxiliar no registro das observações e interpretações da professora pesquisadora. Os registros ocorreram logo após a aplicação de cada etapa da SD. Esse cuidado foi assumido para garantir que nenhum detalhe importante fosse perdido, uma vez que as observações e interpretações estavam tenras na memória da pesquisadora.

4.2.2 Produção dos Alunos

As atividades produzidas pelos alunos tiveram sempre a mediação da pesquisadora no papel de professora. As discussões em sala, bem como a execução das atividades práticas investigativas sempre foram realizadas com a turma organizada em pequenos grupos de 4 alunos. Já a sistematização do conhecimento construído foi feita de duas formas: coletiva e individualmente.

As sistematizações coletivas foram realizadas com toda a turma, independente da formação dos grupos, para que assim, todos os alunos tivessem voz nas discussões, e desse modo, o conhecimento construído pode ser ratificado e socializado.

Já as sistematizações individuais aconteceram no final de cada uma das etapas, com os alunos reorganizados na forma tradicional, ou seja, os grupos foram desfeitos para que cada aluno pudesse consolidar de forma individual o seu próprio aprendizado. Para tal, foram utilizadas diversas estratégias de avaliação, dentre elas: questionários, desenhos, produção de textos e mapas conceituais.

Ressalta-se que a forma como a turma foi organizada para a execução das atividades, bem como as próprias atividades, como a sistematização coletiva e individual, e ainda assim se fundamentaram nas orientações de Carvalho (2013), que propõe as atividades chaves para a execução de uma SEI. Todas as atividades produzidas pelos alunos, foram recolhidas e identificadas para posterior organização, tratamento e análise.

4.2.3 Questionários e Questionamentos

Este recurso foi utilizado em diversos momentos do trabalho, acontecendo antes, durante ou após a realização de cada etapa proposta pela SD. O questionário inicial teve como objetivo levantar os conhecimentos prévios dos alunos já na primeira etapa. Durante as demais etapas, pequenos questionamentos foram introduzidos para auxiliar os alunos em suas observações, experimentos ou fenômenos que estavam sendo investigados. Nesse sentido, essas questões tinham o objetivo de favorecer as discussões em grupo, facilitando a cognição e a transformação da linguagem de senso comum em linguagem científica, como propõe Sasseron e Carvalho (2008), além de gerar dados para a pesquisa:

> [...] criar um ambiente investigativo em salas de aulas de Ciências de tal forma que possamos ensinar (conduzir/mediar) os alunos no processo (simplificado) do trabalho científico para que possam gradativamente ir ampliando sua cultura científica, adquirindo, aula a aula, a linguagem científica, se alfabetizando cientificamente. (SASSERON; CARVALHO 2008, p.333-352).

Já o questionário final, penúltima etapa proposta na SD, teve o objetivo de avaliar os conhecimentos científicos e sociais construídos, além de analisar a efetividade da SD.

Em todos os questionários e questionamentos, optou-se por elaborar questões abertas, que segundo Appolinário (2006) propiciam mais qualidade e riqueza de

respostas, visto que essas permitem aos aprendizes, colocar suas vivências pessoais e visões próprias aos fenômenos que estão sendo discutidos.

4.2.4 Gravações e Fotos

As etapas da SD foram gravadas na forma de imagem e som, para isso uma filmadora foi colocada em um ponto estratégico da sala, enquanto a professora seguia normalmente a sua aula, percorrendo os grupos para auxiliar e discutir com os alunos as tarefas e as observações feitas por eles. Em alguns momentos, a professora fotografou o antes e o depois de algumas etapas, não sendo possível fotografar todo o processo em todas as etapas. Nesse caso, o fato da pesquisadora também atuar como professora da turma dificultou o processo de captação de imagens.

4.3 A análise dos dados

Os dados da pesquisa foram coletados e organizados à luz dos referenciais teóricos da Pesquisa Qualitativa, utilizando como apoio as obras de Bogdan e Biklen (1994) e de Lüdke e André (2015) e para a análise, os mesmos foram categorizados a partir dos pressupostos da Análise de Conteúdo de Bardin (2011).

Para Bardin (2011) a análise de conteúdo enquanto método torna-se um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens. Alguns exemplos elucidados na obra são simples e sem pretensões, e visam iniciar um investigador iniciante na tarefa seguinte: o jogo entre as hipóteses, as técnicas e a interpretação. “Isto porque a análise de conteúdo se faz pela prática” (BARDIN, 2011, p.51).

Nesse sentido, é necessário seguir determinados procedimentos, de modo que todo o material coletado seja aproveitado em sua totalidade, fornecendo o maior, o melhor e os mais claros resultados possíveis para a pesquisa em questão.

A Análise de Conteúdo parte da organização do material coletado e depois passa por diferentes fases de análise, ou seja, por três momentos distintos conforme discute Bardin: (1) A pré-análise; (2) A exploração do material; (3) O tratamento dos resultados: a inferência e a interpretação.

Ainda segundo a autora, a pré-análise, primeira fase da análise de conteúdo, tem por objetivo não só organizar o material coletado, como também tornar operacionais e sistematizar ideias iniciais. Essa fase geralmente possui três missões: a escolha dos documentos a serem submetidos à análise, a formulação de hipóteses e dos objetivos e a elaboração de indicadores que fundamentem a interpretação final. (BARDIN, 2011, p.125-131).

A exploração do material, segunda fase da análise de conteúdo, tem por objetivo colocar em prática os procedimentos de análise, seja por meio do computador ou mecanicamente os dados deverão ser codificados, decompostos e enumerados em função de regras previamente formuladas. Essa fase é longa e fastidiosa (BARDIN, 2011, p. 131).

O tratamento dos dados, terceira e última fase da análise de conteúdo, tem por objetivo analisar os dados brutos e deles retirar de forma crítica os resultados significativos. Segundo Bardin:

> Para um maior rigor, esses resultados são submetidos a provas estatísticas, assim como a testes de validação. O analista, tendo à sua disposição os resultados fiéis, pode então propor inferências e adiantar interpretações a propósitos previstos- ou que digam respeito a outras descobertas inesperadas. (BARDIN, 2011, p.125).

A análise de conteúdo de Bardin trabalha com a categorização das mensagens. Segundo a autora apesar da categorização não ser um procedimento obrigatório, a maioria dos procedimentos de análise de conteúdo organiza-se ao redor desse processo. A categorização é “uma operação de classificação de elementos constituídos de um conjunto por diferenciação e, em seguida, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com critérios previamente definidos” (BARDIN, 2011, p.147).

Nesse sentido, no presente trabalho realizamos a categorização das respostas dadas pelos aprendizes aos questionários e também aos questionamentos aplicados em diversos momentos das etapas propostas pela SD.

4.4 O Contexto da Pesquisa

Descrevemos nesta seção o local e os personagens participantes da pesquisa. A primeira parte apresenta as características da Escola e o Município onde a pesquisa se

desenvolveu, a segunda parte descreve a formação da professora-pesquisadora responsável pela pesquisa e a terceira parte descreve as características da turma escolhida para a aplicação da SD.

4.4.1 A Escola Pesquisada

A escolha da escola transcorreu de forma tranquila, visto a praticidade e comodidade proporcionada pelo fato da pesquisadora trabalhar nela junto ao quadro efetivo de professores. Além disso, a prontidão com que a direção da escola e os alunos acolheram a pesquisa, assim como a flexibilidade no currículo, que de certo modo a escola pública permite, foram relevantes para a escolha da UE.

Assim a pesquisa foi desenvolvida em uma escola da rede estadual de ensino do estado de São Paulo, localizada no município de São José dos Campos, durante os meses de setembro a novembro de 2017. Em maio de 2017, a pesquisadora entrou em contato com a direção da escola e propôs o estudo. A princípio, essa demonstrou certa apreensão, alegou o receio de riscos aos alunos e comprometimento dos trabalhos já programados pela escola. Diante da explicação detalhada da SD, assim como seus objetivos e a metodologia da pesquisa, a direção foi convencida e autorizou o estudo. Após a autorização da direção, a pesquisadora convidou os alunos da 2ª série C do Ensino Médio do período matutino a participar do estudo. O convite foi aceito prontamente, mediante euforia e expectativa geral, salvo exceção.

No município de São José dos Campos (SP) existem 84 escolas estaduais regulares, sendo que 4 dessas escolas estão situadas na zona rural. Dentre essas escolas, algumas oferecem apenas o Ensino Fundamental, outras somente o Ensino Médio e, a maioria oferece o Ensino Fundamental e Médio. Acrescenta-se a esse rol, a Fundação Casa, vinculada à rede estadual de ensino. O Quadro 4 apresenta a quantidade de escolas e modalidades de ensino oferecidas na cidade, sendo a escola participante da pesquisa enquadrada na modalidade Ensino Médio e Fundamental.

MODALIDADE DE ENSINO	Nº DE ESCOLAS
Fundamental	27
Ensino Médio	14
Ensino Médio e Fundamental	30
EJA	13

Quadro 4: Escolas e Modalidades de Ensino na cidade de São José dos Campos/SP
Fonte: Dados da Diretoria de Ensino – São José dos Campos-SP/2018

A escola participante da pesquisa localiza-se em um bairro de periferia situado na região norte da cidade. O bairro "Santana" é um dos mais antigos da cidade, considerado um dos pioneiros que deram origem à cidade de São José dos Campos - SP. Como instituição de ensino, atende uma população de classe média - baixa quando comparado a outras regiões mais abastadas da cidade. Ainda assim, em termos de instalações, a escola possui prédio próprio conservado, é bem reconhecida pela comunidade local, e, também pela rede estadual de ensino, pois realiza um trabalho sério e comprometido com a comunidade desde 1962.

A escola oferece os anos finais do Ensino Fundamental e as três séries do Ensino Médio. No período matutino são oferecidas as duas modalidades de ensino, no vespertino a escola oferece somente o Ensino Fundamental e no período noturno somente o Ensino Médio. A escola em 2017, ano da realização desta pesquisa, contava com 973 alunos regularmente matriculados, 371 frequentavam o Ensino Fundamental e 602 frequentavam o Ensino Médio. Pelo porte do bairro a escola é considerada pequena. Segundo a direção da escola, a demanda por vagas é muito maior que a sua capacidade de atendimento, ficando todo ano com lista de espera por vagas.

O edifício da escola tem dois pisos. No piso térreo são encontrados: duas salas de aula; um banheiro para alunas, um banheiro para alunos; um banheiro para professores, separados em masculino e feminino; a sala da direção; a sala da coordenação pedagógica; a secretaria; a sala dos professores; uma sala especial multifuncional utilizada para reuniões de professores e diversas outras atividades; uma quadra esportiva pequena e descoberta; a cozinha; o refeitório; e um pequeno pátio onde os alunos passam o intervalo. No piso superior existem: uma biblioteca pequena; uma sala de informática e sete salas de aulas. A escola não possui rampa, mas possui

um elevador para portadores de deficiências. Infelizmente a escola não dispõe de um laboratório de ciências.

Em relação ao quadro de funcionários, a escola conta com um diretor, uma vice-diretora, uma coordenadora pedagógica, três secretárias, uma para cada turno, uma gerente administrativa e seis inspetores de escola, dois para cada turno.

O ano letivo segue as recomendações da Secretaria Estadual de Ensino do Estado de São Paulo e se estrutura em quatro bimestres. Os professores são instruídos a fazer uso de três instrumentos de avaliação diferentes, a fim de que os alunos tenham mais oportunidade de demonstrar seus conhecimentos. Os instrumentos de avaliação ficam a critério de cada professor e o aluno para ser aprovado precisa atingir o mínimo de 20 pontos ao final dos quatro bimestres do ano. Desses 20 pontos, gera-se uma média final chamada de quinto conceito. Portanto, para o aluno ser promovido para um ano escolar subsequente, ele precisar conquistar um quinto conceito igual ou maior que 5 pontos em todas as disciplinas. Caso não atinja essa meta mínima, o aluno fica retido no mesmo ano escolar. Após a deliberação do conselho de classe. Ressalta-se que os conselhos de classe ocorrem no final de cada bimestre, com a deliberação sobre todos os alunos por parte dos professores da turma.

Assim como as demais escolas públicas da rede estadual, a escola da pesquisa é avaliada todos os anos por meio de indicadores oficiais da Secretaria de Educação, nesse sentido, trouxemos os dados do IDESP do ano em que a pesquisa foi realizada, bem como as metas para o ano seguinte, a título de enriquecer a pesquisa. O Quadro 5 apresenta os dados do IDESP gerados no ano de 2017, bem como as metas para 2018 para a Escola Estadual pesquisada.

IDESP 2017 - DISTRIBUIÇÃO POR NÍVEIS DE DESEMPENHO

		ABAIXO DO BÁSICO	BÁSICO	ADEQUADO	AVANÇADO
5º ANO EF	LÍNGUA PORTUGUESA				
	MATEMÁTICA				
9º ANO EF	LÍNGUA PORTUGUESA	0,2913	0,5243	0,1650	0,0194
	MATEMÁTICA	0,3364	0,5818	0,0727	0,0091
3ª SÉRIE EM	LÍNGUA PORTUGUESA	0,2279	0,3676	0,3971	0,0074
	MATEMÁTICA	0,3356	0,5959	0,0616	0,0068

IDESP 2017 - INDICADORES DA ESCOLA

	INDICADORES DE DESEMPENHO		INDICADOR DE DESEMPENHO	INDICADOR DE FLUXO	IDESP 2017
	LÍNGUA PORTUGUESA	MATEMÁTICA			
5° ANO EF					
9° ANO EF	3,0417	2,5150	2,78	0,8086	2,25
3ª SÉRIE EM	3,9467	2,4660	3,21	0,8127	2,61

IDESP 2017 - REDE ESTADUAL

	5° ANO EF	9° ANO EF	3ª SÉRIE EM
ESCOLA		2,25	2,61
DIRETORIA	5,64	3,37	2,73
ESTADO	5,33	3,21	2,36

EVOLUÇÃO E CUMPRIMENTO DAS METAS DE 2017, POR CICLO ESCOLAR

	IDESP 2016	IDESP 2017	METAS 2017	ÍNDICE DE CUMPRIMENTO (IC)
5° ANO EF				
9° ANO EF	2,57	2,25	2,79	0,00
3ª SÉRIE EM	2,60	2,61	2,76	6,33

MÁXIMO ENTRE ÍNDICE DE CUMPRIMENTO DA META 2017 E ADICIONAL POR QUALIDADE 2017, POR CICLO ESCOLAR

	ÍNDICE DE CUMPRIMENTO (IC)	ADICIONAL POR QUALIDADE (IQ)	MÁXIMO (IC, IQ)
5° ANO EF			
9° ANO EF	0,00	0,00	0,00
3ª SÉRIE EM	6,33	9,47	9,47

ÍNDICE DE CUMPRIMENTO DE METAS POR CICLO ESCOLAR

	MÁXIMO (IC, IQ)	ÍNDICE DE NÍVEL SOCIOECONÔMICO (INSE)	ÍNDICE DE CUMPRIMENTO DE METAS (ICM)
5° ANO EF			
9° ANO EF	0,00	4,43	0,00
3ª SÉRIE EM	9,47	4,43	13,66

* O índice de Cumprimento de Metas se limita a 120%.
* O valor atribuído ao modulador (MOD) é igual a 10% (0,10)

ÍNDICE DE CUMPRIMENTO DE METAS DE 2017 DA ESCOLA

	NÚMEROS DE ALUNOS	PROPORÇÃO DE ALUNOS AVALIADOS (%)	ÍNDICE DE CUMPRIMENTO DE METAS DA ESCOLA (ICM)
5° ANO EF *			7,77
9° ANO EF	107	43,15%	
3ª SÉRIE EM	141	56,85%	
TOTAL	248	100,00%	

* Números de alunos avaliados e considerados para cálculo do IDESP

METAS 2018 POR CICLO ESCOLAR

	IDESP 2017	METAS 2018
5° ANO EF		
9° ANO EF	2,25	2,50
3ª SÉRIE EM	2,61	2,78

Quadro 5: IDESP da Escola: 013924
Fonte: Secretaria de Educação do Estado de São Paulo/acesso: 2018

Pela observação dos dados, é possível verificar que a escola pesquisada, assim como a maioria das escolas públicas do estado de São Paulo, enfrenta percalços quanto as metas estabelecidas pelo governo do Estado e a sua realidade no processo - ensino-aprendizagem. Assim é possível verificar que o Ensino Fundamental ficou abaixo da meta estabelecida pelo governo do Estado, no entanto, e o Ensino Médio ficou um pouco acima da meta estabelecida. A essa pequena, porém importante melhora nos índices para o Ensino Médio foi atribuída ao ingresso de novos professores na rede Estadual de Ensino do Estado de São Paulo, na escola em específico, por meio do concurso público para professores realizado em 2013. No caso, entendemos que o ingresso dos novos professores acarretou novas perspectivas e novas técnicas de ensino, o que de uma forma geral, acabou por promover mudanças no modo pensar e agir de todos a sua volta, e esse fato refletiu no resultado da escola nos anos posteriores.

4.4.2 A Professora

A professora da turma concluiu o curso de Licenciatura em Química pela Universidade Vale do Rio Verde – UninCOR - campus Três Corações - MG. Já no estado de São Paulo em 2015 concluiu a pós-graduação *lato sensu* como especialista no Ensino de Química pela Universidade Cruzeiro do Sul, sediada na cidade de São Paulo - SP. Além da formação superior em Química, a professora também possui Bacharelado em Administração de Empresas pela FACECA localizada no município de Varginha-MG.

Em sua carreira profissional, atuou como analista química em uma empresa por um longo tempo antes de iniciar a carreira docente. Há oito anos leciona Química, mas já lecionou Física para alunos da 1ª série do Ensino Médio e Matemática para alunos do 7º, 8º e 9º anos do Ensino Fundamental.

Atualmente trabalha como professora efetiva da disciplina de Química na mesma escola onde a pesquisa foi desenvolvida, com carga horária completa de 32 aulas semanais distribuídas nos períodos matutino e noturno.

4.4.3 A Turma

A turma do 2ª série C do Ensino Médio é formada por 31 alunos frequentes, sendo 15 meninas e 16 meninos, com idades compreendidas entre 15 a 17 anos.

A escolha por essa turma em específico ocorreu por uma questão de logística e praticidade, pois as duas aulas semanais de Química nessa turma ocorriam nos dois primeiros horários das manhãs de terça-feira, e ainda como após esse horário a professora não tinha outras turmas, permitia a organização do local antes e após a aplicação das atividades, já que a sala de aula era sempre adaptada para realização das atividades experimentais da SD, uma vez que a escola não dispõe de um laboratório de Química. Somado a esse fato facilitador, a turma é bem heterogênea, com alunos muito falantes e desatentos, exigindo comando forte para manter a ordem e o foco e, ao mesmo tempo, possui alunos compromissados e participantes. Contudo, de forma geral, a turma apresenta uma boa produtividade.

Todos os alunos da turma participaram das atividades da SD realizada na pesquisa, porém algumas faltas em aula ocorreram por um ou outro integrante de cada grupo durante as etapas desenvolvidas.

A turma foi organizada em grupos de quatro alunos que, como propõe Carvalho (2013), a forma ideal para se trabalhar com as atividades investigativas. Para melhor organização e controle por parte da professora durante as atividades, para cada grupo foi escolhido um líder.

O líder teve a função de ajudar a professora pesquisadora junto ao grupo na distribuição de material e na intenção de cobrar e manter o grupo ativo e produtivo. Ao nome do líder foi atribuída a sigla de cada grupo G1 a G9, na intenção de facilitar a identificação das amostras e outros materiais utilizados pelos grupos nas atividades experimentais.

Durante a análise das etapas da SD os nomes dos alunos participantes foram trocados por um pseudônimo A1 a A31, para que suas identidades fossem preservadas durante a discussão dos resultados da pesquisa.

Esclarece-se que pelo fato de a pesquisadora conhecer os alunos devido a sua função de professora regular da turma, contribuiu de forma positiva para realização das atividades, ainda assim, ressalta-se que a sequência A1 a A31 não seguiu a ordem de chamada da sala e sim, a ordem dos grupos, que foram montados pelos próprios alunos e portanto de forma aleatória.

4.5 A Sequência Didática (SD)

4.5.1 O Planejamento

A SD foi planejada sob a perspectiva da Educação CTS em que a contextualização, promoção do pensamento crítico e a tomada de posição devem ser privilegiadas. Conjuntamente à Educação CTS, o Ensino por Investigação foi utilizado como estratégia para tornar a aprendizagem ainda mais significativa para os estudantes.

Destaca-se que o Ensino por Investigação aconteceu por meio da experimentação no Ensino de Química, pois essa, é algo que atrai muito a atenção dos estudantes. Ciente disso, a professora pesquisadora exercitou sua criatividade e

disposição ao propor experimentos dessa natureza, visto que a escola participante da pesquisa não dispõe de laboratório de Ciências.

A estrutura da SD se fundamentou nos estudos obtidos por meio do referencial teórico pesquisado na fase de revisão bibliográfica, baseando-se nas obras de Zômpero e Laburú (2011) e Carvalho (2013).

A SD consta de 08 etapas, sendo três delas sob a estratégia investigativa e cinco delas sob outras estratégias de ensino, incluindo atividades lúdicas, produção de textos, produção de representações de ideias e uma visita técnica, momento que extrapolou o espaço formal de ensino. O Quadro 6 apresenta o planejamento da SD.

Nº DE AULAS	ETAPA	ETAPAS	OBJETIVO	AVALIAÇÃO
1	I	Questionário Inicial Etapa I	Coletar os conhecimentos prévios dos alunos.	Análise das respostas apresentadas pelos alunos.
1	II	Vamos ouvir uma música? Etapa II	Introduzir o tema em estudo "Água potável"	Observação participante. Análise dos desenhos produzidos pelos alunos.
4	III	SEI – Aparência da Água Etapa III	a) Promover reflexão sobre o tema social: Água potável. b) Desenvolver ações manipulativas. c) Desenvolver as habilidades: generalizar; justificar acontecimentos e resultados de experiências; levantar suposições sobre causa e efeitos de fenômenos e acontecimentos. d) Trabalhar os conceitos Químicos: substâncias puras; misturas; tipos de misturas; processo de separação de misturas; produtos químicos utilizados no tratamento da água; tecnologia envolvida no tratamento da água.	Observação participante e análise das respostas dadas aos questionamentos.
2	IV	SEI- Medição do pH Etapa IV	a) Promover reflexão sobre o tema social: Proteção do sistema de abastecimento de água.	Observação participante e análise das respostas apresentadas

			b) Desenvolver as habilidades: fazer prognósticos a partir de dados coletados. c) Trabalhar os conceitos Químicos: caráter ácido-base das substâncias; indicadores ácido-base; pH; medidas de pH; tecnologias envolvida no tratamento da água potável; tecnologias envolvidas no tratamento da água.	pelos alunos aos questionamentos propostos.
2	V	SEI – Cloração da água Etapa V	a) Promover a reflexão sobre o tema social: Saúde pública e a água potável. b) Desenvolver as habilidades: relacionar situações de causa e efeito. c) Trabalhar conceitos químicos e biológicos: Concentração de soluções ($g.L^{-1}$, $mol.L^{-1}$, ppm); doenças vinculadas a água; uso racional da água.	Observação participante e análise das respostas apresentada pelos alunos aos questionamentos.
2	VI	Sistematização coletiva e individual Etapa VI	a) Socializar e sistematizar os conhecimentos construídos em sala, coletivamente e individualmente. b) Desenvolver a habilidade de síntese. c) Produção de texto; produção de mapa conceitual.	Observação participante e análises dos mapas e relatórios produzidos pelos alunos.
2	VII	Questionário final Etapa VII	a) Analisar os conhecimentos construídos. b) Desenvolver as habilidades escritora e leitora. c) Analisar a efetividade da SD.	Análise das respostas apresentadas pelos alunos ao questionário.
6	VIII	Visita Técnica Etapa VIII	a) Aproximar a Química ao cotidiano dos alunos b) Desenvolver as habilidades de observação e aproximação. c) Criar afetividade.	Observação participante e análise da entrevista final.

Quadro 6: Planejamento da Sequência Didática
Fonte: Elaborada pela autora

4.5.2 Preparação do Espaço

Devido ao desafio imposto e a ausência de laboratório na escola pesquisada, as etapas experimentais investigativas foram realizadas dentro da sala de aula, em um

espaço improvisado que serviu de laboratório. Para tal, as carteiras eram unidas de 4 em 4, formando bancadas improvisadas. Estas bancadas comportavam 4 estudantes, que já estavam divididos em pequenos grupos de 4, portanto para conseguir realizar as atividades experimentais investigativas, a pesquisadora precisou chegar sempre com antecedência ao local utilizado para a pesquisa a fim de organizar a sala na forma de laboratório improvisado, preparar os equipamentos para as filmagens e organizar os materiais e vidrarias que seriam utilizados na prática.

Após a realização dos experimentos, a pesquisadora tinha o compromisso de reorganizar novamente a sala na forma convencional, visto que a sala improvisada era utilizada por todas as disciplinas como o espaço de multimídia da escola, além de sediar as reuniões pedagógicas semanais obrigatórias de HTPC dos professores. A necessidade de pré e pós preparação evidenciou o primeiro desafio do trabalho: a precariedade na infraestrutura das escolas públicas de educação básica.

Ressalta-se que a ausência de laboratório na escola exigiu além do tempo, uma dose de improvisação por parte da pesquisadora, pois ao final de cada prática, as vidrarias utilizadas eram transportadas até a sua residência, para que fossem lavadas e novamente organizadas para a próxima prática, demandando disposição extra. Assim, registra-se que a falta de um laboratório de Química na escola não impediu, mas dificultou os trabalhos da pesquisa no sentido de disposição e do tempo despendido, algo já escasso na vida do professor da escola pública, evidenciando outro grande desafio, o fator tempo na rotina do professor da escola básica.

Para garantir o andamento correto durante a realização dos experimentos, tomou-se o cuidado em manter o caráter investigativo nas práticas, de forma a promover a autonomia nos estudantes, rompendo com as aulas experimentais tradicionais, chamadas de “receita de bolo”, como discute (GUIMARÃES, 2009, p.198).

Em relação aos equipamentos, vidrarias e reagentes utilizados no desenvolvimento do trabalho, e que hoje compõem o acervo da escola, todos foram adquiridos mediante doações ou permutas com outras escolas públicas parceiras, além disso, recursos próprios da professora foram utilizados na compra desses materiais. Ressalta-se aqui, o trabalho paralelo que teve que ser feito no sentido de conseguir os materiais, equipamentos e reagentes para que o trabalho acontecesse como planejado.

É importante dizer que algumas vidrarias a escola já possuía, como béqueres e provetas, mas essas estavam encaixotadas e acondicionadas em espaços inimagináveis no interior da escola e, portanto até então, sem acesso ou utilidade para os professores.

Atualmente, graças ao desenvolvimento do presente trabalho, todos os materiais e vidrarias que a escola possuía, bem como os que foram adquiridos pela professora-pesquisadora durante os trabalhos, se encontram organizados e armazenados em local próprio e de fácil acesso, ficando à disposição não só da professora-pesquisadora, como também à disposição dos demais professores das disciplinas das Ciências da Natureza. Destaca-se aqui, que o trabalho contribuiu para esse ganho da escola, e que devido a essa organização, os professores das outras Ciências: Física, Biologia, Geografia, usufruem rotineiramente desses materiais.

Capítulo V- Resultados e Discussão

5.1 Etapa I – Questionário Inicial

Nesta etapa da SD foi aplicado um questionário inicial contendo 09 questões abertas (Apêndice D) com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos aprendizes a respeito do tema proposto pela pesquisa.

Essa etapa consumiu uma aula de 50 minutos, e os estudantes foram orientados a responder as questões propostas segundo seus próprios conhecimentos prévios, experiências pessoais, visão de mundo ou bagagem conceitual. Esse momento veio ao encontro das discussões de Carvalho (2013) e de Zômpero e Laburú (2011) que fundamentam a importância de se conhecer o que os aprendizes já sabem para poder planejar ações futuras.

Para a discussão sobre os conhecimentos prévios dos estudantes apresentamos a análise das questões 1 e 6 por considerá-las mais direcionadas ao que se pretendia avaliar, o conhecimento prévio dos aprendizes à respeito do tratamento da água e a importância da água potável para a vida em sociedade.

Questão 1: Qual a importância da água potável para nossas vidas? Justifique
Questão 6: Você sabe como é realizado o tratamento de água para que ela tenha condições de consumo humano? Faça um desenho desse procedimento.

A análise da questão 1 gerou duas categorias, apresentadas no Quadro 7.

NOME	DESCRITOR	OCORRÊNCIA
I-Mantenedora da vida física.	Relaciona as respostas desprovidas de justificativas mais amplas, indicando conhecimento de mundo precário.	28
II-Uso para tarefas essenciais ao dia a dia.	Relaciona as respostas providas de justificativas mais amplas, indicando um conhecimento de mundo mais elaborado.	3

Quadro 7: Categorias emergidas da questão 1 - Questionário Inicial
Fonte: Elaborado pela autora

Dos 31 participantes, 28 respostas foram agrupadas na categoria I. Estas, salientaram a importância da água, porém associando-a somente como mantenedora da vida física, como exemplifica a resposta do aluno A15:

"Porque sem água nenhum ser vivo sobrevive" (Aluno A15).

Somente 3 respondentes, respostas agrupadas na categoria II, justificaram suas respostas, ou seja, evidenciou a importância da água para além da manutenção da vida física, destacando seu uso nas tarefas essenciais do dia a dia ou na produção de bens de consumo, como exemplifica a resposta do aluno A19:

> *"É importante, pois usamos a água para tudo, consumo, hidratação, limpeza, produção de alimentos e materiais" (Aluno A19).*

A análise das respostas para a pergunta 1, indicou que a maioria dos estudantes tem consciência da essencialidade da água para a vida em nosso planeta, no entanto, em suas respostas não se verifica a associação dessa essencialidade da água às questões que envolvem o dia deles como a produção de alimentos, saúde púbica, energia elétrica, transporte e até o lazer. Todos esses usos estão ligados aos diversos usos da água na vida em sociedade e que os afetam de forma direta.

Dessa constatação foi possível observar que além do conhecimento prévio frágil a respeito do tema água potável, os estudantes apresentaram uma visão de mundo bem restrita, demonstrando o distanciamento entre o saber ensinado na escola e a vida real. A maioria dos aprendizes sentiu dificuldade em justificar, além de não conseguir relacionar o seu uso frente às questões vividas em sociedade. Essa evidencia vem ao encontro da necessidade da prática da reflexão e da argumentação em sala de aula, como discute Santos; Mortimer (2002) sobre a importância do uso de temas sociocientíficos em sala de aula, no sentido de despertar a consciência cidadã nos alunos.

Em relação à questão 6, cabe esclarecer que em sua primeira parte, não foi possível inferir conclusões, visto que a mesma causou estranheza nos estudantes, ou seja, não se apresentou clara o suficiente para eles, comprometendo portanto que fosse compreendida. Já a segunda parte da questão, onde foi proposta a produção de um desenho sobre o processo utilizado no tratamento da água, permitiu a melhor compreensão dos estudantes, e assim, foi possível analisar os conhecimentos prévios. O Quadro 8 descreve as 3 categorias emergidas das respostas dadas e seus descritores.

CATEGORIA	DESCRITOR	OCORRÊNCIAS
III - Conhecimento Científico estruturado.	Agrupa respostas providas de conhecimento Científico estruturado, indicando um saber mais sistematizado.	1
IV - Consequências do distanciamento entre o saber escolar e as questões da vida real.	Relaciona a indisposição em responder, atribuída ao desconhecimento causado pela ausência de relações entre o saber ensinado na escola e o cotidiano.	29
V -Influência do Senso Comum na vida escolar.	Relaciona as respostas providas de justificativas, porém apresentam certa confusão entre o saber científico e o saber de senso comum.	1

Quadro 8: Categorias emergidas da questão 6 do Questionário Inicial
Fonte: Elaborado pela autora

A análise da primeira parte da questão 6, permitiu verificar que dos 31 participantes desta etapa, 29 simplesmente não responderam a questão, deixando-a em branco. E somente dois alunos se dispuseram a respondê-la. Esse fato foi atribuído não só a indisposição em responder, como também à falta de clareza na primeira parte da pergunta. Ainda assim, a ausência de resposta, evidenciou outras informações importantes para a pesquisa, pois segundo Bardin (2011, p.27) "Na análise qualitativa é a presença ou a ausência de uma característica ou de um conjunto de características num determinado fragmento de mensagem que é tomado em consideração." No caso, a ausência de respostas evidenciou a dificuldade dos alunos com a competência leitora e interpretativa, indicando outro desafio para o ensino de Química, desenvolver a habilidade leitora, escritora e o conteúdo educacional "conceitual" - o aprender a conhecer.

Já os dois estudantes que conseguiram interpretar a primeira parte da questão 6 respondendo-a, A7 e A31, demonstraram a fragilidade de conhecimentos prévios sobre o tratamento da água e uma confusão de conceitos. Para a discussão, as respostas desses estudantes foram transcritas, evidenciando as inferências apresentadas, onde o próprio aluno diz não saber sobre o assunto tratado e o outro, apresenta o conhecimento científico mesclado ao conhecimento de senso comum.

"Não faço ideia de como é o tratamento" (Aluno A31).

"Ela deve ser filtrada, fervida ou refrigerada" (Aluno A7).

Como pode ser observado, as respostas demonstram abertamente o “não saber” sobre o assunto e também uma certa "confusão” entre o saber científico e o saber de senso comum sobre o tratamento da água, pois procedimentos como ferver ou refrigerar a água, estão associados aos cuidados caseiros com a água para o consumo doméstico e não ao tratamento convencional utilizado nas Estações de Tratamento de Água, evidenciando a influência do senso comum no modo de pensar dos estudantes.

Desse modo, em ambas as formas apresentadas como repostas a essa parte da questão 6, respondida e não respondida, evidenciou um desafio preocupante para o ensino de Química e também para o Ensino de uma forma geral, as habilidades escolares escritora e leitora não consolidadas pelos estudantes. Esse desafio representa um problema para a Educação brasileira, pois mesmo sem consolidar essas habilidades importantíssimas, o estudante continua avançado nos anos escolares, sem uma bagagem cultural mínima, comprometendo a capacidade desses estudantes em escrever e construir argumentos frente às questões futuras que naturalmente serão vividas por eles na vida adulta.

Já a análise da segunda parte da questão 6, o desenho representando o processo do tratamento da água, promoveu um pequeno alívio na professora, visto que boa parte dos estudantes que anteriormente não conseguiram responder à questão por escrito, demonstraram através do desenho, certo conhecimento prévio sobre o tema em discussão.

Dos 31 respondentes, 21 deles produziram o desenho. Para a análise dos desenhos, foram utilizadas as mesmas categorias estabelecidas anteriormente, visto que se tratava da mesma pergunta, portanto dos 31 participantes 21 desenhos puderam ser analisados e 10 não.

Na categorização dos 21 desenhos analisados, 17 se enquadraram na categoria III e 4 se enquadraram na categoria V. Os 10 restantes, se enquadraram na categoria IV. Para a discussão, a Figura 6 apresenta um exemplo de desenho enquadrado na categoria V e a Figura 7 apresenta outro exemplo de desenho enquadrado na categoria III. Já a categoria IV não apresenta exemplos porque a mesma representou a indisposição dos estudantes em responder à questão proposta.

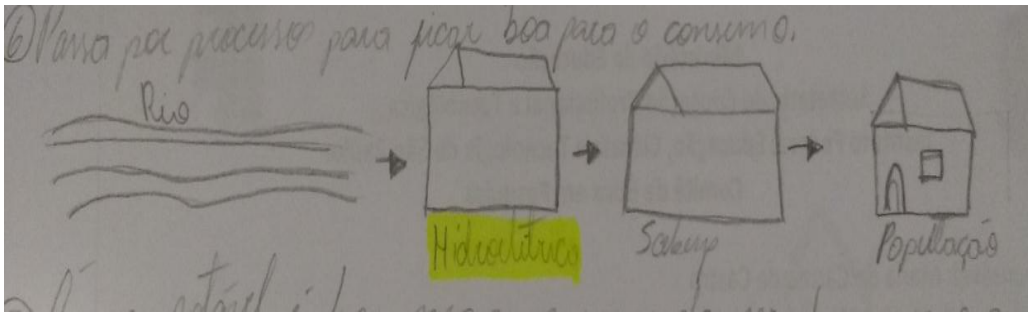


Figura 6: Exemplo da categoria V
Fonte: Produção do (Aluno A02)

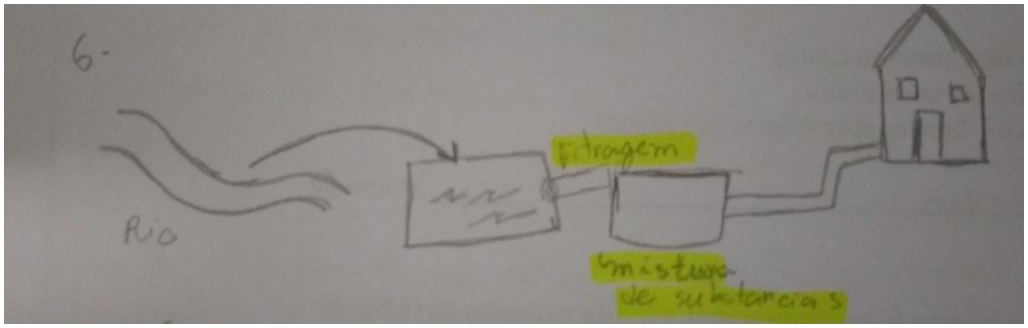


Figura 7: Exemplo da categoria III
Fonte: Produção do (Aluno A22)

A análise dos 21 desenhos produzidos indicou que apesar dos aprendizes não terem respondido à primeira parte da pergunta 6, causando grande preocupação na professora-pesquisadora, 17 deles demonstraram por meio dos desenhos, conhecer algumas das fases utilizadas no processo do tratamento da água, porém em 4 deles ainda ficou evidente certa confusão de conceitos científicos, como pode ser observado no desenho do aluno A02 que relaciona o tratamento de água com o processo de geração de energia elétrica pela água.

Essa evidência trouxe nova preocupação para a professora, visto que a desvinculação entre o ensino de Química e o cotidiano foi novamente ressaltada, o que ratificou as discussões de Santos e Mortimer (2002) sobre a necessidade se abordar temas sociocientíficos nas aulas. Além disso, esta evidência demonstro a necessidade de inter-relacionar a Química ao contexto social, pois para o cidadão participar ativamente da sociedade, ele precisa não só compreender a Química, mas a sociedade onde está inserido (SANTOS; SCHNETZLER, 2015).

5.2. Etapa II – Vamos ouvir uma música?

Nesta etapa intitulada “Vamos ouvir uma música?”, o lúdico e a arte foram incluídos na aula de Química, desenvolvendo a relação entre disciplinas escolares. Nela os alunos foram convidados a assistira um vídeo e a ouvir uma música. Assim, o tema em estudo “Água Potável” foi apresentado aos aprendizes de uma forma diferente do praticado no ensino tradicional. Essa etapa se desenvolveu por meio de um vídeo de curta duração em que imagens da água foram apresentadas em várias situações do cotidiano. Ao fundo, enriquecendo essas imagens, a música “Planeta Água" de Guilherme Arantes se apresenta na forma de som e também em legenda. O Quadro 9 descreve a letra da música, uma poesia que retrata o ciclo natural da água no planeta, enaltecendo o protagonismo da água para a vida, demonstrando sua força, beleza e vital importância para o nosso planeta. A música e o vídeo provocaram a sensibilização nos estudantes despertando o interesse, e assim o tema tornou-se mais atraente para eles.

Água que nasce na fonte
Serena do mundo
E que abre um
Profundo grotão
Água que faz inocente
Riacho e deságua
Na corrente do ribeirão...
Águas escuras dos rios
Que levam a fertilidade ao sertão
Águas que banham aldeias
E matam a sede da população...
Águas que caem das pedras
No véu das cascatas
Ronco de trovão
E depois dormem tranquilas
No leito dos lagos...
No leito dos lagos...
Água dos igarapés
Onde Iara, a mãe d'água
É misteriosa canção
Água que o sol evapora
Pro céu vai embora
Virar nuvens de algodão...
Gotas de água da chuva
Alegre arco-íris
Sobre a plantação
Gotas de água da chuva
Tão tristes, são lágrimas
Na inundação...
Águas que movem moinhos
São as mesmas águas
Que encharcam o chão
E sempre voltam humildes
Pro fundo da terra...
Pro fundo da terra...
Terra! Planeta Água...
Terra! Planeta Água...
Terra! Planeta Água...
Água que nasce na fonte
Serena do mundo
E que abre um
Profundo grotão
Água que faz inocente
Riacho e deságua
Na corrente do ribeirão...
Águas escuras dos rios
Que levam a fertilidade ao sertão
Águas que banham aldeias
E matam a sede da população...
Águas que movem moinhos ...
São as mesmas águas
Que encharcam o chão
E sempre voltam humildes
Pro fundo da terra...
Pro fundo da terra...
Terra! Planeta Água...
Terra! Planeta Água...
Terra! Planeta Água...(2x)

Guilherme Arantes

Quadro 9: Letra da Música “Planeta Água”
Disponível: https://www.youtube.com/watch?v=1BYIw3wq1b8

Essa etapa não teve objetivo avaliativo e, portanto não gerou categorias de análise, apenas a produção de desenhos demonstrando o ciclo hidrológico da água na natureza, na visão dos alunos. Ainda assim, como critério avaliativo no sentido de atividade valorizada em sala, geradora de créditos para a disciplina de Química, alguns desenhos se apresentaram mais elaborados que outros.

Como exemplo, trazemos a produção de dois estudantes, A06 e A30, que ilustram de forma clara o pensamento dos estudantes à respeito do assunto proposto, o ciclo hidrológico da água na natureza. Por meio dos desenho pode-se perceber que os estudantes apresentam um conhecimento sistematizado sobre o assunto. Ademais, a riqueza de detalhes no desenho do estudante A30, apresenta um conhecimento ainda mais refinado sobre o tema, evidenciando que esse conteúdo específico, presente no currículo de Ciências no sexto e nono ano do fundamental, foi aprendido de forma significativa para esses estudantes. As Figuras 8 e 9 apresentam a produção desses estudantes como exemplos do resultado final atingido nessa etapa.

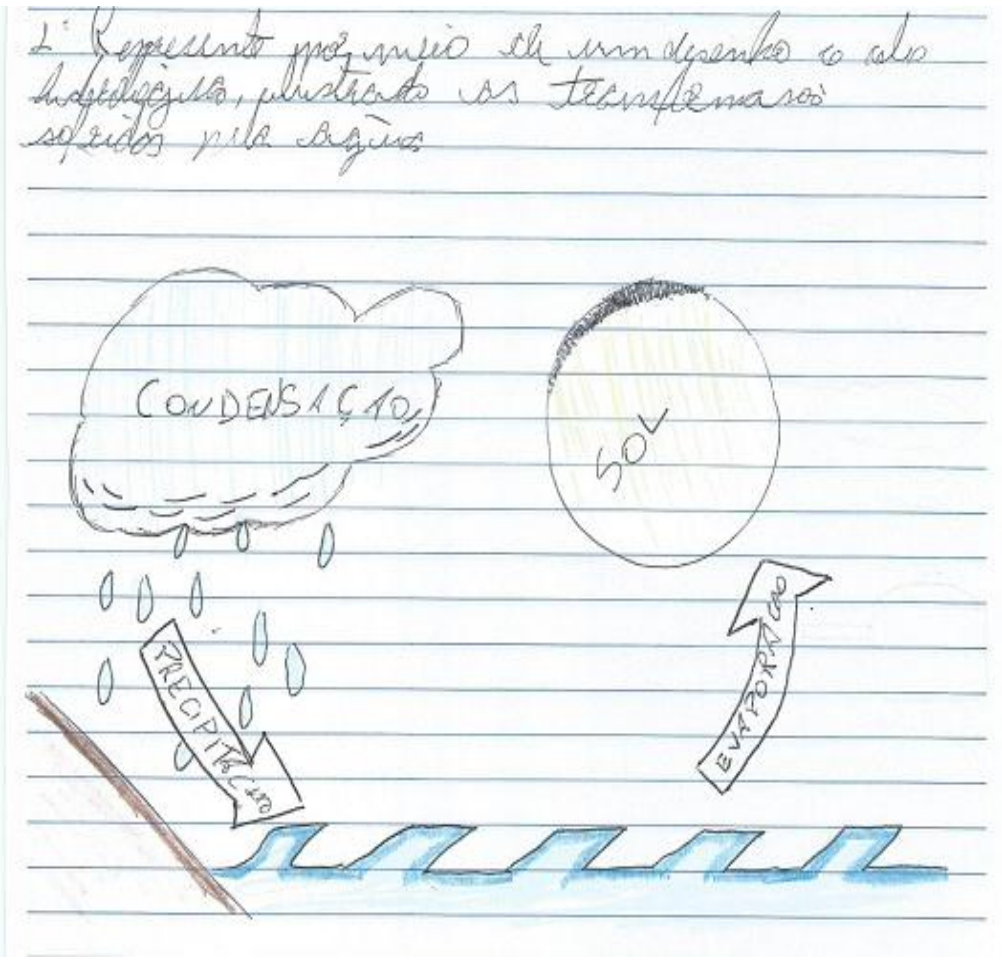


Figura 8: Produção do aluno A06 para o Ciclo hidrológico da Água na Natureza

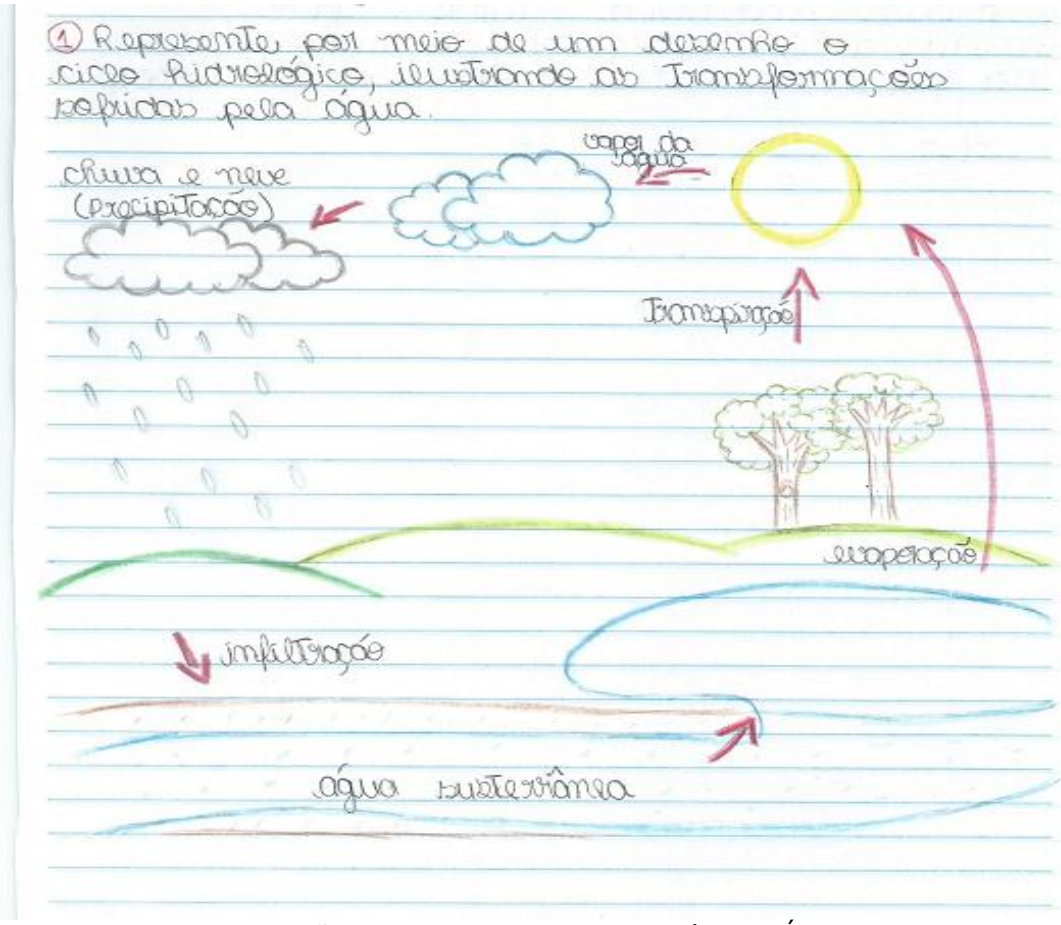


Figura 9: Produção do aluno A30 para o Ciclo hidrológico da Água na Natureza
Fonte: acervo das produções dos alunos

5.3 Etapa III – A aparência da água

A etapa intitulada “A aparência da Água” deu o início ás Sequências de Ensino Investigativa – SEIs, contidas na SD. A 1ª SEI teve como objetivos promover a reflexão sobre: as características da água potável, tratamento da água, o acesso a água de qualidade pela população e o uso racional da água potável, fomentando discussões sobre os aspectos sociais , políticos e econômicos envolvidos com o tema, propiciando a reflexão e pensamento crítico, e, a abordagem de conceitos químicos básicos, tais como: substâncias puras, misturas, tipos de misturas, processo de separação de misturas na indústria e no dia a dia, produtos químicos utilizados no tratamento da água e tecnologias envolvidas no tratamento da água potável.

Para desenvolver as atividades propostas durante a SEI, a turma foi organizada em grupos de 4 alunos, seguindo as recomendações de Carvalho (2013), que considera

o trabalho em grupo a forma ideal para se trabalhar com as atividades investigativas em sala de aula. Desse modo, a turma foi dividida em 9 grupos de 4 ou 3 alunos, identificados com as siglas G1 a G9.

A etapa consumiu 4 aulas de 50 minutos, exigindo duas semanas de trabalho para sua completa execução. O Quadro 10 apresenta os momentos, atividades, estratégias e os objetivos pretendidos para cada momento.

MOMENTOS	ATIVIDADES	ESTRATÉGIAS DE ENSINO	OBJETIVOS
1º	Apresentação da situação problema. Questionamentos 1 e 2.	Explanação	Incentivar o trabalho em grupo; Instigar os alunos por meio de questionamentos. Fomentar discussões dialógicas em sala de aula.
2º	Formulação das hipóteses	Argumentação e formulação de hipóteses.	Incentivar a discussão entre pares; Formular hipóteses.
3º	Pesquisa para construção de um filtro caseiro. Pesquisa sobre os produtos químicos utilizados no tratamento da água: quais são? usos? reparação?	Pesquisa	Incentivar a pesquisa. Promover o protagonismo. Desenvolver a capacidade leitora, escritora e de síntese. Desenvolver atitudes e comprometimento com os estudos.
4º	Experimentos: construção do filtro; preparo de soluções; teste das hipóteses; investigação.	Investigação. Experimentação.	Desenvolver ações manipulativas. Promover a linguagem científica. Promover a investigação. Construir os conhecimentos químicos básicos. Relacionar o conhecimento químico ao cotidiano.
5º	Discussão dos resultados dos testes das hipóteses em sala; Atividade avaliativa em sala de aula.	Discussões dialógicas; Produção dos alunos.	Promover a argumentação em sala de aula. Desenvolver a reflexão. Desenvolver o pensamento crítico. Sistematizar o conhecimento construído no coletivo e no individual.

Quadro 10: Planejamento da SEI- Aparência da água
Fonte: Elaborada pela autora

Além dos objetivos específicos propostos para a etapa III, procurou-se também desenvolver as habilidades escolares propostas para o ensino básico: observar, discriminar; apontar e identificar. Para tal, a professora dispôs de dois questionamentos prévios.

5.3.1 1º Momento: Apresentação da Situação Problema

Utilizando um béquer de 1L, a professora coletou uma amostra de 1000 mL de água da torneira da escola e colocou em cima da mesa. Ela pediu aos estudantes que observassem com atenção a amostra de água coletada e propôs o seguinte questionamento:

> *Questionamento 1:*
> *Esta é a água distribuída para nosso consumo diário. Observe sua aparência. Como é a aparência dessa água? Que características a aparência dessa água representa para vocês indicando que ela pode ser consumida com segurança?*

Utilizando outro béquer de 1L, uma segunda amostra de 1000 mL de água bruta foi colocada ao lado da primeira amostra. Essa segunda amostra foi coletada previamente pela professora no rio que abastece a cidade, o Rio Paraíba do Sul. Na sequência pediu aos estudantes que observassem com atenção a amostra de água bruta e depois comparassem com a primeira amostra da água potável. Em seguida propôs outro questionamento:

> Questionamento 2:
> *Essa é uma água bruta, coletada do rio que abastece nossa cidade. Qual a aparência dessa água? Ela possui a mesma aparência da água retirada da torneira? Que característica a aparência dessa água representa para vocês, indicando que ela não pode ser consumida com segurança?*

A Figura 10 apresenta as amostras de água bruta e de água potável utilizadas para a problematização da SEI.

Figura 10: Amostras de água bruta e potável.
Fonte: Acervo de fotos da Pesquisa

Após a observação e comparação entre as duas amostras de água apresentadas, a professora solicitou que todos os alunos respondessem de forma individual e por escrito os questionamentos propostos e dessa forma, colheu as concepções prévias dos estudantes.

Para a análise das respostas apresentadas pelos estudantes, cabe ressaltar que as mesmas não foram consideradas certas ou erradas, mas sim, procurou-se em seu interior, por meio da análise do conteúdo de Bardin (2011), as concepções dos estudantes sobre as características indicativas para o consumo das amostras de água pelos homens e animais.

Participaram desta etapa 31 estudantes e as respostas dadas por eles foram transcritas para as análises. Durante a análise mais aprofundada, após a leitura flutuante das respostas, foram analisadas as evidências, palavras que se repetiam nos enunciados das respostas, e deste modo surgiram as categorias de análise.

As respostas dadas ao questionamento tiveram um caráter muito simples, evidenciando a deficiência com o vocabulário científico, mas ainda assim, foi possível inferir quantidade e qualidade nelas, e destas, 5 categorias de análise emergiram. O Quadro 11 descreve as categorias e seus descritores.

NOME DA CATEGORIA	DESCRITOR	OCORRÊNCIAS
I – Tangenciou o tema	Relaciona as respostas que indicam incoerência da resposta em relação à pergunta.	2
II – Transparente	Relaciona as respostas que indicam associação entre a ausência de cor e a descontaminação.	6
III – Transparente e Limpa	Relaciona as respostas que indicam a distinção entre ausência de cor e a descontaminação.	6
IV – Limpa	Relaciona as repostas que indicam a ausência de contaminação pela ausência de cor.	4
V – Não respondeu	Relaciona a indisposição de responder.	13

Quadro 11: Categorias emergidas do questionamento 1 - Etapa III
Fonte: Elaborado pela autora

A análise do questionamento 1 evidenciou que parte dos estudantes extrapolaram o significado que a “aparência” da água representa o consumo seguro da água, ou seja, a sua potabilidade.

Dos 31 participantes deste questionamento, 6 consideram que apenas a ausência de cor (transparente) já abre possibilidade para o consumo seguro da água. Isso pode até parecer natural, visto que uma água cristalina desperta no imaginário das pessoas a ideia de pureza e descontaminação. Esse fato apresenta uma confusão conceitual científica preocupante, visto que para esses estudantes a transparência da água indica não só livre de sujeira, como também livre de microrganismos patogênicos. Essa constatação evidenciou outro desafio para o ensino de Química, as confusões conceituais provenientes do pensamento de senso comum.

Também foi possível verificar que outros 6 estudantes associaram à aparência da água o critério para o consumo transparência e limpeza. Essa expressão indicou implicitamente que esses estudantes já conseguem diferenciar a ausência de cor (transparente) com a ausência de micro-organismos patogênicos (limpa), demonstrando um conhecimento científico mais apurado e uma visão de mundo mais refinada. Essa inferência pode ser destacada pelo fato desses 6 alunos frisarem as duas expressões em suas respostas, indicando a forma de consumo seguro para a água, ou seja, *transparente e limpa*, evidenciando a situação ideal para a potabilidade da água.

Observamos que parte dos estudantes, 13 no total, não respondeu ao questionamento 1. Esse fato foi atribuído aos desafios já apontados anteriormente: a indisposição para responder às questões propostas em sala de aula devido ao conhecimento prévio frágil e a deficiência com as habilidades não consolidadas, leitora e escritora. Somado a esses desafios, constatou-se dois novos desafios, o desinteresse e desvalorização pela vida escolar apresentada por parte dos estudantes pelo fato de não encontrar sentido naquilo que é ensinado em sala de aula junto a sua vida no dia a dia.

Já 2 estudantes, responderam de forma desconexa o questionamento 1, portanto, tangenciaram o tema. Para esse fato foi atribuído a fragilidade nos conhecimentos prévios e uma visão de mundo deficitária.

Em relação ao questionamento 2, as respostas também foram transcritas e, da sua qualidade e quantidade, novas categorias de análise emergiram das respostas dadas. O Quadro 12 descreve as categorias derivadas das respostas e seus descritores.

NOME DA CATEGORIA	DESCRITOR	Ocorrências
I - Diferenciação das amostras pelo tratamento da água.	Agrupa as respostas que relacionam a diferença na aparência das amostras ao tratamento da água.	1
II - Não Responderam	Agrupa a quantidade de alunos que demonstraram indisposição em responder.	6
III - Diferenciação das amostras sem justificativa.	Agrupa as repostas que relacionaram a diferença na aparência das amostras sem nenhum argumento lógico.	7
IV - Diferenciação das amostras com justificativa.	Agrupa as respostas que relacionam a diferença na aparência das amostras por meio de argumento próprio.	7
V - Diferenciação das amostras utilizando as fases do tratamento da água.	Agrupa respostas que relacionam a diferença na aparência das amostras a fases bem específicas do tratamento da água.	10

Quadro 12: Categorias emergidas do Questionamento 2 da Etapa III
Fonte: Elaborada pela autora

A análise do segundo questionamento identificou que os estudantes tiveram muita facilidade em diferenciar a aparência das amostras de água observadas. Essa constatação parece ingênua a princípio, visto que a diferença entre elas é óbvia, mas ao analisar atentamente as respostas dadas percebe-se que há muito a discutir, seja a respeito dos conhecimentos químicos envolvidos com a aparência das amostras, seja em relação à perspectiva CTS, também envolvida com a aparência das amostras, afinal o acesso a água de qualidade é garantia de saúde e economia para uma sociedade.

Dos 31 respondentes, 7 demonstraram dificuldade em expressar verbalmente uma justificativa mais rica para a diferença na aparência das amostras. Essa constatação foi possível porque boa parte dos estudantes respondeu à questão utilizando um simples *não.* Esse fato foi atribuído à dificuldade que os estudantes apresentam com a linguagem científica, o que Sasseron (2015) evidencia em seus estudos em relação à Alfabetização Científica nas aulas de Ciências e, evidenciando outro desafio, a deficiência com a alfabetização científica nas aulas de Química.

Verificou-se que 7 estudantes conseguiram justificar a diferença entre as amostras de água por meio de adjetivos (suja, nojenta, contaminada). Esse fato demonstrou um avanço conceitual apresentado por esse grupo de estudantes em relação ao primeiro, mas ainda assim, a dificuldade em se expressar cientificamente ficou novamente evidenciada.

Outra parte dos estudantes, 13 deles diferenciaram a aparência das amostras por meio de uma ou de outra fase do processo de tratamento da água (filtração, peneiração, decantação) indicando um saber escolar mais refinado e um conhecimento de mundo mais sólido.

Somente 1 aluno relacionou a diferença na aparência das amostras com o tratamento da água por completo, evidenciando um conhecimento escolar sólido e inter-relacionado com as situações do dia a dia.

Finalizando a análise dos questionamentos, 6 alunos não responderam, evidenciando novamente a indisposição para responder.

5.3.2 2º Momento: Formulação das hipóteses

O segundo momento iniciou-se com o aproveitamento das argumentações fomentadas entre os pares no primeiro momento. Por meio do segundo momento, procurou-se desenvolver as habilidades de levantar suposições, de fazer antecipações e a de fazer prognósticos por meio da formulação de hipóteses ao principal problema social apresentado por esta SEI.

> **O problema:**
> *Vocês observaram a aparência e as características das duas amostras de água apresentadas. Agora eu proponho uma questão problema para vocês resolverem: O que fazer para tornar a aparência da água bruta igual à aparência da água potável? Peço que vocês discutam novamente com seus pares (grupo) e formulem hipóteses para resolver esse problema. As hipóteses devem ser registradas por escrito porque serão posteriormente testadas por vocês.*

Após a formulação das hipóteses pelos grupos, cada grupo recebeu uma amostra de 200 mL da água bruta. As amostras foram identificadas com a sigla de cada grupo, e estes, ao recebê-las foram orientados a utilizá-las para testar suas hipóteses. O objetivo era resolver o problema proposto.

A partir desse momento, o problema passou a ser de responsabilidade dos grupos e estes deveriam resolvê-lo investigando, pesquisando, discutindo com seus pares e, portanto, construindo conhecimentos.

Como objetivo final a ser atingido, ao final dos testes das hipóteses, a amostra de água bruta deveria ficar com a mesma aparência da água potável.

Os grupos discutiram a situação problema e formularam suas hipóteses, que foram agrupadas em quatro categorias. O Quadro 13 apresenta essas hipótese e os grupos correspondentes.

CATEGORIAS	HIPÓTESES	GRUPOS
I	Filtrar.	G1 e G7
II	Decantar e Adicionar produtos químicos e Decantar.	G2, G3, G8 e G9
III	Adicionar produtos químicos, decantar e filtrar.	G4 e G5
IV	Não formulou hipóteses.	G6

Quadro 13: Hipóteses formuladas na Etapa III
Fonte: Elaborada pela autora

Diante das hipóteses propostas, a professora conversou reservadamente com cada grupo para orientá-los sobre os materiais e os reagentes a serem utilizados e a pesquisa teórica necessária para realização dos testes das hipóteses. Experimentos esses que seriam feitos na aula da semana seguinte.

Para os grupos que indicaram o uso da filtração, categorias I e III, a professora orientou para realização de uma pesquisa sobre a construção de um filtro caseiro com materiais recicláveis de baixo custo. Para os grupos que indicaram o uso de produtos químicos, categorizados como II e III, a professora orientou para que eles pesquisassem sobre os produtos químicos que eles se referiram quando formularam suas hipóteses como esses produtos deveriam ser usados para tratar as suas amostras e, como eles ajudariam na fase da filtração e na fase da decantação, também sugeridas por eles.

Para o grupo G6 (categoria IV) que não formulou hipótese, a orientação foi para que o grupo também fizesse a pesquisa sobre o tratamento da água e providenciasse o material solicitado para a construção do filtro caseiro.

Esse momento evidenciou a primeira potencialidade da SD: motivação, interesse e engajamento dos aprendizes nas aulas de Química, gerados pela expectativa dos testes das hipóteses mediante a experimentação.

5.3.3 3º Momento: Orientação à pesquisa

As pesquisas foram realizadas como tarefa para casa e tiveram um caráter muito importante, visto que delas dependia a continuidade dos trabalhos e o bom andamento dos testes das hipóteses.

Objetivou-se com esse momento orientar os grupos quanto às pesquisas que deveriam ser realizadas no sentido de proceder ao teste de suas hipóteses. Cada grupo recebeu uma orientação diferente, e esta orientação estava diretamente ligada à hipótese formulada pelo grupo. Exemplo: o grupo que formulou a hipótese – "Usar produtos químicos", deveria pesquisar quais produtos e como eles deveriam ser preparados e utilizados para resolver o seu problema. E assim cada grupo foi orientado individualmente.

5.3.4 4º Momento: Testes das Hipóteses

Objetivou-se com esse momento promover ações manipulativas por meio da experimentação investigativa. Este momento se estruturou nas discussões de Carvalho (2013) que fundamenta que as ações manipulativas permitem ao aluno a passagem para ações intelectuais. Além disso, com o quarto momento, procurou-se desenvolver outras habilidades, também contempladas na Educação Básica, ou seja, analisar, julgar, criticar, apresentar conclusões e fazer generalizações.

Os estudantes foram organizados em seus grupos de origem e a aula iniciou-se com a discussão da pesquisa e da apresentação do material solicitado para a construção do filtro caseiro.

Dos nove grupos formados, 4 grupos (G9, G8, G2 e G5) fizeram a pesquisa e trouxeram o material, 3 grupos (G1, G4 e G7) trouxeram o filtro pronto de casa, indicando forte envolvimento com as atividades proposta, visto que para trazerem o filtro pronto, eles tiveram que fazer a pesquisa e somente 2 grupos (G3 e G6) não pesquisaram e não trouxeram o material solicitado. Para esses dois últimos grupos, a professora interveio, tanto no sentido de chamar a atenção deles pela falta de compromisso e interesse, como também no sentido de suprir o inconveniente, pois além de dar andamento aos trabalhos de pesquisa, a pesquisadora também tinha a

responsabilidade para com estes alunos como professora regente da turma, e como tal, tinha que agir no sentido de integrar todos na aula e não exclusivamente na prática.

O fato de alguns grupos não realizarem as pesquisas solicitadas ou de não providenciarem o material solicitado ratifica o desafio relacionado ao desinteresse e a falta de comprometimento com a vida escolar apresentado por parte de alguns estudantes. Ressalta-se nesse ponto que a vida moderna, onde pais e mães nos dias atuais necessitam trabalhar o dia todo para o sustento do lar, acaba por influenciar de forma negativa as obrigações de pais em relação à vida escolar de seus filhos, ou seja, verificar tarefas, notas, comportamento, enfim, os direitos e deveres de seus filhos enquanto estudante.

Prevendo as inconveniências, a professora já tinha preparado com antecedência os materiais e reagentes que seriam usados nos experimentos. Também levou um filtro construído por ela com materiais recicláveis, utilizando: 2 garrafas pet transparente de 2L, cascalho, areia de gramaturas diferentes, carvão ativado e algodão.

A partir desse ponto da aula, os grupos foram orientados conforme o estágio em que cada um deles se encontrava dentro da tarefa. Aqueles que iriam montar o filtro em sala, e aqueles que já tinham o filtro pronto e apenas necessitavam de material para a construção do filtro. Antes da construção, os alunos demonstraram como seriam constituídos seus filtros, na forma de um projeto realizado por meio de um desenho. Esse cuidado foi tomado na intenção de fixar os conceitos químicos assimilados por meio da pesquisa realizada e também corrigir possíveis erros conceituais ou de execução na construção dos filtros.

A Figura 11 mostra o desenho do grupo G1, e nele percebe-se uma confusão de conceitos, pois a terra foi usada como uma das camadas do filtro. A professora salientou a pequena confusão, ajudou o grupo a corrigir a falha e a construção do filtro físico se deu de maneira correta.

Construídos os filtros, os grupos que indicaram o uso de produtos químicos no tratamento procederam à preparação das soluções segundo suas pesquisas, que envolveram não só o nome dos produtos químicos utilizados no tratamento da água, mas também a forma como deveriam ser utilizados, ou seja, construíram o

conhecimento químico sobre a concentração de soluções. Enquanto isso, o restante da turma observava a preparação e aprendia com seus colegas por meio da demonstração.

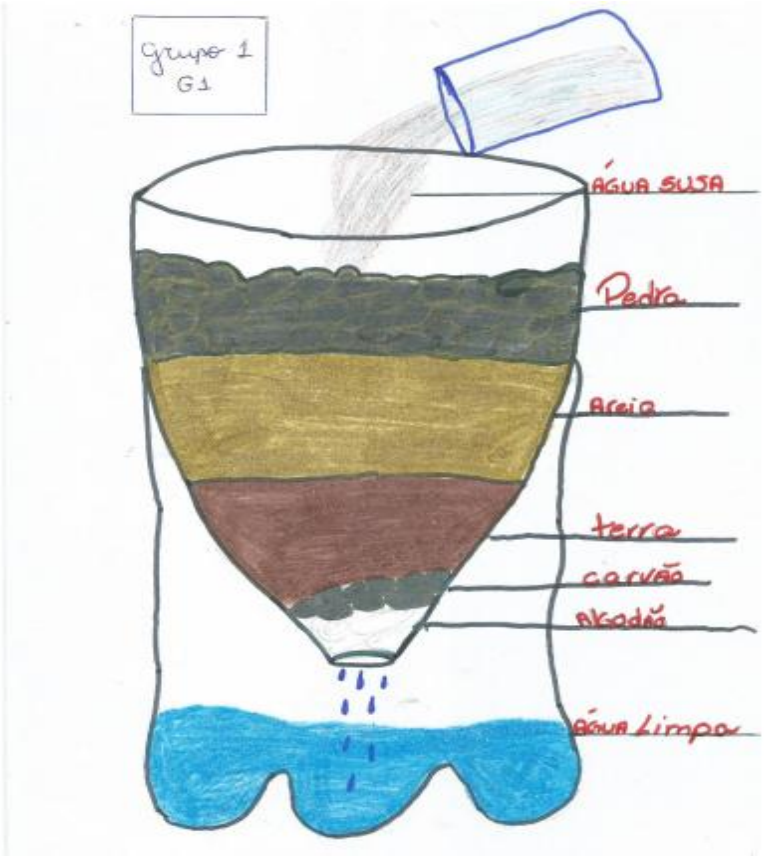


Figura 11: Projeto do Filtro - grupo G1
Fonte: Acervo da pesquisa - produção dos alunos

Os grupos G2, G3, G8 e G9 prepararam a solução de sulfato de alumínio 7 $g.L^{-1}$ os grupos G4 e G5 prepararam a solução de hidróxido de cálcio 3 $g.L^{-1}$ e o grupo G1 foi convidado para preparar a solução de água sanitária 2%.

Nesta etapa de preparação das soluções, cabe ressaltar que a mediação da professora se fez muito necessária, devido à inexperiência e insegurança dos estudantes diante de todas as novidades que a prática proporcionou a eles, deixando a pesquisadora atordoada. Terminada a preparação das soluções, cada grupo procedeu ao teste de suas hipóteses.

Os grupos G1 e G7 somente filtraram suas amostras e anotaram as suas observações. A Figura 12 mostra o resultado dos grupos G1 e G7.

Figura 12: Resultado das Hipóteses: grupos G1 e G7
Fonte: acervo de fotos da pesquisa

Os grupos G2, G3, G8 e G9 adicionaram às suas amostras os produtos químicos segundo os roteiros retirados de suas pesquisas (para 200 mL de amostra, 8 gotas de água sanitária 2%, 15 gotas de hidróxido de cálcio 3 $g.L^{-1}$ e 30 gotas de sulfato de alumínio 7 $g.L^{-1}$). Após a adição dos produtos químicos, as amostras ficaram em repouso por 10 minutos em decantação. Os resultados foram observados e os grupos fizeram suas anotações. A Figura 13 mostra os resultados dos grupos G2, G3, G8 e G9.

Figura 13: Resultado das Hipóteses: grupos G2, G3, G8 E G9.
Fonte: Acervo de fotos da pesquisa

Os grupos G4 e G5 adicionaram produtos químicos às suas amostras segundo as orientações da pesquisa feita pelo grupo G5 e, em seguida, deixaram as amostras decantarem durante 10 minutos. Após decantação realizaram a filtração do líquido sobrenadante da decantação e anotaram as observações. A Figura 14 mostra os resultados alcançados dos grupos G4 e G5.

Figura 14: Resultado das Hipóteses: grupos G4 e G5.
Fonte: Acervo de fotos da pesquisa

O grupo G6 somente observou os trabalhos dos demais grupos, visto que não tinham hipóteses para testar. A indisposição em formular hipóteses no momento devido, fez com esse grupo ficasse à margem dos trabalhos dessa etapa. Ainda assim, pela observação participante, foi possível notar que os integrantes desse grupo passaram a dar mais importância ao trabalho que estava sendo desenvolvido depois do ocorrido, pois perceberam por eles mesmos que a falta de interesse e compromisso os deixou à margem dos demais grupos. Esse fato evidenciou uma potencialidade da SD, a mudança de atitude devido à reflexão sobre o próprio comportamento, ressaltando que as escolhas erradas ou certas tem suas consequências diretas para a vida escolar e principalmente para a vida de forma individual ou em sociedade.

A professora seguiu as recomendações de Carvalho (2013) que fundamenta que não se deve obrigar o aluno a participar das atividades investigativas, pois se assim o fizer, esta acaba por perder seu objetivo principal, que é a descoberta e a construção do próprio conhecimento. Como a professora ignorou essa indisposição e utilizou o tempo livre para dar atenção os demais grupos, os integrantes do grupo G6 perceberam por eles mesmos, que a perda maior foi deles e assim, mudaram de atitude e postura. Esse fato reforçou o surgimento de conteúdos conceituais, atitudinais e procedimentais, conforme discutem Zabala (1998) e Bernini (2012), os estudantes mudaram de atitude e desenvolveram uma nova postura em relação ao trabalho que estava sendo desenvolvido, ou seja, pela observação participante e o aumento na produção de tarefas foi possível medir a diminuição da indisposição em participar e responder às questões propostas. Os estudantes refletiram sobre o próprio comportamento rebelde e, assim, os verbos vinculados aos conteúdos referidos foram aflorados durante a atividade, tais como: observar, planejar, executar e registrar, próprios do conteúdo procedimental e,

comportar-se, respeitar, estar sensibilizado, ter autonomia, próprios do conteúdo atitudinal. Esse momento foi sensibilizador, fazendo os estudantes refletirem sobre suas ações enquanto seres humanos e a mudança de atitude aconteceu naturalmente, sem conflito ou confrontos em sala de aula, e felizmente com muito aprendizado.

A amostra do grupo G6, Figura 15, permaneceu inalterada, pois não sofreu nenhum tratamento. O problema não foi resolvido por falta de ação e disposição em resolvê-lo.

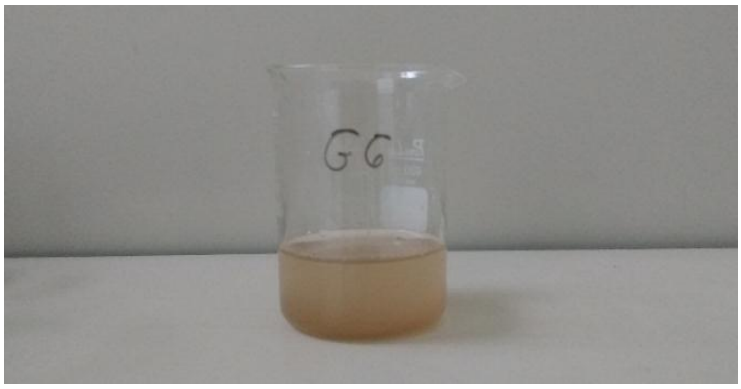


Figura 15: Resultado da falta de Hipótese: grupo G6
Fonte: Acervo de fotos da pesquisa

Analisando os resultados, as amostras dos grupos G1 e G7 continuaram turvas, o que levou a refutação de suas hipóteses, pois só a filtração não resolveu o problema.

As amostras dos grupos G2, G3, G8, G9 ficaram mais transparentes, no entanto, o fundo do béquer ficou com sedimentos, o que levou a uma discussão sobre a validação ou refutação de sua hipótese. Nesse caso a hipótese foi refutada, visto que o problema não foi resolvido por completo.

As amostras dos grupos G4 e G5 ficaram com aparência bem próxima à da amostra da água potável, o que permitiu a validação de suas hipóteses, ou seja, com o problema resolvido.

Após a discussão dos resultados dos testes das hipóteses, os estudantes foram convidados a observar as amostras de todos os grupos e discutir o que tinha acontecido com cada uma delas. Nessa hora, o tumulto foi geral. Os estudantes falavam ao mesmo tempo, reforçando seus acertos e salientando os “erros” dos outros. Foi preciso a mediação intensa da professora no esforço de acalmar a turma, bem como salientar aos

grupos que não existe certo ou errado em Ciências e sim, situações a serem analisadas após o teste das hipóteses formuladas e testadas por eles.

Foi aberta uma discussão dialógica sobre como ficaram cada uma das amostras e desta discussão foi possível construir vários conceitos químicos, tais como: misturas homogêneas e heterogêneas; processos de separação de misturas; solubilidade; soluções; concentração de soluções; produtos químicos utilizados no tratamento da água e o próprio tratamento de água.

Todos os grupos compreenderam a necessidade da filtração, fazendo uma ligação com as etapas de uma Estação de Tratamento de Água (ETA), uma vez que o sucesso dessa etapa depende de outras como: a adição de produtos químicos, floculação, decantação para depois acontecer a filtração. Um conhecimento importante que relaciona elementos do ensino CTS, visto que por meio dessa etapa, foi possível promover a tomada de consciência ambiental devido ao paralelo que a professora propôs para os aprendizes refletirem, salientando os custos relacionados ao tratamento da água em larga escala, bem como seu uso racional, vindo ao encontro das discussões feitas por Chassot (2004), um ensino encharcado de realidade.

Essa etapa foi motivadora, proveitosa, divertida e difícil ao mesmo tempo. Gerou muita curiosidade nos alunos, pois eles queriam saber o porquê de tudo, e como a intenção da abordagem investigativa é a construção do próprio conhecimento e não repassar conceitos prontos e acabados, a professora teve que fazer um esforço muito grande para não dar as respostas, outro desafio e potencialidade encontrada ao mesmo tempo, a reflexão sobre a prática docente. A Figura 16 apresenta o resultado final dos testes das hipóteses da Etapa III - A Aparência da Água.

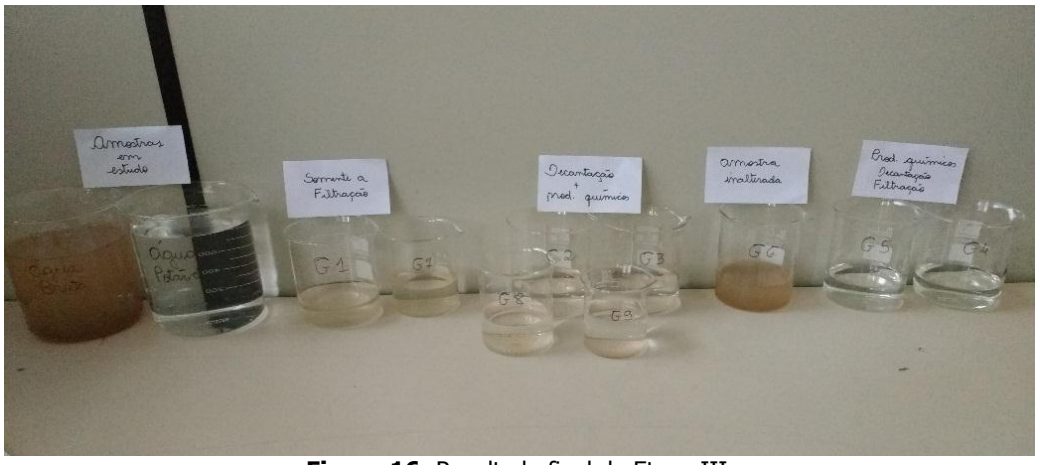


Figura 16: Resultado final da Etapa III
Fonte: Acervo de fotos da pesquisa

5.3.5 5º Momento: Sistematização do conhecimento

Objetivou-se com este momento, sistematizar o conhecimento construído de duas formas: coletiva e individual. A forma coletiva foi realizada por meio de uma roda de conversa, em que cada grupo pode discutir seus resultados. Desse modo, todos os estudantes em seus grupos tiveram a oportunidade de explicar suas ações e o seu proceder no sentido de resolver o problema proposto pela SEI. Dessa forma, sistematizaram coletivamente o conhecimento construído por meio da socialização do mesmo. Carvalho (2013) destaca também a importância da sistematização individual e, para isso, os estudantes foram convidados a produzir um pequeno texto descrevendo suas impressões e o aprendizado adquirido nesta e etapa. Trazemos para essa discussão alguns trechos dos textos com as falas dos estudantes, demonstrando o aprendizado conceitual e as evidências das possíveis mudanças nas atitudes, uma das principais consequências do Ensino CTS – conteúdos atitudinais.

> *"Eu aprendi muitas coisas ótimas nas aulas, como a qualidade da água e suas propriedades químicas para o consumo" (Aluno 31).*
>
> *"Neste projeto aprendemos a importância da água em nossa vida, aprendemos que não devemos desperdiçar água boa" (Aluno A18).*

Diante das falas transcritas dos textos produzidos pelos estudantes, foi possível verificar que houve aprendizado de conceitos químicos ligados à consciência ambiental evidenciado pela fala do estudante (A31) que traz a qualidade da água e suas propriedades químicas. Junto a esse, podemos inferir também que houve o exercício da reflexão, visto a relação realizada por esse estudante (A18) evidenciada em sua fala

sobre a necessidade de não desperdiçar “água boa”, ou seja, água tratada. Portanto é possível inferir que por meio da etapa III, foi possível desmistificar a ideia de senso comum sobre complexidade de seus saberes químicos ao aproximá-lo de questões cotidianas dos estudantes, favorecendo a aprendizagem e enriquecendo a argumentação deles. No entanto, esclarecemos que a Química continuou sendo difícil, porém mais humana e acessível para esses estudantes.

5.4 Etapa IV - Medição de pH

A etapa III, intitulada “Medição de pH”, deu início a segunda SEI contida na SD. Objetivou-se com esta etapa, promover a reflexão e discussão sobre: a proteção do sistema de abastecimento de água; os aspectos sociais, políticos e econômicos envolvidos ao acesso da população à água de qualidade; desenvolver os conceitos químicos relacionados ao tema, como caráter ácido-base das substâncias, indicadores ácido-base, pH, medição de pH, equilíbrio químico, parâmetros de potabilidade da água e tecnologias envolvidas no tratamento da água potável. A etapa IV foi executada em 5 momentos distintos, consumindo 2 aulas de 50 minutos e apesar de parecer pouco tempo para muitos objetivos, a etapa transcorreu da forma pretendida.

Para tanto, os momentos dessa etapa se fundamentaram nos trabalhos de Santos e Mortimer (2002) e de Santos e Schnetzler (2015), que defendem como forma ideal para abordagem da Educação CTS em sala de aula, e também como melhor forma para organizar os materiais de ensino CTS: (1) O uso de um tema social, no caso a “água potável”; (2) Estudo do conhecimento científico e tecnológico necessário para entender o tema social, no caso, como e por que medir o pH de substâncias cotidianas, a água potável; e (3) Retomada da discussão do tema, no caso deste trabalho foi utilizado o texto que trata sobre os parâmetros de potabilidade da água potável e suas implicações na proteção do sistema de abastecimento e na saúde pública. O Quadro 14 descreve as atividades e objetivos propostos para essa etapa.

MOMENTOS	ATIVIDADES	ESTRATÉGIAS DE ENSINO	OBJETIVOS
1º	Questionamento Inicial	Argumentação	Coletar conhecimento prévio dos alunos.
2º	Experimentação e Investigação	Experimentos	Desenvolver ações manipulativas; incentivar a pesquisa; promover a investigação; promover a reflexão; desenvolver a capacidade de emitir conclusões sobre fenômenos e acontecimentos.
3º	Leitura e interpretação de texto	Interpretação de texto.	Ampliar as reflexões; promover a reflexão, promover o pensamento crítico; enriquecer conhecimentos prévios.
4º	Divulgação dos resultados	Discussões dialógicas	Socializar conhecimentos; Sistematizar os conhecimentos construídos.
5º	Questionamentos Finais da Etapa	Produção dos alunos	Avaliar o aprendizado; Identificar mudança nas atitudes e valores formados.

Quadro 14: Planejamento da SEI- Medição do pH
Fonte: Elaborado pela autora

5.4.1 1º Momento: Questionamento Inicial

Para o momento, foi aplicado um questionamento com três questões no sentido de levantar discussões entre os grupos, e com isso coletar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca do tema em estudo, em especial o conceito de pH. O questionamento foi realizado pela professora de forma oral, e os estudantes deveriam responder também de forma oral. A professora registrou por meio da observação participante a dificuldade dos alunos em responder sobre o assunto tratado.

Questão 1: O que você entende por pH?

Questão 2: Por que é preciso controlar o pH da água potável após o tratamento?

Questão 3: Qual o pH ideal para a água potável?

A análise das repostas evidenciou que o tema pH era desconhecido pela maioria dos aprendizes, pois dos 31 participantes dessa etapa, 30 não conseguiram responder à questão, destacando novamente a fragilidade de conhecimentos prévios. Apenas 1

aluno mencionou o pH como um elemento que faz mal à saúde das pessoas, ressaltando que o tema era algo novo para ele, e, também para toda a turma. Para a melhor compreensão, a resposta do estudante para a questão 3 foi transcrita:

> *"Porque o pH tem que estar certo senão causa mal à saúde das pessoas" (Aluno A2).*

5.4.2 2º Momento: Experimentação e Investigação

Neste momento, foi desenvolvido o experimento investigativo. Para tal, a turma foi novamente organizada em seus grupos de origem, como recomenda Carvalho (2013), e outra vez, foram colocados diante de uma nova situação problema.

> **Problema:**
> *Pessoal, estou colocando diante de vocês 7 soluções preparadas com substâncias encontradas em nosso dia a dia, escolar ou caseiro. Como vocês podem observar todas elas são incolores. Informo que a água tratada por vocês na etapa anterior está entre elas. O problema é o seguinte: vocês deverão classificar essas soluções, depois vocês deverão medir o pH de cada uma delas e por último vocês irão identificar cada uma delas. Dica: para fazer isso tudo, vocês devem recorrer ao conceito de ácido e base, conteúdo estudado pela disciplina de Química no ano de vocês.*

Após a problematização, o problema passou a ser dos grupos e estes começaram a trabalhar de modo a resolvê-lo por meio da investigação. Para tal, recorreram à pesquisa teórica e ao uso do conhecimento científico e tecnológico disponível para resolver esse tipo de problema. Na análise desse momento utilizamos como fundamentação os trabalhos de Santos e Mortimer (2002) e de Santos e Schnetzler (2015) sobre o ensino e a organização dos materiais na Educação CTS, o "Estudo do conhecimento científico e tecnológico necessário para entender o tema social".

Vale ressaltar que a pesquisa teórica realizada se desenvolveu dentro da sala de aula pelos grupos, por meio de livros didáticos que a professora-pesquisadora disponibilizou para esse fim. Cada grupo recebeu três livros didáticos de diferentes autores, sendo eles: (1) Química: Martha Reis, v.2. Editora: Ática, 2014; (2) Ser Protagonista: Vários autores, v.2. Editora: SM, 2016 e (3) Química: Mortimer; Machado, v.2. Editora: Scipione, 2017. Ilustra-se oportunamente que os livros distribuídos para os grupos com o objetivo de pesquisa, fazem parte do acervo mantido pela professora-pesquisadora em sua rotina de sala de aula.

Na necessidade de otimizar o tempo e agilizar o andamento da prática, as 7 soluções problemas foram preparadas previamente pela professora. Sendo que todas elas foram preparadas na forma de soluções bem diluídas, sem a preocupação em estabelecer uma concentração precisa. Dessa forma, com a ajuda dos alunos líderes dos grupos, amostras de 100 mL das 7 soluções foram dispostas nas bancadas improvisadas para cada um dos 9 grupos. Para dar ênfase à prática, visto que haveria mudanças de cores, fenômeno que desperta o interesse dos alunos, as amostras foram colocadas em 7 tubos de ensaio, enfileirados em suporte próprio de modo a facilitar ao máximo as observações por parte dos estudantes.

Para a preparação das soluções incolores problemas, tomou-se o cuidado de escolher substâncias de uso comum, tanto de uso caseiro, como de uso rotineiro em laboratórios didáticos de Química. Com esse cuidado foi possível minimizar a estranheza por parte dos alunos em relação a substâncias diversas do dia a dia deles e ao mesmo tempo, facilitou a identificação das substâncias, favorecendo assim a aprendizagem. O Quadro 15 apresenta as soluções problemas escolhidas para o desenvolvimento da prática.

SOLUÇÕES PROBLEMAS
Solução de Ácido Clorídrico.
Solução de Vinagre.
Solução de Limão.
Solução de Cloreto de Sódio.
Solução de Bicarbonato de Sódio.
Solução de Hidróxido de Sódio.
Água Potável.

Quadro 15: Substâncias utilizadas na prática da Medição do pH
Fonte: Elaborada pela autora

Devido à grande quantidade de conteúdos e conceitos novos pesquisados, os estudantes tiveram muita dificuldade em sintetizar as ideias mais importantes, ou seja, aquelas que poderiam ajudá-los a resolver o problema proposto. Portanto, a professora teve que intervir junto, ajudando os grupos a organizarem seus pensamentos e descobertas. A intervenção foi necessária, caso contrário, a prática ficaria muito prejudicada e não aconteceria da forma satisfatória, tanto para os estudantes quanto para a professora-pesquisadora, prejudicando a pesquisa. No entanto, a intervenção

aconteceu no sentido de auxiliar os grupos a compreender melhor os conteúdos químicos, que para os estudantes, apresentaram-se muito complexos. Além disso, nova forma de aprender os conceitos estava sendo apresentada de maneira completamente nova para eles, contrária à forma tradicional, o que justificou a dificuldade. A intervenção aconteceu de forma intensiva, contudo procurou não enfraquecer o caráter investigativo da atividade, mas sim, sinalizando outro desafio encontrado, a dificuldade com a habilidade de síntese apresentada pelos estudantes.

Nesse sentido a professora fez uma pequena exposição oral abordando os conceitos de pH, escala de pH de 0 a 14 e indicadores de pH, no sentido de ajudar os grupos a se organizarem novamente para que a prática pudesse prosseguir com o foco na investigação.

Com as pesquisas realizadas, os estudantes verificaram a necessidade do uso de indicadores de pH, como a fenolftaleína, além do uso de equipamentos específicos como o pHmêtro para medir o pH das substâncias.

Prevendo a dificuldade que seria encontrada em relação a precariedade de equipamentos e reagentes na escola pesquisada, a professora sugeriu aos grupos que encontrassem formas alternativas para resolver o problema. Assim, o indicador escolhido pelos grupos foi a solução de repolho roxo, citada nos livros didáticos dos autores: Mortimer; Machado, 2017 e Ser Protagonista, 2016. Desse foi preparado a solução de repolho roxo seguindo o roteiro apresentado no livro do Mortimer e Machado (2017 p.176). Ressalta-se que preparação da solução de repolho roxo foi realizada pelos grupos. Cada grupo produziu seu próprio indicador utilizando o material prévio que a professora pesquisadora havia conseguido, sem custo, na feira livre que acontece no bairro onde a escola se situa. A feira acontece todas as quartas feiras a noite.

Portanto, nessa etapa, para resolver o problema proposto, os grupos se fundamentaram em suas próprias pesquisas e na ajuda fornecida pela professora com a intervenção, além do uso de tecnologia alternativa e de baixo custo, fitas caseiras preparadas com solução de repolho roxo para classificar as soluções problemas por meio do conceito químico ácido-base.

No sentido de contribuir com as pesquisas realizadas pelos grupos, a professora distribuiu uma escala de pH produzida em cores, por meio da adição da solução indicadora de repolho roxo. Essa escala continha uma variação de valores de pH de 0 a 14 organizados em cores. Esclarece-se que a escala distribuída é muito parecida com a escala que os grupos identificaram no livro pesquisado, porém mais completa, oportunizando a ampliação do conhecimento construído, característica também ressaltada nas discussões de Carvalho (2013) para o Ensino de Ciências por Investigação.

A Figura 17 apresenta a escala de pH distribuída pela professora aos grupos. Por meio dela é possível verificar a cartela de cores produzida pela solução de repolho roxo em uma escala de valor do pH de 0 a 14.

Figura 17: Escala de pH em cores produzida com solução de Repolho Roxo
Fonte: www.abq.org.br

Após a pesquisa, pelo fato dos estudantes já estarem mais familiarizados com a abordagem investigativa e também com as atividades práticas de experimentação, os grupos conseguiram resolver a primeira parte do problema. Classificaram as substâncias problemas em ácidas e alcalinas, utilizando o conceito ácido-base. Para tal, utilizaram uma fita caseira idealizada pela professora, e preparada por eles. As fitas foram preparadas com papel de filtro comum utilizado para preparar café no dia a dia, embebido na solução de repolho roxo. O filtro ficou de molho na solução de repolho roxo por uns 5 minutos, de forma que a solução penetrasse nas fibras do papel. Depois os filtros foram colocados para secar. Secos, os filtros foram cortados em pequenas tiras. A Figura 18 mostra a imagem das fitas caseiras produzidas pelos grupos para a classificação das soluções problemas.

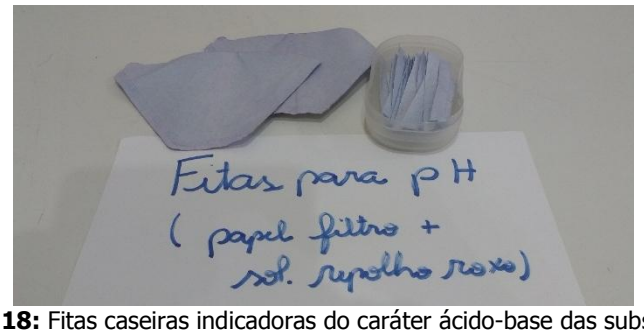


Figura 18: Fitas caseiras indicadoras do caráter ácido-base das substâncias
Fonte: Acervo de fotos da pesquisa

Para a produção das fitas caseiras os estudantes contaram com a ajuda da professora. Nesse momento, foi preciso contextualizar para promover a reflexão e manter o caráter investigativo da prática.

Quando as atividades se afastam do caráter investigativo, Carvalho (2013, p.16) recomenda à contextualização social do conhecimento e/ou ao aprofundamento do conteúdo, no sentido de "para saber mais". Nesse sentido, para garantir o cunho investigativo da produção das fitas, a professora procurou contextualizar por meio das perguntas: *"O que vocês acham que os cientistas fazem quando se deparam com a falta de material em seu laboratório? Será que eles desistem de suas pesquisas?* Dessa maneira foi possível suscitar a reflexão nos alunos, demonstrando o uso da criatividade junto ao uso do saber científico, comuns na rotina de trabalho dos cientistas e também na prática do Ensino por Investigação.

Para o prosseguimento da prática e, na intenção de maximizar o tempo desprendido na secagem das fitas, em detrimento ao pouco tempo disponível para a execução da prática, 2 aulas semanais, a professora produziu previamente as fitas que foram utilizados na prática, deixando as fitas que os grupos prepararam secando a seu tempo.

As fitas caseiras indicaram o caráter ácido, básico e neutro das soluções problemas, portanto para os aprendizes, a investigação se deu por meio da observação do fenômeno da mudança de cor, que permitiu a classificação das soluções. As fitas ao entrarem em contato com as soluções, mudavam de cor ficando vermelhas ao contato com soluções ácidas e verdes ao entrar em contato com soluções alcalinas, permanecendo com a cor inalterada ao entrar em contato com soluções neutras.

Desse modo, os estudantes puderam observar um fenômeno químico que despertou atenção e curiosidade, instigando-os a conhecer mais sobre o fenômeno observado. Pela classificação das soluções, os grupos começaram a relacionar as soluções problemas ao conhecimento químico pesquisado por eles, ou seja, caráter ácido, básico ou neutro de substâncias, pH, indicadores ácido-base, reação de neutralização, noções sobre equilíbrio químico, pH da água e de outras substâncias, entre outros. A Figura 19 demonstra a mudança de cor produzida nas fitas caseiras e sua contribuição para a solução do problema proposto.

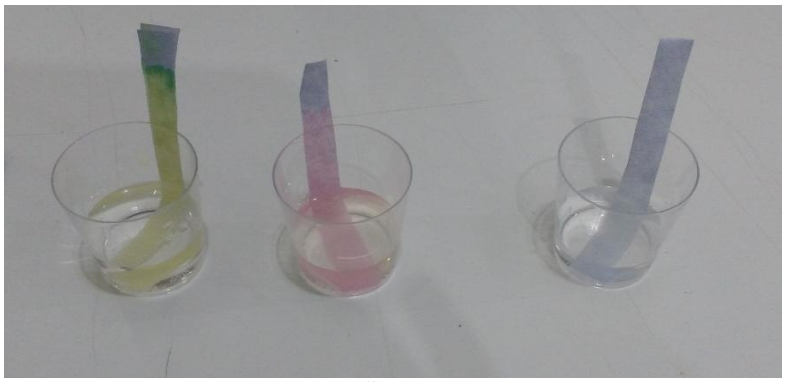


Figura 19: Ação das fitas caseiras
Fonte: Acervo de fotos da pesquisa

Na segunda parte do experimento, estimar o valor do pH das soluções problemas, os grupos tiveram que montar uma escala de cores com suas amostras, utilizando a solução de repolho roxo. Cabe ressaltar que neste momento da atividade, devido à observação do fenômeno da mudança de cores, os alunos ficaram muito espantados, instigados e eufóricos.

Passada a euforia e a avalanche de perguntas, a professora seguiu as recomendações de Carvalho para esses casos que acontecem na prática da abordagem investigativa em sala de aula, ou seja, o professor deve esforça-se em não dar as respostas prontas, e sim, “os estudantes devem ter oportunidade de expor suas ideias em sala de aula e para tanto o professor deve criar um ambiente encorajador” (CARVALHO, 2007, p.31). Portanto, a professora fez questão de frisar que as respostas para todas as perguntas feitas deveriam ser dadas por eles e não por ela. Assim, os grupos tiveram que continuar a construir o seu próprio conhecimento, comparando a escala feita por eles com a escala fornecida e também com a escala pesquisada nos livros

didáticos. Dessa forma, estimaram o valor do pH para as soluções problemas. A Figura 20 traz para a discussão, a escala de cores produzida por um dos grupos, grupo G5.

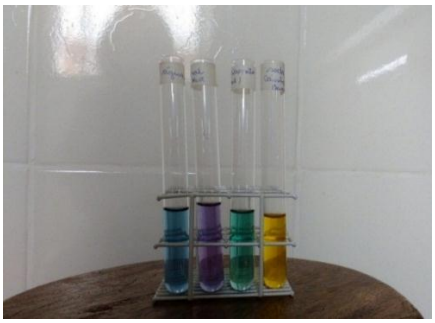
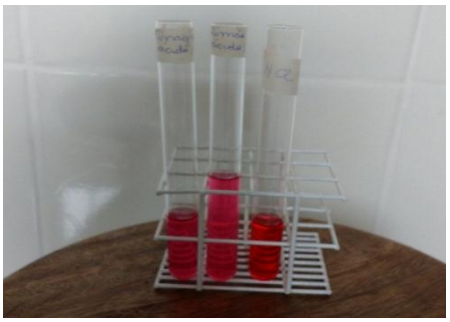
SOLUÇÕES ALCALINAS E NEUTRAS	SOLUÇÕES ÁCIDAS
	

Figura 20: Escala de pH produzida pelos grupo G5
Fonte: Acervo de fotos da pesquisa

Nesse momento, para realizar as ações manipulativas na medição do pH, copinhos descartáveis incolores foram utilizados pelos grupos, visto que as soluções estavam nos tubos de ensaio, e as fitas eram curtas demais para entrar em contato com as soluções, dificultando assim a medição. Na sequência, a professora apresentou para os grupos uma tabela com nomes de várias substâncias de uso comum e seus respectivos valores de pH, e informou que as soluções problemas estavam entre elas, e de posse dessa informação, os grupos conseguiram identificar cada uma das soluções, principalmente a amostra de "água potável". E assim, resolveram o problema proposto. A Figura 21 exemplifica o uso das fitas de papel indicador universal, tecnologia desenvolvida pela Química.

Figura 21: Uso de tecnologia na resolução da situação problema - grupo G4
Fonte: Acervo de fotos da pesquisa

O Quadro 16 apresenta o resultado encontrado pelos grupos na medição do pH por meio das fitas de indicador universal de pH.

SUBSTÂNCIA	COR	VALOR DE pH MEDIDO
Solução de ácido clorídrico	Vermelho intenso	pH 1
Solução de vinagre	Vermelho claro	pH 3
Solução de limão	Rosa escuro	pH 3
Solução de cloreto de sódio	Azul claro	pH 7
Água potável	Roxo claro	pH 7
Solução de bicarbonato de sódio	Verde claro	pH 9
Solução de hidróxido de sódio	Amarelo intenso	pH 13

Quadro 16: Resultado da SEI - Medição do pH
Fonte: Elaborada pela autora

O segundo momento desta etapa também foi muito rico, por causa da pesquisa orientada que provocou nos aprendizes a mudança de comportamento, ou seja, sair da zona de conforto como meros receptores do conhecimento pronto, para situação de protagonista, pesquisando e construindo seu próprio conhecimento. Esse momento gerou muita agitação e trabalho, tanto por parte da professora-pesquisadora quanto pelos estudantes, afinal ambos estavam aprendendo com esse momento.

Os estudantes ficaram encantados com as mudanças de cores ocorridas com o uso da solução do repolho roxo. Alguns deles descreviam como mágica e outros, filmaram o experimento com seus próprios celulares para depois mostrar para seus familiares.

5.4.3 3º Momento: Leitura e interpretação de texto

O terceiro momento envolveu leitura e interpretação do texto: “Parâmetros de Potabilidade para a água potável” (Anexo 1) adaptado pela professora no sentido de atender os objetivos propostos para esse momento.

Com a leitura compartilhada do texto, onde cada estudante leu um trecho e a professora aproveitava para salientar os pontos importantes, os estudantes ampliaram e enriqueceram os conhecimentos.

Os parâmetros de potabilidade da água são rotineiramente medidos nas Estações de Tratamento, principalmente o de pH e o de cloro residual. Nesse sentido, as

discussões afloradas pela interpretação do texto foram direcionadas para que despertassem nos estudantes a reflexão sobre os seguintes temas sociais, ambientais e políticos: qualidade da água potável; preservação do sistema de abastecimento e; a relação entre saúde pública e o acesso a água de qualidade. Destacamos que nesse momento houve grande participação e interação dos aprendizes o que se refletiu para o bom resultado encontrado no 5º momento desta etapa.

Salienta-se que esse momento foi rico, pois ao discutir com os estudantes os temas sociocientíficos foi possível verificar que as discussões realizadas por Santos e Mortimer (2002) sobre abordagem CTS em sala de aula está em concordância com a discussão de Carvalho (2013) sobre o Ensino por Investigação, que também destaca a importância da retomada dos conhecimentos construídos no processo da investigação por meio de textos que ampliem ainda mais as discussões.

5.4.4 4º Momento: Divulgação dos Resultados

Este momento envolveu um debate com todos os grupos, no sentido de socializar e sistematizar todo o conhecimento produzido com esta etapa no coletivo. O debate ocorreu entre os grupos e a professora. Os grupos ressaltaram os momentos mais expressivos da prática, como as mudanças de cores, a ação de indicadores de pH, e também, o uso das fitas de pH, tanto as caseiras, quanto a universal.

O debate sobre a água potável foi caloroso e polêmico, visto que as opiniões sobre direitos e deveres de um cidadão responsável, são de uma certa maneira distorcidas nas mentes dos adolescentes, ou seja, para eles o dever parece ficar em segundo plano em relação ao direito.

Com o debate foi possível levantar uma potencialidade, a formação de valores e atitudes responsáveis com o próximo. No debate, ficou evidente que assuntos desta natureza, direito e deveres do cidadão comum, dos órgãos do governo, devem sempre ser trabalhados nas escolas, pois estudantes com esta faixa etária de idade, 15 a 17 anos, são ainda imaturos e inconsequentes, portanto necessitam de atividades dessa natureza que promovam a formação cidadã, despertando valores e atitudes responsáveis em relação a vida em sociedade.

Por meio do debate foi possível fazer relações de causa e efeito, fomentar o pensamento crítico, despertar a consciência ambiental e trabalhar valores. Ficou evidente que esse momento propiciou ampliação do pensamento crítico e a formação de valores, o que vem ao encontro da educação CTS, a formação cidadã, como pode ser observado nas falas dos alunos A01, A27 e A11:

> *"Depois dessa aula, toda vez que comprar uma garrafa d'água vou ver o rótulo se seu pH está bom" (Aluno A01).*
>
> *"Vimos todos os processos de como a água chega em casa em bom estado" (Aluno A27).*
>
> *"É fundamental para nós saber onde a tiramos, seus riscos e benefícios, sobre o que ela passa para podermos consumir, sua preservação, etc" (Aluno A11).*

5.4.5 5º Momento: Questionamentos Finais da Etapa

Este momento envolveu aplicação de um questionário final com o objetivo de avaliar os conhecimentos construídos nesta etapa e gerar dados para a pesquisa.

> Questão 1: Qual a importância de controlar o pH da água tratada, antes de disponibilizá-la para o abastecimento?
>
> Questão 2: Pense nas aulas e atividades que desenvolvemos e relacione as possíveis consequências para o meio ambiente, quando não se controla adequadamente o parâmetro de potabilidade pH da água de abastecimento.

Destaca-se que nesta etapa, no 2º momento, todos os grupos conseguiram resolver o problema proposto, classificar e identificar as 7 soluções incolores de diferentes substâncias por meio de conhecimento químico ácido-base e pH.

Diferentemente da etapa anterior, "A aparência da água", onde cada grupo teve um desempenho diferente quanto a resolução do problema proposto com a formulação e testes das hipóteses, o caráter investigativo ficou mais evidente, porém na etapa IV o obstáculo a ser transposto foi a pesquisa do conhecimento pelos estudantes, ou seja, os grupos tiveram primeiro que construir uma base teórica por meio de pesquisas, para depois, seguir as instruções repassadas pela professora. Nesse sentido, a resolução do problema proposto para os grupos aconteceu por causa destes três fatores muito positivos para o ensino de Química: a pesquisa, o engajamento e a participação dos estudantes na prática.

Com esta etapa foi possível evidenciar outras potencialidades: a pesquisa teórica realizada pelos próprios estudantes fortalece o processo de ensino-aprendizagem pelo protagonismo enriquecendo os conhecimentos prévios e habilidades escolares como a leitora, escritora e de síntese. Observou-se também que o uso das tecnologias desmistificou e ampliou a visão de mundo dos estudantes, pois aproximou a teoria da prática.

A observação das questões resultou em três categorias de análise: categoria 1 – saúde; categoria 2 - preservação do sistema de abastecimento; categoria 3 – escassez da água. A Figura 22 apresenta o número de respostas para cada categoria, sendo que algumas respostas foram enquadradas em mais de uma categoria de análise, com predominância das categorias 1 e 2.

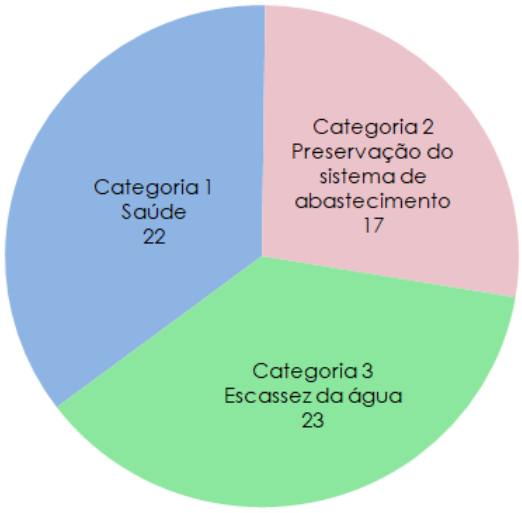


Figura 22: Número de respostas por categoria de análise - Etapa IV
Fonte: Elaborada pela autora

Na categoria 1 - saúde, pode ser percebida a ligação direta entre o parâmetro de potabilidade pH e a saúde dos consumidores, evidenciada nas respostas de alguns alunos, como observamos nas falas dos alunos A 10 e A15:

> *"Porque se não controlar, a água pode dar doenças" (Aluno A10).*
> *"Evitar problemas de saúde para os consumidores" (Aluno A15).*

As repostadas dadas permitiram verificar que os estudantes entenderam a importância do parâmetro pH, pois relacionaram este parâmetro com uma situação cotidiana essencial em uma sociedade, água doce de qualidade gera saúde para a população que dela se abastece.

Na categoria 2 - preservação do sistema de abastecimento, também foi possível perceber a relação direta que os estudantes fizeram entre o controle do pH na água distribuída para a população e a proteção do sistema de abastecimento, como pode-se observar nas respostas dos alunos A07 e A15:

> *"Para não causar danos à saúde dos seres humanos e aos materiais (canos) de distribuição da água" (Aluno A07).*
>
> *"Para evitar problemas de saúde para os consumidores e proteger os encanamentos" (Aluno A15).*

A análise das respostas dadas por esses estudantes revelou, além de um aprendizado conceitual, a relação entre causa e efeito, ou seja, o tratamento correto da água contribui para a saúde da população e para preservação do sistema de abastecimento, evitando danos ambientais e sociais, como prejuízos financeiros para a cidade e o desabastecimento de água para população, decorrentes de tubulações corroídas.

Em relação à categoria 3 – escassez da água, a única emergida das repostas dadas à questão 3, permitiu verificar que muitos estudantes refinaram sua visão de mundo ao passar a enxergar a água com outros olhos, conferindo valor a esse bem essencial. Essa constatação sobre a ampliação da reflexão e de tomada de posição pelos estudantes pode ser observada nas respostas dos alunos A01, A22 e A28:

> *"A aula de Química me ajudou a compreender que o uso da água é importante e o desperdício é muito ruim, que no futuro vai fazer falta e isso vai ajudar muito a preservar o meio ambiente" (Aluno A01).*
>
> *"As aulas de Química nos mostra a importância de cada elemento para a vida, com isso vamos conhecer melhor e assim preservar o ambiente" (Aluno A22).*
>
> *"O uso racional da água é muito necessário, pois nós temos uma mínima quantidade de água doce e se nós não soubermos usar, um dia ela vai acabar" (Aluno A28).*

A análise geral envolvendo as três categorias permitiu verificar que a etapa de medição de pH da SD promoveu a educação CTS, visto que as respostas dadas pela maioria dos estudantes participantes desta pesquisa, indicaram aprendizagem de conceitos químicos e que, esses conceitos passaram a fazer sentido no contexto de vida real dos estudantes, e ainda, que essa aproximação entre os saberes químicos e a vida real, gerou conscientização e mudança nas atitudes.

5.5 Etapa V- Cloração da Água

A cloração é a etapa do processo de tratamento de água em que há adição de cloro ($C\ell_2$) à água com o objetivo de eliminação de algas, microrganismos patogênicos e bactérias, tornando-a assim potável e segura para o consumo humano.

A dissolução do cloro em água envolve uma reação de hidrólise, estabelecendo um equilíbrio químico com formação do ácido hipocloroso ($HC\ell O$) em solução aquosa. Esse ácido dissocia formando o íon hipoclorito ($C\ell O^-$). O equilíbrio químico descrito é representado nas equações:

$$C\ell_2\,(g) + 2\,H_2O\,(\ell) \rightleftarrows HC\ell O\,(aq) + H_3O^+\,(aq) + C\ell^-\,(aq)$$

$$HC\ell O\,(aq) + H_2O\,(\ell) \rightleftarrows H_3O^+\,(aq) + C\ell O^-\,(aq)$$

Estudos indicam que o ácido hipocloroso é cerca de 80 vezes mais eficiente em seu poder bactericida do que o íon hipoclorito (BARROS, 2005) e, durante o tratamento na ETA, a água passa por duas etapas de cloração, a pré-cloração e a pós-cloração.

A pré-cloração acontece quando a água chega à Estação de Tratamento e tem como objetivo reduzir a quantidade de algas, microrganismos e alguns íons metálicos (Fe^{2+} e Mn^{2+}) que produzem odor, sabor e cor, além de contribuir para facilitar o processo da filtração.

A pós-cloração é a última adição de cloro na água dentro da ETA, antes que ela seja disponibilizada para o consumo. Seu objetivo é garantir que a água fornecida chegue às residências isenta de vírus e bactérias. Ressalta-se que o tratamento de água nas ETAs segue a Portaria 2.914 do Ministério da Saúde publicada em 12/12/2011 (BRASIL, 2011) que estabelece padrões de potabilidade para o cloro livre na água na faixa de 0,2 ppm a 2,0 ppm para que água possa ser distribuída aos consumidores com segurança.

Portanto, no sentido de reforçar nos estudantes a reflexão e o pensamento crítico sobre questões vivenciadas em sociedade, como o direito da população ao acesso à água de qualidade para preservação da saúde, como também a responsabilidade e o envolvimento do poder público junto a este tema, foi proposto um experimento investigativo para medir o cloro excedente na água e assim provocar a discussão da importância da cloração no processo de tratamento da água.

Na execução desta última Etapa Experimental da SD, os grupos realizaram a pós-cloração da água e a professora realizou de forma demonstrativa a determinação de cloro em excesso da água. Na cloração, cada grupo adicionou em sua amostra 10 gotas de água sanitária comercial (2,5% de cloro). Destaca-se aqui que cada grupo tinha um volume diferente de amostra, pois isso aconteceu pelo fato de que alguns grupos perderam parte de suas amostras durante os experimentos, além da evaporação de água durante o decorrer do tempo da realização das Etapas, portanto como consequência o volume reduziu de 200 mL, durante o início da SEI, para aproximadamente 150 até 100 mL em algumas amostras.

Para determinar o teor de cloro nas amostras de água foi preciso, por parte da professora pesquisadora, adequar as situações e técnicas experimentais, de modo que a etapa pudesse acontecer e que seu caráter investigativo não ficasse prejudicado. Sendo assim, cabe destacar aqui que a análise ideal para cloro livre na água, realizada pelas ETAs, utiliza aparelhos específicos e sofisticados, como o Analisador de Cloro Amperométrico, longe da realidade e do acesso das escolas públicas de ensino básico, portanto, a professora utilizou técnicas mais simples e acessíveis aos aprendizes, neste caso a titulação. Portanto a escolha pela técnica da titulação aconteceu por ser uma técnica analítica acessível e por utilizar vidrarias e reagentes usuais, favorecendo assim, a realização desta etapa ao mesmo tempo em que contornou a grande dificuldade das escolas públicas brasileiras quanto a equipamentos, vidrarias e reagentes para fins didáticos e pedagógicos.

Somado a todas essas vantagens, a técnica da titulação permite determinar a concentração de uma substância em solução por meio de outra substância também em solução cuja concentração é conhecida. Para tal, faz uso de outras substâncias chamadas de indicadores, substâncias que indicam o ponto final da titulação, ou seja, o término da reação. Além da escolha por essa técnica para a determinação de cloro livre nas amostras de água, a professora fez uso da modalidade de Ensino Investigativo Demonstrativo, que segundo Carvalho (2013) deve ser utilizada, quando a prática oferecer riscos aos aprendizes, ou então, quando os equipamentos necessários para sua realização não forem suficientes para todos. No caso, a professora fez a demonstração da técnica devido à insuficiência de materiais para todos os 9 grupos da turma.

Neste ponto esclarece-se que o cloro medido nas amostras tratadas pelos grupos, corresponde à soma do cloro resultante de dois processos de adição de água sanitária às amostras de água, um realizado na pré-cloração da água bruta durante a Etapa III da SEI (Aparência da água), e o outro realizado para simular a pós-cloração da água, nesta etapa V (Cloração da água), quando os grupos testaram as hipóteses formuladas.

Esta etapa V consumiu duas aulas consecutivas de 50 minutos cada, envolvendo 5 momentos distintos. O Quadro 17 apresenta a organização dos momentos, as atividades, as ações e os objetivos propostos para cada momento.

MOMENTOS	ATIVIDADES	ESTRATÉGIAS DE ENSINO	OBJETIVOS
1º	Retomada das discussões sobre o Texto: Parâmetros de Potabilidade da água. Formulação de hipóteses.	Discussões dialógicas; Apresentação de situação problema.	Levantar novos questionamentos; levantar hipóteses.
2º	Leitura e Interpretação de texto: Doenças vinculadas a água sem tratamento.	Interpretação de Texto.	Promover a reflexão; Ampliar conhecimentos prévios; Promover o pensamento crítico.
3º	Experimentação	Demonstração Investigativa	Desenvolver a habilidade de observar; Demonstrar técnicas analíticas de uso da Química.
4º	Roda de conversa	Debate	Promover a argumentação em sala de aula; Sistematizar o conhecimento construído coletivamente.
5º	Questionário Final	Avaliação	Sistematizar o conhecimento construído individualmente.

Quadro 17: Planejamento SEI - Cloração da água
Fonte: Elaborado pela autora

5.5.1 1º Momento: Problematização e Formulação de Hipóteses

Para o primeiro momento, após relembrar os conceitos discutidos no texto da etapa anterior, foi apresentada a nova situação problema para os grupos. O problema apresentado seguiu as orientações de Zômpero e Laburú (2011) que discutem que o mesmo deve ser apresentado de forma aberta, mas aberto o suficiente para garantir um

obstáculo a ser transposto pelos alunos, e a transposição deste obstáculo, propicia a construção de conhecimentos tornando a aprendizagem efetiva.

No problema proposto nesta etapa, o obstáculo a ser transposto pelos alunos, foi medir a concentração do cloro livre nas amostras de água bruta que foram tratadas pelos grupos, destacando essa importante etapa do tratamento da água potável. Para tal, os grupos tiveram que pesquisar em sala de aula, por meio da Internet e de livros didáticos, os procedimentos oferecidos pela Química para resolver esse tipo de problema. Foi solicitada também pela professora, uma pesquisa sobre a legislação relacionada nesse tipo de controle. A intenção da professora foi relacionar o caráter político regulador envolvido no tratamento de água. Assim, a fundamentação teórica necessária para entender a prática demonstrativa proposta, foi construída pelos próprios alunos. Após a organização dos dados coletados pela pesquisa, a professora apresentou aos grupos a nova situação problema:

> **Problema*:***
> *Aqui estão as amostras de água bruta que vocês trataram durante as etapas anteriores. Vamos imaginar que essa água, seja a mesma água tratada em grande escala na estação de tratamento de nossa cidade e distribuída para a população. Como garantir a segurança dessa água, ou seja, a desinfecção da água, durante o percurso que ela faz desde a estação de tratamento até chegar às torneiras de nossas casas?*

A problematização promoveu novas discussões entre os integrantes dos grupos e a professora, corroborando mais uma vez para participação dos aprendizes nas aulas de Química. Das discussões, resultou a formulação de duas hipóteses de todos os 9 grupos, sendo uma de caráter objetivo e a outra de caráter mais generalizado.

Dos 31 participantes da pesquisa, 29 participaram dessa etapa, sendo que, a maioria deles, integrantes de 5 grupos (G1, G2, G3, G5 e G7) afirmou de forma clara em suas hipóteses a necessidade da adição de cloro na água tratada como forma de garantir a desinfecção dela durante o percurso de abastecimento, como pode-se observar pela transcrição de suas hipóteses

> *“Pondo cloro residual na água” (Grupos G1, G3 e G7).*
>
> *“Pondo cloro a mais na água” (Grupos G2 e G5).*

Já os demais integrantes dos grupos (G4, G6, G8 e G9) não foram tão específicos na formulação de suas hipóteses, associando a garantia da desinfecção da água para o abastecimento humano ao processo de tratamento da água como um todo.

Diante desse fato, as hipóteses desses grupos foram questionadas pelos integrantes dos outros grupos, e por meio das reflexões e discussões realizadas em sala anteriormente, os grupos chegaram à conclusão de que ao relacionar a desinfecção da água ao processo de tratamento como um todo, acabava por incluir implicitamente a etapa da cloração da água, portanto todas as hipóteses foram aceitas como válidas no final, como pode-se observar na transcrição das hipóteses formuladas por estes grupos:

> *"Passando por todas as etapas do tratamento" (Grupos G4 e G9).*
> *"Tratando e passando por todas as etapas do tratamento" (Grupos G6).*
> *"Tratando-a, passando por todas as etapas do tratamento" (Grupo G8).*

5.5.2 2º Momento: Leitura e Interpretação de Texto

No segundo momento foi feita a leitura e a discussão de um texto adaptado pela professora, intitulado "Doenças Vinculadas a água sem Tratamento" (Anexo 1). No texto foram abordadas doenças vinculadas à água sem tratamento adequado, como a esquistossomose, a diarreia, a leptospirose e a hepatite A. O objetivo do texto foi introduzir conhecimentos químicos, biológicos e ambientais teóricos, ampliando o nível de reflexão dos aprendizes em relação ao tema água, aguçando o pensamento crítico.

Essa discussão envolvendo novos conhecimentos ocorreu no sentido de promover a alfabetização científica em sala de aula, e com isso oferecer aos aprendizes, como argumenta Sasseron (2015), condições para que eles possam tomar decisões conscientes sobre problemas de sua vida e da sociedade relacionados a conhecimentos científicos. Além disso, a leitura e a discussão de textos pertinentes ao problema proposto corroboram com os alunos na construção do conhecimento, estratégias recomendadas por Carvalho (2013), nas atividades investigativas.

5.5.3 3º Momento: A Experimentação Demonstrativa

Para a demonstração investigativa, realizada pela professora, foi escolhida a técnica analítica titulação. Assim, para que a técnica pudesse ser mais bem observada, e, ao mesmo tempo cumprisse seu papel investigativo, a turma foi novamente organizada em pequenos grupos, como recomenda Carvalho (2013) e, um roteiro foi

disponibilizado (Apêndice H), não como uma “receita de bolo”, como alerta Guimarães (2009), mas para que todos os alunos pudessem acompanhar e compreender o procedimento realizado pela professora.

Nesse momento os alunos tiveram a oportunidade de observar uma prática investigativa, ao invés de agir sobre ela. Portanto, para esta SEI, não foi possível trabalhar de forma mais acentuada o caráter protagonista nos aprendizes, como aconteceu nas duas SEIs anteriores (Aparência da água / Medição do pH), mas ainda assim, a investigação e a construção de conhecimento foram priorizadas.

Cabe ressaltar que esse tipo de demonstração é previsto na metodologia do Ensino por Investigação. Sua prática exige apenas certos cuidados, que segundo Carvalho (2013), devem ser tomados por parte do professor, no sentido de integrar os aprendizes à prática, ou seja, fazendo perguntas antes de manipular as aparelhagens ou reagentes que estão sendo utilizados para resolver o problema proposto. Segundo essa autora (2013, p.13) questões do tipo “Como vocês acham que eu devo proceder?” contribuem para a participação dos alunos na discussão da resolução problema, e assim garantir o caráter investigativo da atividade realizada.

Ademais, a demonstração investigativa despertou nos estudantes curiosidade e participação, e desse modo foi possível verificar que os mesmos se mantiveram observadores durante toda a ação realizada pela professora.

Somando ao objetivo principal almejado pela demonstração investigativa, a realização da prática procurou também apresentar para os estudantes um pouco da rotina de trabalho do profissional da Química dentro dos laboratórios, procurando de certa forma, aproximar a Química junto a situações do dia a dia dos aprendizes, desmistificando a ideia de que esta Ciência só pode ser exercida por cientistas de inteligência privilegiada e que trabalham de forma isolada da sociedade, ao invés de ser praticada por pessoas comuns, como acontece na realidade.

Isto posto e reforçando o que já foi discutido nas etapas anteriores, relacionar os conceitos químicos e a necessidade do controle dos parâmetros de potabilidade da água, regulamentados por órgãos oficiais, despertam no estudante a reflexão sobre questões que envolvem a sua própria responsabilidade enquanto individuo participante

da sociedade, oportunizando desta forma, trabalhar em sala de aula com temas sociocientíficos vindo ao encontro da ideia defendida por Santos e Mortimer (2005) que reportam o uso de temas sociocientíficos como estratégia relevante nas abordagens CTS.

Devido ao fator tempo, a professora escolheu uma única amostra de água tratada pelos grupos, a do grupo G5, para proceder com a titulação em triplicata. A escolha pela amostra foi proposital, e ocorreu devido ao êxito alcançado pelo grupo 5 durante a Etapa III - A Aparência da Água. Nela o grupo conseguiu resolver por completo o problema proposto que era deixar a aparência da água bruta igual à da água potável, nesse sentido, os outros grupos consideraram justa a escolha por essa amostra em específico.

Para realizar a titulação, a professora utilizou o procedimento de análise para cloro residual, descrito no material de ensino distribuído para os professores de Ciência da Natureza/Química pelo estado de São Paulo. Por meio dele, a professora transferiu para um erlenmeyer de 250 mL uma alíquota de 2,0 mL da amostra de água, acrescentou 50 mL de água destilada para avolumar a amostra a ser titulada, acrescentou 10 mL de ácido acético (1:3) para acidificar o meio e depois acrescentou 10 mL de solução de iodeto de potássio (1.8% em massa). A solução do erlenmeyer apresentou coloração marrom tijolo escura. Na bureta de 25 mL, utilizada na titulação, foi colocada a solução titulante, tiossulfato de sódio (0,1 N ou 0,05 M). A professora iniciou a titulação até que a cor da solução passasse do marrom tijolo para amarelo claro e, nesse momento, parou a titulação e adicionou na amostra titulada cerca de 2,0 mL de solução de amido (0,5% em massa), que passou a ter uma solução azul. Na sequência, a professora retomou a titulação até que solução ficasse incolor. O volume gasto da solução na bureta para cada amostra titulada foi anotado na lousa e, em seguida, a professora realizou os cálculos necessários e apresentou os resultados do teor de cloro para cada amostra analisada, assim como o valor médio. Os resultados são apresentados na Tabela 5.

TITULAÇÃO/TRIPLICATA	VOLUME CONSUMIDO DE TIOSSULFATO DE SÓDIO	RESULTADO $mg.L^{-1}$
1	6,5 mL	419 de cloro residual
2	6,1 mL	416 de cloro residual
3	6.4 mL	419 de cloro residual.

Tabela 5: Resultado da determinação do Cloro excedente nas amostras tratadas
Fonte: Elaborada pela autora

Por tratar de um assunto muito específico da Química, somente abordado nas disciplinas de Química analítica ou Química ambiental nos cursos de Química do ensino superior, nesse momento, a professora decidiu não apresentar as reações e os cálculos detalhados, por considerar que não era o objetivo da SEI, que tinha principal propósito despertar a atenção dos alunos em relação à importância da adição de cloro e, assim, garantir a segurança da água. As equações e os cálculos realizados pela professora encontram-se no Apêndice F.

Como pode ser observado, o resultado médio encontrado foi 418 mg/L de cloro em excesso na água, revelando um valor muito acima do máximo permitido pela legislação vigente de no máximo 2,0 ppm. No início da discussão sobre o resultado obtido com a turma, a professora comentou com que poderia ter ocorrido algum erro durante a análise, justificando o resultado inesperado. A professora apontou várias justificativas para o possível erro, tais como: vidrarias contaminadas com água da torneira, as soluções utilizadas não foram padronizadas como se deve, erro nas pesagens dos reagentes, erro do operador durante a titulação, bureta não calibrada, entre muitos outros.

De início os alunos ironizaram a situação, mas aos poucos a professora foi conduzindo a discussão e explicando que erros analíticos acontecem frequentemente, e que esses acontecimentos fazem parte da rotina das Ciências e da produção de conhecimento, evidenciando como se dá a aprendizagem humana. Esse fato propiciou uma abertura muito significativa no processo de ensino-aprendizagem, pois o erro ensinou mais que o acerto, corroborando com a afirmação de Carvalho (2013):

> As hipóteses que quando testadas não deram certo também são importantes nessa construção, pois é a partir do erro - o que não deu certo - que os alunos têm confiança no que é certo, eliminando as variáveis que não interferem na resolução do problema. O erro ensina ... e muito (CARVALHO 2013, p.11-12) (Reticências da autora).

Para a melhor compreensão, esclarece-se aqui que foi considerado “erro” o fato do valor obtido na análise não estar dentro da faixa indicada na Portaria 2.914, porém a professora reviu as equações e os cálculos efetuados e que os mesmos estavam corretos. O valor acima de cloro encontrado na amostra deve-se, provavelmente, pelo excesso de cloro adicionado nas duas etapas ocorridas anteriormente, uma ocorrida na pré-cloração (Etapa III - Aparência da água) e outra na pós-cloração (Etapa V – cloração).

5.5.4 4º Momento: A roda de conversa

Nesse sentido, o quarto momento referiu-se à socialização de conhecimentos. O resultado discrepante obtido, suscitou espanto e discussão em sala de aula e a partir de então foram trabalhados conceitos químicos para além daqueles que tinham sido objetivados no planejamento desta SEI, como por exemplo, conceitos desenvolvidos dentro da perspectiva CTS, relação entre órgãos governamentais, sociedade e responsabilidade dos aprendizes enquanto cidadãos de hoje e não somente do futuro, como fundamenta o PCN de 1999 (BRASIL, 1999).

Também foi possível trabalhar o vocabulário científico, como medidas analíticas, erros de análise, vidrarias contaminadas, calibração de vidrarias, reagentes puros (PA) para análise, soluções padrões, habilidade do analista, entre outros vocabulários tipicamente utilizados pela Química. Essa discussão aproximou ainda mais a disciplina de Química aos aprendizes.

Além disso, o erro reforçou que a Ciência praticada pelos cientistas não é algo distante da vida dos aprendizes, e sim, fruto do trabalho realizado por homens e mulheres comuns, portanto sujeitos a erros em seu processo, humanizando-a. Essa constatação veio ao encontro da fundamentação de Delizoicov *et al.* (2002), que desmistifica a ideia da Ciência praticada só por gênios, pensamento comum entre os aprendizes, apresentando então um caráter real e humano para a Ciência.

Somados todos esses fatos, este momento demonstrou mais uma vez a participação dos estudantes nas aulas de Química, ressaltando a eficácia das discussões

em sala de aula, no sentido de aproximar o saber escolar aos fenômenos do dia a dia dos estudantes.

5.5.5 5º Momento: Questionário Final da Etapa

O quinto momento foi destinado à aplicação de um questionário com duas questões sobre a etapa realizada a título de sistematização individual do aprendizado. As duas questões abertas tinham como objetivo verificar as correlações feitas pelos estudantes entre os conceitos químicos trabalhados na demonstração investigativa com as questões vividas no dia a dia, desse modo ressaltando a alfabetização científica e a relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente nas aulas de Química (SASSERON, 2015).

> Questão 1: Explique por que é importante ter cloro residual na água, mesmo depois que ela já foi tratada?
>
> Questão 2: Explique: que benefícios o processo de cloro residual/cloração da água proporciona para a população de modo geral?

A análise das questões 1 e 2 gerou três categorias de análise, cujos descritores e ocorrências estão apresentados no Quadro 18.

NOME DA CATEGORIA	DESCRITOR	OCORRÊNCIAS DA QUESTÃO 1	OCORRÊNCIAS DA QUESTÃO 2
I – O conteúdo químico promovendo conteúdo atitudinal.	Relaciona as evidências do uso do conhecimento químico na geração de atitudes, evidenciando o conteúdo atitudinal, ou seja, respostas que demonstram o uso da reflexão e/ ou relação entre o conhecimento químico construído e as questões vividas em sociedade, caracterizando- o Aprender a ser.	8	-
II- O conteúdo químico promovendo os conteúdos conceitual ou procedimental.	Relaciona as respostas providas de conhecimentos químicos teóricos, evidenciando a aprendizagem significativa e/ou alfabetização científica, caracterizando - o Aprender a conhecer ou o Aprender a fazer.	19	27
III- Outros	Relaciona as respostas que não se enquadraram em nenhuma das duas categorias anteriores, evidenciando confusão de conceitos ou indisposição em responder.	1	1

Quadro 18: Categorias emergidas da Etapa V
Fonte: Elaborado pela Autora

Com a análise das respostas procurou-se por evidências de formação cidadã, para tanto, foi verificado a construção de conceitos químicos essenciais e básicos para a vida em sociedade, desse modo, evidências de formação de valores ou atitudes foram verificadas por meio dos verbos utilizados associados aos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Pela análise da questão 1, a ocorrência de determinadas expressões nas falas dos estudantes, indicou que a Categoria II ficou em evidência. Dos 31 participantes da pesquisa, 29 participaram dessa etapa, sendo que as resposta de 19 se enquadraram na Categoria II (Associada ao Aprender a Ser e Aprender a fazer), demonstrando a construção de conhecimentos químicos básicos e indicando que houve alfabetização científica. Além disso, foi possível observar que os estudantes fizeram conexões entre o conhecimento científico e as questões do dia a dia, demonstrando que a alfabetização científica influenciou posicionamentos ou tomada de posições. Tal consideração pode ser observada nas respostas dos estudantes A1, A26 e A28, transcritas a seguir:

> *"Para saber se ela está própria para o consumo, mas se estiver com muito cloro, significa que não é própria para o consumo" (Aluno A01).*
>
> *"Para garantir segurança de limpeza até a água chegar nas residências" (Aluno A26).*
>
> *"Para deixar a água própria para o nosso consumo" (Aluno A28).*

Já as respostas de 8 estudantes se enquadraram na Categoria I (Associada ao Aprender a Ser e Aprender a Viver Junto), demonstrando que o conhecimento químico básico construído durante a etapa da Cloração da água, despertou nos alunos potenciais atitudes frente a relação entre o direito e o acesso à água de qualidade com as situações vividas em sociedade, no caso, a saúde pública, como podemos observar, por exemplo, nas respostas dos estudantes, A22, A15 e A07 agrupadas nessa categoria:

> *"Para não prejudicar ninguém até mesmo não fazer mal na nossa sociedade." (Aluno A22).*
>
> *"Para o consumo. O cloro garante a qualidade microbiológica da água para a população". (Aluno A15).*
>
> *"Para ver a quantidade certa de cloro para não afetar a saúde da população". (Aluno A07).*

Somente uma resposta foi enquadrada na categoria III (Outros), a do estudante A12 que utilizou o termo “resíduos” de forma não clara, o que pode causar múltiplas interpretações como pode- se observar pela transcrição da resposta dada:

> *“É importante para retirar os resíduos da água e deixá-la limpa, assim poderá ser consumida”. (Aluno A12).*

A análise da questão 2, pautada nas mesmas categorias, demonstrou com mais clareza, que a etapa da Cloração da água contribuiu para o aprendizado de conceitos científicos básicos e propiciou oportunidades de reflexão, evidenciando as potencialidades da abordagem CTS para o ensino de Química. Nas respostas transcritas, pode-se observar a evidências do pensamento reflexivo, além de paralelos entre saúde e o acesso a água potável de qualidade.

> *“Protege e previne os seres humanos de adquirir complicações na saúde” (Aluno A23).*
>
> *“Para não afetar o organismo e não fazer mal (dor de barriga ou até morte” (Aluno A08).*
>
> *“Garante a qualidade microbiológica da água, água boa para a população” (Aluno A15).*
>
> *“Ver se o volume de cloro fica dissolvido para não afetar a saúde dos consumidores” (Aluno 07).*

Já a resposta de 1 estudante se enquadrou na Categoria III (outros), evidenciando uma resposta tangenciada e confusa em relação ao teor solicitado pela pergunta, demonstrando que apesar da SD ter sido efetiva, alguns alunos ainda necessitam de mais tempo para construir seu próprio conhecimento. Para a discussão, a resposta do aluno foi transcrita:

> *“Purifica a água do ponto que podemos tomar banho” (Aluno A10).*

Consideramos que a Etapa V, a Cloração da água, a última SEI da SD, foi muito proveitosa, divertida e efetiva. Sua execução teve vários percalços, principalmente o erro encontrado durante a análise, mas por causa deste fato foi possível extrapolar as ações planejadas e pretendidas para esta etapa. Com o resultado excedente do cloro, que para potencializar a aprendizagem foi chamada de “erro”, foi possível ampliar as possibilidades de ensino além de aprofundar os conhecimentos construídos. Essa ampliação pode ser percebida e demonstrada nas análises do questionário desta etapa,

que por meio das respostas dadas pelos aprendizes evidenciou que o objetivo geral proposto pela pesquisa no sentido de gerar participação nas aulas de Química, construir conceitos químicos básicos na intenção de promover a formação cidadã dos estudantes, começou a ser atingido.

5.6 Etapa VI - Sistematização

Carvalho (2013) destaca como um dos momentos chaves de uma SEI, a sistematização individual do conhecimento construído. Por meio dela, é possível oportunizar ao estudante, a fixação dos conhecimentos construídos durante as investigações e descobertas. Além disso, permite a compreensão de forma global e mais humana, todo o processo utilizado na produção do conhecimento científico e assim, o estudante pode verificar por meios próprios a importância dos conteúdos científicos junto às questões sociais vividas em sociedade. Nesse sentido, a Etapa VI da SD deste trabalho, se destinou a atender este importante momento.

Para atender a essa fundamentação de Carvalho (2013) e gerar dados finais para a pesquisa, a etapa de sistematização individual se preocupou em escolher uma atividade que pudesse abranger todas as etapas anteriormente trabalhadas e discutidas na SD, sendo elas investigativas ou não. Essa atividade deveria ser uma produção única, em que a consolidação dos conhecimentos construídos, reflexões e valores trabalhados pudessem ser representados, e assim evidenciar a eficácia da SD no sentido de atingir os objetivos propostos pela pesquisa. Portanto, esta etapa aconteceu em um único momento, que se deu pela produção individual dos estudantes.

Para a execução desta etapa, os alunos foram reorganizados na forma tradicional de ensino. Os grupos foram desfeitos e a professora orientou a turma a produzir uma única atividade de forma individual, que representasse de forma resumida e lógica, todos os trabalhos e discussões realizados até o momento. Essa atividade, foi chamada de Representações de Ideias.

A produção dessa atividade se desenvolveu de forma livre, ofertando aos estudantes o exercício da autonomia e da criatividade, como argumenta Carvalho (2004), ao destacar que os professores devem criar um ambiente de aprendizagem onde

os alunos tenham a liberdade para expor suas ideias a respeito dos conceitos que estão sendo trabalhados.

A Representação das Ideias procurou facilitar a organização do pensamento dos estudantes, ao mesmo tempo em que permitiu aos mesmos, expressar de forma resumida e lógica, a grande quantidade de informação trabalhada e discutida durante todas as etapas que foram desenvolvidas com a SD. Desse modo, ao mesmo tempo em que os estudantes puderam expressar livremente suas ideias e as relações entre suas ideias, informações sobre a eficácia da SD puderam ser coletadas.

Nesse sentido, esclarece-se que apesar da atividade proposta assemelhar-se a um Mapa Conceitual, a mesma não se enquadrou nesta ferramenta de ensino, classificada por um proceder mais elaborado que a simples representação de ideias que foi proposta. Segundo Novak (1984), um Mapa Conceitual pode ser definido como uma técnica de representação gráfica para anotar e representar conceitos e seus relacionamentos, conforme percebido por pessoas, em relação a um determinado tópico ou área do conhecimento, ou seja, é uma representação gráfica, em duas dimensões, de um determinado conjunto de conceitos, sendo construído de tal forma que as relações entre eles sejam evidentes.

Logo a atividade Representação de Ideias, se prestou a mensurar a compreensão e aprendizagem dos estudantes, além de verificar os objetivos propostos pela pesquisa, analisar potencialidades e desafios relacionados ao planejamento e aplicação da SD.

Verificou-se também com a atividade Representação de Ideias, a construção de conceitos químicos básicos no sentido da formação cidadã como salienta a Educação CTS e o desenvolvimento dos conteúdos educacionais conceituais, procedimentais e atitudinais como salienta o Ensino por Investigação.

Ressalta-se neste ponto, que os conteúdos educacionais factuais/conceituais, procedimentais e atitudinais, foram fundamentados na tipologia enfatizada por Zabala (1998, p.41-43), com as corroborações de Bernini (2012). Para esse autor, verbos costumam estar associados a esses conteúdos educacionais, caracterizando habilidades e competências desenvolvidas ou a desenvolver, relacionados a seguir:

Verbos relacionados aos conteúdos factuais e conceituais: identificar, reconhecer, classificar, descrever, comparar, conhecer, explicar, relacionar, situar (no espaço ou no tempo), lembrar, analisar, inferir, generalizar, comentar, interpretar, tirar conclusões, esboçar, indicar, enumerar, assinalar, resumir, distinguir, aplicar.

Verbos relacionados aos conteúdos procedimentais: manejar, confeccionar, utilizar, construir, aplicar, coletar, representar, observar, experimentar, testar, elaborar, desenhar, simular, demonstrar, reconstruir, planejar e executar.

Verbos relacionados aos conteúdos atitudinais: comportar-se (de acordo com), respeitar, tolerar, apreciar, ponderar (positiva ou negativamente), aceitar, praticar, ser consciente de, reagir a, conformar-se com, agir, conhecer, perceber, estar sensibilizado, sentir, prestar atenção à, interessar-se por, obedecer, permitir, preocupar-se com, deleitar-se com, recrear-se, preferir, inclinar-se a, ter autonomia, pesquisar, estudar.

Na área do meio ambiente, todos os tipos de conteúdo são importantes, mas destacam-se os atitudinais. São necessárias a conscientização e mudança de postura em relação aos problemas ambientais. Existe a preocupação em promover o desenvolvimento de valores e atitudes em prol de uma sociedade pautada por novos patamares civilizacionais (LOUREIRO, 2009; GUIMARÃES, 2009).

Pela leitura flutuante da atividade proposta na etapa de sistematização individual, foi possível verificar a participação maciça dos estudantes. Dos 29 participantes, todos produziram a Representação de Ideias, o que possibilitou levantar duas potencialidades: a maior participação dos aprendizes nas aulas de Química e o desenvolvimento de valores, no caso, a responsabilidade e o compromisso. Ressalta-se neste ponto, que os valores responsabilidade e compromisso puderam ser percebidos, pelo fato de todos os estudantes produzirem a atividade de sistematização, indicando que eles perceberam a importância do trabalho diferenciado realizado e o impacto que ele promoveu na sua formação acadêmica.

A análise dessa atividade, gerou 4 categorias de análise. A Tabela 6 apresenta os descritores para as categorias e as respostas agrupadas em cada uma delas, sendo que uma resposta foi agrupada em mais de uma categoria.

NOME	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE DE MAPAS CONCEITUAIS
I - Consciência Ambiental devido à promoção da reflexão	Agrupa as conexões atreladas às palavras chaves: Poluição e Escassez.	17
II - Consciência Cidadã devido a mudanças às novas Atitudes	Agrupa as conexões atreladas às palavras chaves: Uso racional e Desperdício.	26
III - Posicionamentos em relação aos Direitos e Deveres do cidadão.	Agrupa as conexões atreladas às palavras chaves: Tratamento de Água e Saneamento Básico.	20
IV – Outros	Agrupa as conexões destituídas de lógica, sinalizado problemas com os conteúdos procedimentais pretendidos.	3

Tabela 6: Categorização da atividade Representação das ideias.
Fonte: Elaborada pela autora

Esclarece-se que Bardin (2011) não recomenda este tipo de prática na análise de conteúdo, onde uma resposta se enquadra em mais de uma categoria, no entanto, segundo a autora, outros fatores cruciais nesse processo são a frequência em que aparece as unidades de registros; a intensidade medida através dos tempos dos verbos, advérbios e adjetivos; a direção favorável, neutra ou desfavorável e demais critérios associados (positivo ou negativo); a ordem estabelecida nos registros, ou seja, se o sujeito A aparece antes do B e, por fim, a concorrência, caracterizada pela presença simultânea de duas ou mais unidades de registro numa unidade de contexto. Nesse sentido, a pesquisadora usou dessa possibilidade para melhor esclarecer as inferências afloradas nas falas dos estudantes retratadas nas representações de ideias de forma individual. Para ilustrar a categorização desta etapa importante, bem como demonstrar a forma como os estudantes expressaram o conhecimento construído com toda a SD, selecionamos duas das produções realizadas pelos estudantes e que trazemos para discussão por meio das Figuras 23 e 24.

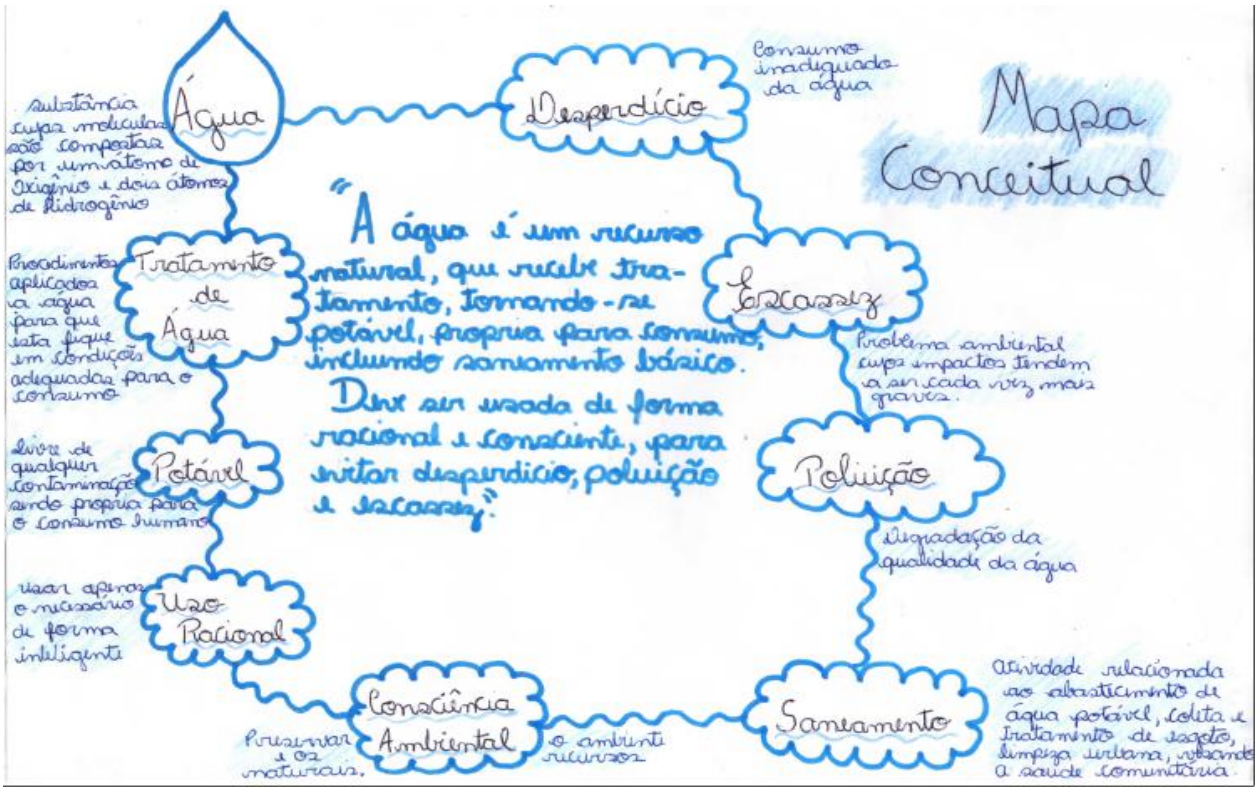


Figura 23: Representação de Ideias - Aluno A01
Fonte: Acervo de produções dos alunos

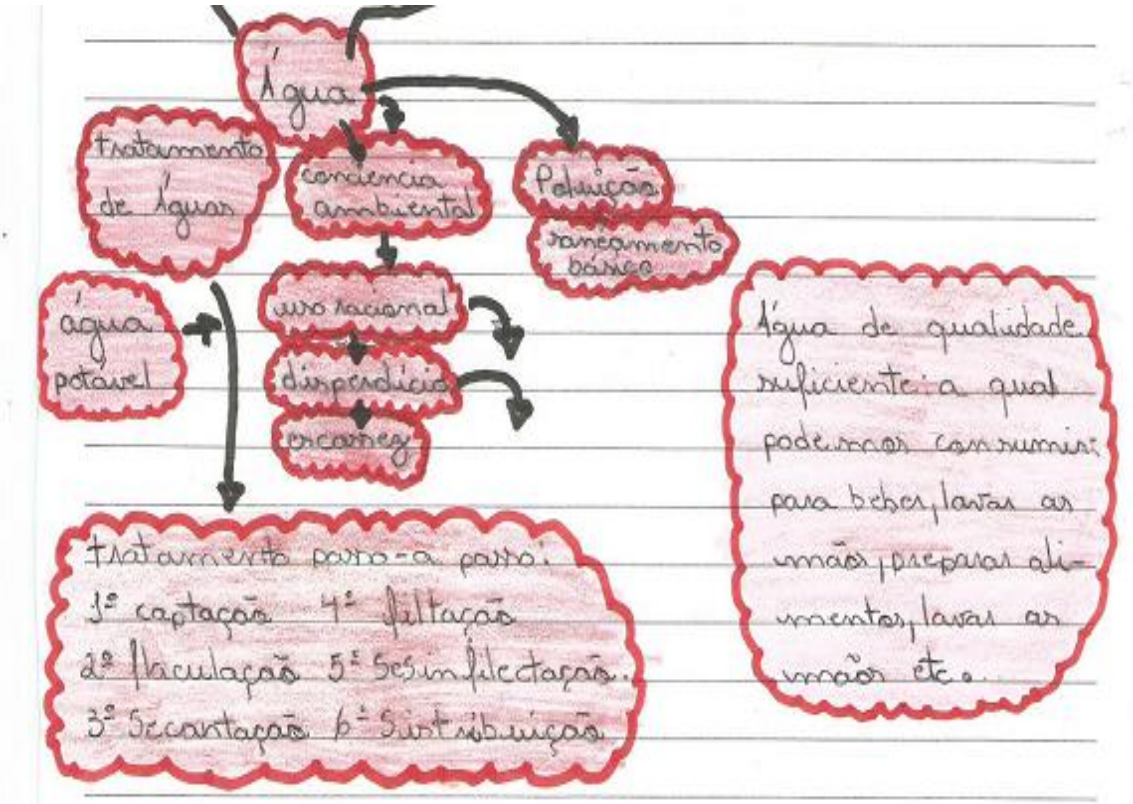


Figura 24: Representação de Ideias - Aluno A15
Fonte: Acervo de produção dos alunos

Apesar do estudante A01 chamar sua Representação de Ideias de Mapa Conceitual, pela leitura flutuante da sua atividade, é possível verificar que esse estudante compreendeu o objetivo proposto para a atividade, uma vez que ficou nítida a expressão do conhecimento construído de forma resumida e lógica à sua maneira. Além disso, pela forma como as principais ideias foram retratadas, não só por esse estudante, como também pelos demais, foi possível verificar que a maioria deles já haviam tido contato com esse tipo de atividade em outras disciplinas, e que pelo senso comum, acabou por intitular a atividade por Mapa conceitual.

A análise aprofundada desta atividade sobre as principais e mais importantes ideias trabalhadas com a SD, evidenciou que a construção de conhecimentos químicos básicos ocorreu, visto a forma como os estudantes conseguiram se comunicar utilizando as expressões típicas da Química, como: filtração, decantação, desinfecção, além das expressões ambientais, como: poluição, escassez, desperdício, uso racional, água de qualidade, entre outras expressões, de uma forma bem fluídica e coesa, demonstrando a familiaridade com os conceitos, ressaltando que a aprendizagem foi significativa.

Somado à construção de conhecimento químico básico, a análise aprofundada demonstrou também que o exercício da reflexão, quesito essencial do ensino CTS e ensino Investigativo, ficou ressaltado pela utilização das expressões e palavras encontradas no interior dessa atividade como: consciência ambiental, atitudes cidadãs, saneamento básico ou a posicionamentos como: desperdício, uso racional, entre outras.

Além disso as conexões lógicas realizadas e retratadas na atividade, como a relação entre o uso racional a escassez de água, a degradação ambiental e a ação do homem, preservação e desperdício, sinalizou que os aprendizes melhoram muito no desenvolvimento da habilidade de síntese, evidenciando que a SD ajudou os mesmos tanto na ampliação dos conhecimentos prévios, quanto na formação cidadã, além do desenvolvimento de habilidades escolares importantes para a vida adulta e para o mundo do trabalho. Ficou claro também que os estudantes não só aprenderam conceitos químicos, como também o uso prático das tecnologias desenvolvidas pelas Ciências e que estão envolvidas com a vida em sociedade. A feliz constatação, veio ao encontro das discussões de Aikenhead (1994) que afirma que a alfabetização científica

e tecnológica contribui com a construção de conhecimentos e valores necessários à tomada de decisões responsáveis.

Nesse sentido, das 29 atividades analisadas, 17 apresentaram a relação dos termos “poluição” e “escassez da água” às questões de consciência ambiental. Portanto, foi possível inferir que houve reflexão e conscientização, ou seja, o alerta no sentido da responsabilidade de todos para a preservação da água, incluindo os estudantes e com o cuidado para com esse bem essencial à vida.

Outras 26 atividades relacionaram as palavras “uso racional” e “desperdício da água*” à* questão envolvendo atitudes de consciência cidadã, demonstrando que eles próprios, ou pessoas de seu convívio familiar e social, agem no sentido de economizar a água potável, economizando ou de alguma forma, reutilizando-a nas atividades comuns e necessárias do dia a dia.

Outras 20 atividades, mencionaram as palavras “tratamento de água” e “saneamento básico”, demonstrado um conhecimento de mundo mais ampliado e uma cultura científica já relacionada com questões envolvendo a sociedade. Da alusão destas palavras contidas nas representações de ideias, foi possível verificar que para esses estudantes, a cidadania já se faz presente, uma vez que o acesso ao saneamento básico e à água tratada é um direito da população e um dever do Estado e portanto, algo diretamente relacionado com a vida deles, ou seja, um dever e um direito enquanto cidadão.

E apenas 3 atividades apresentaram equívocos procedimentais em sua execução. A análise dessas atividades identificou que houve a aprendizagem de conceitos, porém a lógica com que os termos foram relacionados ficou comprometida, causando estranheza e dificuldade na sua compreensão de modo geral.

Ressalta-se, enquanto no pedagógico, que esses equívocos de procedimento foram considerados naturais pela professora - pesquisadora, visto que em sala de aula é impossível atingir a todos do mesmo modo. Ademais, por meio de questionamento direto realizado pela professora logo após o recolhimento da atividade, foi possível ratificar a dificuldade de síntese já mencionada como desafio para o ensino de Química.

Esse questionamento possibilitou a conclusão, por parte da professora, que o problema de lógica na representação das ideias aconteceu não por falta de conhecimento construído e sim, pela dificuldade em sintetizar e organizar o conteúdo por parte desses estudantes. Dessa constatação, foi possível retirar outro desafio para o professor em sala de aula, vencer as dificuldades individuais apresentadas pelos estudante.

A categoria II apresentou o maior número de atividades agrupadas nesta categoria, 26 de um total de 29 atividades, isso manifesta que a SD proporcionou as premissas da formação cidadã, visto o uso das palavras: “uso racional” e “desperdício”.

A categoria III agrupou 20 atividades, manifestando também que a SD proporcionou premissas de conscientização ambiental, visto o uso das palavras “poluição” e “escassez”.

Já a Categoria I agrupou 17 atividades, manifestando que o tema água potável requer posicionamentos frente às questões vividas em sociedade. Isso ficou expresso nas expressões: “saneamento básico” e “a água potável de qualidade”. A categoria IV agrupou 3 atividades, manifestando que apesar da SD ter conseguido despertar nestes estudantes a aprendizagem e a consciência cidadã, isto não foi suficiente para enfrentar as dificuldades pontuais apresentadas por eles, como a habilidade de síntese e lógica matemática. Essa constatação reforçou os desafios já apontados em outras etapas, as dificuldades em determinadas habilidades consideradas fundamentais para o bom andamento do aprendiz em sua vida escolar, como a capacidade de síntese, diretamente relacionada as capacidades leitora e escritora dos estudantes.

5.7 Etapa VII - Questionário final

Nesta etapa aplicamos um questionário final (Apêndice E) contendo 10 questões abertas, para avaliar o conhecimento químico construído pelos alunos e verificar a efetividade da SD na direção dos objetivos propostos pela pesquisa.

Os principais conceitos químicos que permearam a SD foram: substâncias simples e compostas; misturas e processos de separação de misturas; soluções; solubilidade; concentração de soluções; propriedades da matéria, água potável, tratamento da água, parâmetros de potabilidade da água, uso racional da água;

linguagem científica; interpretação da linguagem química; tecnologia utilizada pela Química.

A aplicação do questionário se deu em um único momento, durante duas aulas de 50 minutos, com os estudantes organizados em sala de aula na forma tradicional, de modo que cada um deles pudesse responder individualmente o questionário.

Para a discussão selecionamos cinco questões, que a nosso ver, possibilitam a avaliação geral do trabalho, ilustrando as conclusões exteriorizadas após a análise do questionário final.

Questões selecionadas:

1-Água pura e água potável são a mesma coisa? Justifique.

4- Por que a água deve ser tratada antes de ser disponibilizada para o consumo humano?

5- Quando uma substância ou um elemento químico misturados na água pode se tornar nocivo para a saúde das pessoas? Dê um exemplo.

8-Analise as informações contidas em um rótulo da água mineral e responda as alternativas a, b, c e d.

FONTE SÃO SEBASTIÃO

COMPOSIÇÃO QUÍMICA PROVÁVEL ($mg{\cdot}L^{-1}$)

Sulfato de estrôncio: 2,25. Sulfato de cálcio: 15,84. Hidrogenocarbonato de cálcio: 102,72. Hidrogenocarbonato de magnésio: 36,52. Hidrogenocarbonato de potássio: 6,40. Hidrogenocarbonato de sódio: 37,40. Cloreto de sódio: 11.62. Fluoreto de sódio: 0,52. Fluoreto de lítio: 0,08. Óxido de Zinco: 0,01

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

pH a 25ºC: 7,2 - Temperatura da água na fonte:23ºC - Condutividade elétrica a 25ºC em $mhos.cm^{-1}.10^{-4}$ - Resíduo de evaporação a 180ºC: $213,36 mg.L^{-1}$

REGISTRO NO MS PORT Nº 00000/000/00

INDÚSTRIA BRASILEIRA

Fonte: adaptada do caderno do professor - Ciências da Natureza/Química (vol.1, 2014-2017, p.34), distribuído pelo governo de São Paulo para as Escolas Públicas de Educação Básica

a) Qual a concentração de Hidrogenocarbonato de Sódio nessa água?

b) Que massa de Hidrogenocarbonato de Sódio que uma pessoa ingere ao beber 100 mL dessa água? E ao beber 200 mL?

c) Qual o pH dessa água?

d) Qual a forma utilizada para expressar a concentração dos componentes contidos nessa água?

10. O que você aprendeu no decorrer do trabalho e estudos desenvolvidos por meio das atividades envolvendo a água e o tratamento da água?

A questão 1 teve o objetivo de avaliar o conteúdo conceitual (aprender a conhecer) que segundo Zabala (1998, p.42): "[...] se referem às mudanças que produzem num fato, objeto ou situação em relação a outros fatos, objetos ou situações que normalmente descrevem relações de causa-efeito ou de correlação". A análise dessa questão indica que os estudantes assinalaram bem a diferença entre água pura e água potável, conceitos químicos construídos durante as etapas da SD. Nas respostas, foi possível perceber ainda, que a maioria dos alunos sabe a diferenciação entre substâncias puras, substâncias compostas e misturas, porém na hora de expressar essa diferença alguns estudantes demonstraram certa confusão sobre os conceitos químicos construídos e discutidos em sala de aula. O Quadro 19 traz para a discussão exemplos de respostas enquadradas nestas duas categorias.

NOME DA CATEGORIA	DESCRITOR	EXEMPLOS
Categoria I Apresentação da sistematização dos conhecimentos construídos por meio da relação entre aprendizagem e questões vividas no cotidiano.	Agrupa as respostas providas de conhecimento químico científico sistematizado e seu uso prático.	Não, porque água pura é isenta de outras substâncias, ela só tem H_2O e a água potável é misturada com várias substâncias boas para nós. (A01) Não, porque água pura é uma água sem adição de outro material, já a água potável contém outras coisas, substância que torna própria para o consumo. (A13). Não, a água potável é tratada para o nosso consumo e a pura não contém nenhuma substância além de moléculas água. (A22)
Categoria II Apresentação de confusão de conceitos, demonstrando o distanciamento entre o saber escolar e as questões do cotidiano.	Agrupa as respostas desprovidas de clareza, manifestando equívocos conceituais à respeito dos conhecimento químico científico.	Não, porque água pura ao contrário da potável não tem procedimento químico. (A17) Não, pois pura é da nascente, água potável tem química. (A28) Não, água pura não tem química (A9)

Quadro 19: Categorias emergidas da questão 1 do Questionário final
Fonte: Elaborado pela autora

Dos 31 participantes desta etapa, 28 conseguiram responder à questão de maneira coerente, expressaram a diferença entre água pura e água potável, justificando a diferença com uso de conceitos químicos construídos. Já outros 3 estudantes demonstraram dificuldade, em suas respostas é possível verificar novos equívocos conceituais, ou seja, as novas informações construídas não encontraram ancora em seus saberes prévios e assim a aprendizagem não se tornou significativa, como fundamenta Ausubel (1963).

A maioria dos estudantes conseguiu expressar o conhecimento construído em suas respostas, indicativo de que a SD proporcionou o desenvolvimento do conteúdo conceitual, a aprendizagem de conceitos químicos essenciais, porém um número reduzido deles teve dificuldade com as suas respostas, fato atribuído aos desafios, inclusive um já confirmado pela ciência: cada indivíduo aprende a seu tempo e a sua maneira, e o outro, reforçando a deficiência da habilidade escritora apresentada por grande parte dos estudantes.

A questão 4 teve o objetivo de verificar o conhecimento conceitual construído e o exercício da reflexão realizado em sala de aula. Para tal, procurou-se nas respostas a manifestação da aprendizagem de conceitos e procedimentos junto à vida em sociedade, ou seja, o conteúdo procedimental, aprender a fazer, fundamentado por Zabala (1998, p.43): "[...] São conteúdos procedimentais: ler, desenhar, observar, calcular, classificar, traduzir, recortar, saltar, inferir, espetar" e desta forma verificar a efetividade da SD em atingir os objetivos propostos pela pesquisa.

As repostas dessa questão foram agrupadas em duas categorias, e assim, como na questão 1, o Quadro 20 traz para a discussão, exemplos de respostas enquadradas nessas categorias emergidas da questão 4 do questionário final.

NOME DA CATEGORIA	DESCRITOR	EXEMPLOS	INCIDÊNCIAS
Categoria III- Relação entre a água potável e saúde.	Agrupa respostas que demonstram a reflexão, manifestando aproximação entre o conhecimento científico e as questões cotidianas.	Para podermos beber sem nenhum risco para a saúde, pois a água quando não é tratada pode nos trazer doenças. (A02).	25

		Se não for tratada não pode ser consumida, pois contém substâncias que fazem mal e causam doenças. (A17) Pois se ela não for tratada, ela quando ingerida poderá acarretar diversos problemas a saúde. (A24)	
Categoria IV- Ausência de relação entre a água potável e saúde.	Agrupa respostas simplistas, sem reflexão, manifestando distância entre o conhecimento científico e as questões cotidianas.	Para poder ser consumida (A05). Para o consumo de todos(A14). Para que possamos beber, consumi-la. (A22).	06

Quadro 20: Categorias emergidas da questão 4, Questionário Final
Fonte: Elaborada pela autora

A análise dessa questão revelou dados satisfatórios, pois dos 31 participantes desta etapa, 25 conseguiram fazer a relação entre água potável e saúde, o que indica reflexão, conscientização e, portanto futuros posicionamentos frente às questões dessa natureza dentro da sociedade onde estão inseridos. Somente 6 estudantes demonstraram dificuldade com essa relação, mas ainda assim em suas respostas foi possível verificar que houve aprendizagem. Esse fato foi atribuído mais uma vez à dificuldade na habilidade escritora desses estudantes, que apesar de terem demonstrado a aprendizagem como os demais, não conseguiram expressar a relação entre esses saberes químicos com a sociedade onde estão inseridos, além do fato de alguns deles, simplesmente demonstrarem a indisposição em responder.

Portanto, pode-se concluir que por meio da questão 4, que as atividades realizadas na SD contribuíram para o desenvolvimento de conteúdo procedimental, pois a grande maioria dos estudantes respondeu e as respostas expressões sinalizaram um proceder, como “pode fazer” que segundo Zabala (1998) é um dos conteúdos educacionais procedimentais. Além disso, por meio dessa questão foi possível atribuir à SD o desenvolvimento do pensamento crítico, já que os estudantes manifestaram em suas respostas a questão de saúde relacionada com a qualidade da água potável,

manifestando ainda que implicitamente, questões sociais e ambientais vividas em sociedade.

A questão 5 teve o objetivo de avaliar o conteúdo conceitual sobre os conceitos químicos relacionados à concentração de soluções, além da importância no controle da concentração de determinadas substâncias na água e que podem ser ou se tornar tóxicas e prejudiciais à saúde humana. As respostas foram agrupadas em duas categorias análises, sendo que estas, categoria III e V, são as mesmas emergidas nas respostas do questionário inicial. O Quadro 21 traz para a discussão de exemplos de respostas enquadradas nessas categorias.

NOME DA CATEGORIA	DESCRITOR	EXEMPLOS	INCIDÊNCIAS
Categoria III – Conhecimento Científico estruturado baseado na aprendizagem construída.	Agrupa respostas providas de conhecimento Científico estruturado, indicando um saber mais sistematizado.	Quando a quantidade de substâncias na água ultrapassa os limites ideais. Ex: sulfato de sódio, alumínio, arsênio, fluoreto e alumínio (A26) Quando colocado em excesso. Ex.: cloro. (A17). Em excesso, os elementos químicos que tem na água podem prejudicar a saúde. Ex.: cloro (A06)	22
V -Influência do Senso Comum na vida escolar.	Relaciona as respostas providas de justificativas, porém apresentam certa confusão entre o saber científico e o saber de senso comum.	Quantia alterada de produtos químicos. (A07). Quando o elemento químico for a mais, ele é bom na escala 7 de pH. (A02). Quando ele está em pouca quantidade. Ex.: água + sódio. (A16)	9

Quadro 21: Categorias emergidas da questão 5 do Questionário Final
Fonte: Elaborada pela autora

A análise das respostas apresentadas pelos estudantes para a questão 5 manifestou novamente a construção de conceitos químicos básicos. Das 31 respostas

colhidas, 22 demonstraram que a toxicidade de substâncias misturadas à água está relacionada diretamente com a sua concentração, porém muitos deles tiveram a dificuldade em dar exemplos, lembrando-se apenas do cloro. Alguns deles conseguiram exemplificar melhor suas respostas, manifestando um conhecimento construído mais elaborado. Apesar da dificuldade em exemplificar as respostas, foi possível inferir que houve aprendizagem conceitual, enquadradas na categoria III. Além disso, foi possível verificar também que após a aplicação da SD, os estudantes desenvolveram um novo olhar em relação à água, demonstrando um respeito e uma atenção maior com esse bem essencial à vida, indicando o desenvolvimento do conteúdo atitudinal, aprender a viver juntos e ser, conceito fundamentado por Zabala (1998).

As 9 repostas restantes foram agrupadas em outra categoria, categoria V, visto que em suas falas houve a manifestação de confusão de conceitos e com a capacidade escritora, desafios já registrados em outras momentos de análise desta pesquisa. Essas repostas demonstraram problemas de clareza, o que dá margens a múltiplas interpretações. Segundo a professora pesquisadora, por meio da observação participante, esse fato pode ser atribuído à dificuldade de aprendizagem apresentada por alguns estudantes, em função da dificuldade escritora apresentada por eles, o que comprometeu o conteúdo de suas respostas.

A questão 8 teve o objetivo de verificar o conteúdo conceitual e procedimental atingido nesta questão junto aos estudantes. Foi proposto a leitura e interpretação de um rótulo de uma água mineral, vindo direto ao encontro das recomendações de (Zabala, 1998) sobre o conteúdo procedimental l- aprender a fazer - e sobre o conteúdo factual/conceitual - aprender a conhecer. Desta forma, procurou-se nas respostas a relação entre os conhecimentos químicos essenciais construídos em sala de aula e a situações do cotidiano deles, como a qualidade da água mineral consumida pelas pessoas no dia a dia.

Para a melhor visualização, os dados foram organizados e são apresentados na Tabela 7. Ela descreve quantitativamente os acertos das respostas dos aprendizes para cada uma das alternativas propostas para a interpretação do rótulo, esclarecemos neste ponto que foram colhidas 31 respostas para cada item proposto.

ITENS DA QUESTÃO 8	RESPOSTA CORRETA	RESPOSTA INCORRETA	NÃO RESPONDEU
a) Qual a concentração de Hidrogenocarbonato de Sódio nessa água?	23	7	1
b) Que massa de Hidrogenocarbonato de Sódio uma pessoa ingere ao beber 100 mL dessa água? E ao beber 200 mL?	10	18	3
c) Qual o pH dessa água?	29	1	1
d) Qual a forma utilizada para expressar a concentração dos componentes químicos contidos nessa água?	16	15	0

Tabela 7: Acertos e Erros da questão 8 do Questionário Final
Fonte: Elaborada pela Autora

Como pode ser observado na Tabela 7, a maioria dos estudantes, 23 alunos conseguiram identificar no rótulo da água mineral a informação solicitada pela questão: a concentração do Hidrogenocarbonato de sódio, porém 7 deles não conseguiram extrair essa informação do rótulo e 1 deles não respondeu à questão. Diante dessa constatação, foi possível inferir que o item (a) dessa questão proporcionou o desenvolvimento do conteúdo procedimental nos estudantes, não em todos, mas na maioria deles, felizmente.

Já a análise do item (b) dessa questão indicou novos desafios ao ensino de Química via SD. Pela observação do quadro de respostas, é possível verificar que a maioria dos estudantes, não conseguiu resolver o item (18), já outra parte, 10 deles acertaram e outra pequena parte, 3 deles, nem respondeu o item. Pelos dados apresentados e pela observação participante realizada pela professora, atribui-se a quantidade de erros a imensa dificuldade apresentada por eles com os cálculos matemáticos envolvidos com a questão, além disso, houve também muita dificuldade com a leitura e interpretação das informações expressas no rótulo da água mineral. Essa constatação evidenciou novos desafios no ensino de Química: a falta de conhecimentos prévios matemáticos e de língua portuguesa, comprometendo sobremaneira o ensino de Química.

O item (c) da questão evidenciou que a maioria deles (29) conseguiu extrair do rótulo a informação pedida na questão, apenas 1 aluno apresentou resposta incorreta e somente 1 aluno não respondeu ao item. A análise do resultado desse item revela

outro desafio para o ensino de Química e também para o ensino das demais disciplinas escolares: a falta de atenção dos estudantes com as atividades pela escola. Essa inferência foi possível ao comparar as respostas dos itens (b) e (c). No item (b) os alunos não conseguiram interpretar a informação solicitada do rótulo, já no (c) praticamente todos conseguiram extrair a informação solicitada, revelando que muitos deles não leram com a devida atenção o que era pedido no item (b), o que comprometeu as suas respostas. Já no item (c) praticamente todos 29 aprendizes conseguiram encontrar a informação, revelando que eles sabem interpretar textos, mas infelizmente somente quando se dispõe a tal.

Já o item (d) ratificou o que foi observado na análise do item (c), ou seja, a falta de atenção diante das atividades escolares. Como pode-se observar, os índices de erros e acertos desse item ficaram praticamente empatados, ou seja, 15 erraram a questão e 16 acertaram. Esse fato comprova mais uma vez a falta de atenção e a baixa capacidade leitora por parte de alguns estudantes.

A questão 10 teve como foco a análise de conteúdo atitudinal - aprender a viver junto e ser, discutida por Zabala (1998). Para tal, a pergunta deu abertura para os aprendizes se expressarem livremente e, portanto, suas impressões e opiniões puderam ser colhidas.

Para a análise das respostas utilizamos novamente a técnica da Análise de Conteúdos, de modo que a categorização foi feita utilizando as unidades de registro que se repetiam. Dessa forma surgiram 3 novas categorias. O Quadro 22 apresenta para as discussões as categorias e as quantificações para as unidades de registro observadas.

NOME DA CATEGORIA	DESCRITOR	QUANTIFICAÇÃO
I-Importância da água	Agrupa as respostas que salientaram a importância da água para a vida em sociedade.	7
II-Consciência Ambiental	Agrupa as respostas que sinalizaram a consciência ambiental despertada pela construção de conhecimentos na aplicação da SD	6
III- O processo do Tratamento da água.	Agrupa as respostas que evidenciaram a importância do tratamento da água para a vida e sociedade e também para as condições de saúde pública.	18

Quadro 22: Categorias emergidas da questão 10- Questionário Final
Fonte: Elaborado pela autora

Pela observação da tabela é possível verificar que boa parte deles, 18 estudantes, mais da metade da turma retratou o tratamento da água em suas resposta evidenciando a importância e sua essencialidade para a vida em sociedade. Esse fato sinalizou que a SD foi efetiva na construção de conhecimentos científicos devido à abordagem de temas sociocientíficos em sala de aula, como ressalta Santos; Mortimer (2002). Já outra parte, 7 estudantes a importância da água, evidenciando que para eles não basta tratar corretamente a água, mas também, atribuir a ela a sua grande importância para a vida em seu todo, ou seja, esses alunos demonstraram os primeiros indícios do conteúdo atitudinal, e por fim uma pequena parte da turma manifestou claramente em suas respostas a consciência ambiental, ou seja, a necessidade de preservar esse bem essencial, evidenciando um aprendizado mais comprometido com as questões ambientais, sociais, políticas e econômicas, demonstrando dessa forma a manifestação do conteúdo atitudinal, quesito de vital importância no ensino CTS.

5.8. Etapa VIII - Visita Técnica

A etapa VIII, última etapa da SD, consistiu-se de uma visita técnica à Estação de Tratamento de Água (ETA) da cidade onde se localiza a escola participante da pesquisa. A visita foi a única atividade da SD desenvolvida em ambiente não formal de ensino, outra diversidade oferecida pela Educação CTS, ou seja, em um ambiente externo à escola e à sala de aula convencional. Atividade diferente daquelas outras que frequentemente os alunos estão acostumados na rotina escolar.

Essa etapa, consumiu um tempo correspondente a seis aulas de 50 minutos, o que corresponde a um dia letivo de aula para a turma. A visita aconteceu no período da manhã, em uma data agendada com a empresa de tratamento de água. Nesse dia, a turma além de duas aulas de química, tinha ainda aulas de Biologia e de Língua Portuguesa, cujos professores gentilmente cederam o tempo de suas aulas para que a visita ocorresse. A atividade realizada pela turma durante a visita também foi considerada para composição da nota bimestral dessas duas disciplinas. Para que a visita acontecesse, além das aulas cedidas foi preciso enfrentar uma quantidade de empecilhos, que infelizmente os professores de escolas públicas se deparam quando pretendem realizar atividades em ambiente externo à escola. Nesse caso, o maior desafio deles foi a questão de custos de transporte envolvidos com a visita, visto as

dificuldades socioeconômicas enfrentadas pela maioria das famílias dos estudantes, impossibilitando, infelizmente, a participação da maioria dos aprendizes nesta etapa.

Os estudantes que não puderam participar da visita não foram prejudicados, a professora solicitou a elaboração de um trabalho de pesquisa sobre o funcionamento das ETAs. Solicitou-se que a pesquisa enfatizasse as imagens das etapas do tratamento, de modo que, mesmo que indiretamente, esses estudantes pudessem verificar visualmente a grande quantidade de trabalho e produtos químicos dispensados todos os dias, para suprir a necessidade de água tratada pela população.

Além de integrar os estudantes, o trabalho de pesquisa teve o objetivo de ampliar a compreensão sobre tratamento de água por meio da visualização das etapas através das imagens de uma ETA em que são aplicados conhecimentos científicos, sendo alguns deles construídos pelos alunos durante a SEI. A visualização da aplicação do conhecimento foi oportunizada aos alunos que realizaram a visita técnica.

Dos 31 participantes da pesquisa, somente 12 conseguiram participar desta etapa, considerada essencial pela professora, visto a oportunidade de observar a Química na prática, ou seja, os saberes da Química colocados a serviço da sociedade, aproximando-a dos alunos e aos temas sociais. Além disso, o fato de o estudante ter a oportunidade de observar pessoalmente fenômenos dessa natureza, cuja relevância e magnitude saltam aos olhos, como o tratamento em larga escala da água de todo dia, desperta neles a consciência ambiental, promovendo a reavaliação de conceitos. E essa reflexão, pode promover novos procedimentos e atitudes a respeito das responsabilidades cabidas a cada um enquanto cidadão.

Para que tudo acontecesse de forma segura e legalizada, preservando a Escola enquanto Instituição, os aprendizes enquanto menores e a Empresa enquanto anfitriã, elaboramos um Termo de Autorização para os pais ou responsáveis assinarem e um Termo de Responsabilidade para a professora enquanto acompanhante e responsável pelos aprendizes durante a visita técnica. Além das documentações exigidas, a professora também se responsabilizou pelo agendamento da visita junto à empresa local de tratamento de água.

Ao chegarem à ETA, os alunos e a professora foram recepcionados por dois funcionários monitores da Empresa, um técnico de saneamento ambiental e outro responsável pela parte burocrática da visita. Esses, orientaram a todos sobre como deveria acontecer a visita.

No início, os estudantes foram direcionados para uma sala de recepção, onde foram devidamente acomodados. Lá os aprendizes foram convidados a assistir a um vídeo e a uma breve palestra institucional, ocasião em que foi explicado o processo de tratamento da água realizado pela Empresa SABESP. Após essa parte inicial da visita, os monitores passaram as recomendações sobre a forma segura de se comportar e a postura necessária para passeio panorâmico dentro das instalações da ETA, a fim de manter a segurança de todos e evitar acidentes, e só após todas as recomendações, iniciou-se a visita. A Figura 25 ilustra o início da visita.

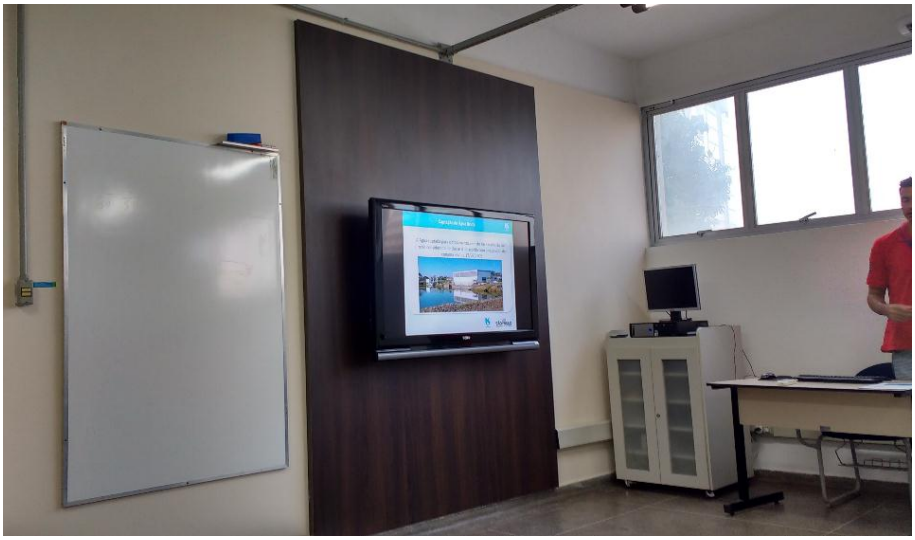


Figura 25: Orientações institucionais para o início da visita
Fonte: Acervo de fotos da pesquisa

Durante a visita os alunos puderam conhecer a ETA, percorrendo desde a etapa de captação da água bruta até a etapa de controle automatizado da água já tratada, onde ficam os comandos mecânicos e eletrônicos para tal. A Figura 26 ilustra como é feito o controle automatizado da água já tratada.

Explicação: Painel de controle automatizado de distribuição da água tratada da ETA visitada
Figura 26: Controle automatizado da distribuição da água tratada
Fonte: Acervo de fotos da pesquisa

Durante o percurso da visita, os estudantes ficaram impressionados com a grandiosidade do sistema por meio das dimensões de instalações, tanques gigantes, muitos produtos químicos consumidos e, principalmente pela imensa quantidade de água tratada por segundo. Além disso, ficaram surpresos com o rigor no controle dos parâmetros de potabilidade da água para consumo humano.

Na intenção de enaltecer o papel da Química dentro da sociedade, a professora solicitou aos monitores uma visita especial ao laboratório químico da estação, de modo que a relação entre a Química e as questões da vida real pudessem ser vivenciada por eles, mesmo que por poucos minutos. Nesse momento os estudantes puderam verificar como era realizado os testes de pH e cloro residual da água tratada. Testes que eles puderam vivenciar em sala de aula com a aplicação da SD.

Durante a visita, os técnicos monitores explicaram para os estudantes o que ocorria em cada uma das etapas, as quais seguem na ordem:

1 - Oxidação/Metais/pré-cloração- Esta etapa consiste na oxidação do íons metálicos de ferro e manganês solúvel que se apresentam dissolvidos na água bruta. Para isso, aplica-se cloro ou um produto similar, pois eles tornam aqueles metais insolúveis na água, permitindo, assim, que sejam removidos nas outras etapas de tratamento.

2 - Coagulação - Consiste na aplicação de produtos, como o sulfato de alumínio ou cloreto férrico, que têm como função básica agrupar as partículas de sujeira em

suspensão na água bruta, formando pequenos coágulos. Em algumas circunstâncias, também é necessário corrigir o pH da água nesta etapa do tratamento, com a aplicação de cal.

3 - Floculação - É a formação de flocos de sujeira, a partir da movimentação da água em tanques específicos, dentro da ETA, que misturam os coágulos, tornando-os maiores e mais pesados.

4 - Decantação - Nesta etapa, os flocos formados na etapa de floculação, pela ação da força da gravidade, acumulam-se no fundo dos tanques, separando-se da água.

5 - Filtração - Pode ser que a água chegue a esta etapa do processo de tratamento contendo ainda alguma sujeira. Por isso, e por segurança do produto, ela passa também por filtros para eliminação das impurezas restantes. Durante a visita foi possível visualizar a lavagem dos filtros feita com água tratada passando no sentido inverso.

6 – Desinfecção/pós-cloração - A água já está limpa quando chega a esta etapa. Então, ela recebe adição de cloro que elimina os germes nocivos à saúde, garantindo também a qualidade da água nas redes de distribuição e nos reservatórios domiciliares.

7 - Correção de pH - Depois que a água já passou pelas principais etapas do tratamento dentro da ETA, ela recebe, então, a adição de cal para corrigir seu pH. A correção do pH é necessária para se evitar possíveis corrosões das tubulações durante a distribuição da água.

8 - Fluoretação - Com a água já limpa, nesta etapa ela recebe a aplicação de uma dosagem de um composto de flúor que contribui no combate às cáries, principalmente no período de formação dos dentes. O Quadro 23 apresenta imagens que ilustram a etapa da Visita Técnica, registrada pela professora, das etapas do tratamento da água realizada pela ETA visitada.

Explicação : Etapa da coleta da átua bruta / Chegada da àgua bruta a ETA

Explicação: Etapa da Floculação

Explicação: Etapa da Decantação – Grade dos Decantadores

Explicação: Etapa da Filtração

Explicação: Filtro em manutenção

Quadro 23: Imagens das Etapas do Tratamento da água na ETA visitada
Fonte: Acervo de fotos da pesquisa

A visita teve a duração de 1 hora e meia, iniciando-se às 9:00 h e encerrando-se às 10h e 45 min. Destaca-se que os alunos gostaram muito dessa etapa da SD e que ficaram muito impressionados com o que viram, pois até então uma Estação de Tratamento de Água era vista por eles apenas por meio de imagens nos livros didáticos ou na internet. Portanto, a visita foi muito instrutiva para os alunos, contribuindo muito com o seu processo de ensino e aprendizagem.

Somado a esses fatos, a visita técnica também contribuiu para ratificar ainda mais o conhecimento construído com a aplicação da SD, pois tudo aquilo que foi construído em sala de aula em pequena escala, pode ser evidenciado em grande escala, nas situações de vida real. A visita ressaltou para os alunos, a importância do tratamento da água em dois aspectos: a essencialidade desse bem para a vida, e a parte econômica, pois os alunos ficaram impressionados com os equipamentos, produtos e trabalho consumido nesse processo. Finalizando a visita técnica os alunos puderam conhecer os laboratórios de análises químicas onde as análises de controle da potabilidade são realizados.

Essa parte da visita foi muito instrutiva, pois aproximou a parte tecnológica da Química às questões relevantes da vida real, ou seja, a garantia de água de qualidade para a população. Com ela, os estudantes puderam evidenciar o quanto os conhecimentos próprios da Química, considerados abstratos e complexos por eles em sala de aula, contribuem para com a melhora da vida na sociedade. Esse fato destacou para os estudantes os direitos e os deveres do cidadão comum em relação à água. Essa aproximação gerou muita afetividade, além de ratificar as discussões dos autores: Santos e Mortimer (2002), Santos e Schnetzler (1996; 2015), Chassot (2004), Cachapuz (2005) e Carvalho (2013) sobre o objetivo do Ensino de Química na Educação Básica, que é a formação cidadã dos sujeitos. A Quadro 24 apresenta as imagens do laboratório físico-químico da ETA visitada a fim de ilustrar a pesquisa.

Explicação: Turbidímetro

Explicação: pHmêtro

Explicação: Aparelhagem Analítica - Processo da Titulação

Quadro 24: Imagens do Laboratório de Análises Físico- Químicas da ETA visitada
Fonte: Acervo de fotos da pesquisa

Como avaliação para esta etapa a professora pediu que os estudantes fizessem uma pequena redação descrevendo suas impressões sobre a visita. A análise das redações revelou que os estudantes aprenderam significativamente sobre as etapas do tratamento da água.

O fato de os estudantes terem visualizados, em escala real as etapas de uma ETA, como por exemplo a adição de produtos químicos na água (sulfato de alumínio, cloro e cal), e também as análises de pH e de cloro realizadas periodicamente realizadas pelos técnicos químicos na água tratada, despertou o interesse desses estudantes pelos conteúdos químicos propostos em sala de aula. Além disso, a visita suscitou nos alunos, um respeito maior pela Química, enquanto disciplina escolar.

Na análise das redações desta etapa, procuramos por indícios de desenvolvimento dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais dos estudantes discutidos por Zabala (1998) e também por Bernini (2012). Para a discussão

trouxemos algumas transcrições de alguns trechos das redações produzidas por eles. Portanto as categorias para a análise desta etapa foi associada aos verbos propostos por Bernini(2012).

Antes de realizar a análise, pela leitura das redações, foi possível verificar que os estudantes ficaram muito impressionados com a grande escala em que o tratamento de água acontece. Para eles, a enorme quantidade de água tratada por dia, e a grande quantidade de pessoas envolvidas nesse processo, foi algo surpreendente para eles, visto que, para todos, esse fato era totalmente desconhecido, sinalizando a distância entre o saber Químico escolar e as questões de vida real, como discutem Santos e Schnetzler (2015) a respeito do objetivo do Ensino de Química para o Ensino Médio.

Ademais, a visita técnica propiciou uma visão mais clara da importância do conhecimento científico a serviço da sociedade e a serviço das questões que envolvem a vida real. Essa visão humanizou o estudo de Química, deixando os estudantes com mais vontade de aprender essa disciplina do currículo escolar, facilitando o seu ensino em sala de aula. A transcrição de um trecho da redação do estudante A25 ilustra essa evidência da pesquisa.

> *"É sempre bom aprender sobre as coisas que estão em nosso cotidiano, passamos a dar mais valor e obtemos mais conhecimento" (Aluno A25).*

Já a análise indicou que a visita, associada com todo o trabalho realizado antes na SD, promoveu nos alunos a aprendizagem, habilidades escolares para a vida, principalmente, mudanças em suas atitudes. No sentido de comprovar essa evidência da pesquisa, trazemos transcritos, trechos das redações dos alunos após a realização desta última etapa.

> *"Na minha opinião, um dos melhores projetos que sempre vou ter na minha cabeça, é muita água ... e sempre vai ser estudado na escola" (Aluno A01).*

Nessa fala, é possível verificar que o estudante aprendeu com a sequência de aulas, pois em suas palavras, "sempre vou ter na minha cabeça", indicou que as aulas foram significativas para ele. Além disso, ainda na mesma fala, o estudante expressa "e sempre vai ser estudado na escola", sinalizou que os conteúdos envolvendo questões do cotidiano junto aos conhecimentos científicos, podem promover os conteúdos

educacionais procedimentais e atitudinais, visto que a expressão “ser estudado”, sinaliza assuntos e questões de importância social.

> *“Eu gostei muito dessa experiência, pois me fez entender melhor como tudo isso funciona [...] além de nos trazer conhecimento, nos traz a experiência necessária de ver a Química fora da escola” (Aluno A02).*

Já essas falas “além de nos trazer conhecimento” e “nos traz a experiência necessária de ver a Química fora da escola”, demonstrou que o estudante refletiu, fazendo a relação entre o saber científico ensinado na escola com a vida real, demonstrando a promoção do conteúdo conceitual e também atitudinal, ser consciente de. Além disso, essa fala sinalizou a formação cidadã, como ressaltam Santos e Schnetzler (2015) sobre o objetivo do ensino de Química na escola básica.

> *“Foi muito bom, e a cada processo que vimos, vamos tendo noção do tamanho, e quando mais avançamos mais curiosidade e vontade de saber dá” (Aluno A09).*
>
> *“Eu aprendi sobre os produtos químicos que limpam a água e que a água tratada passa por muitos procedimentos para ficar limpa” (Aluno A07).*

Por esses novos trechos é possível verificar que a visita provocou motivação nos estudantes, pois na fala “quando mais avançamos mais curiosidade e vontade de saber dá”, confirma que as atividades de educação CTS motivam os estudantes a querer aprender, por abordar temas que estão próximos a eles, encharcando o ensino de vida real como fundamenta Chassot (2004). Somado e esse choque de realidade, percebe-se novamente a promoção do conteúdo conceitual e também procedimental expressado pelo verbo saber e aprendi.

> *“Eu achei esse o melhor trabalho que eu já fiz, real e oficial. Aprendi bastante com ele e se pudesse faria tudo de novo” (Aluno A15).*
>
> *“Neste projeto aprendemos a importância da água em nossa vida, aprendemos que não devemos desperdiçar água” (Aluno A12).*

Concluída a análise, nessa última fala do estudante A15, foi possível verificar a mudança de postura e a valorização do trabalho escolar frente a nova forma de abordar o ensino de Química, pois por meio dela, foi possível aproximar o ensino escolar ao dia a dia. Somado a esse fato positivo evidenciado pela observação participante, além disso, a fala do estudante A12 ratificou o cumprimento dos objetivos propostos pela SD lá em seu planejamento, pois em sua fala, fica claro que houve o desenvolvimento dos

conteúdos educacionais conceituais, procedimentais e atitudinais, ressaltados por Zabala (1998) e por Bernini (2012), como também, a tomada de posição em relação ao uso racional de um bem essencial para a vida em sociedade, demonstrando pela prática, que a Educação CTS permite e promove a formação cidadã, entregando para a sociedade, sujeitos reflexivos e ativos, como ressalta nossa principal referência em Educação CTS no Brasil, o professor pesquisador Wildson Luiz Pereira dos Santos.

Capítulo VI - Considerações Finais

Neste capítulo apresentamos as considerações finais no sentido de responder à questão de pesquisa: "*Quais potencialidades e desafios encontrados durante a elaboração e aplicação de uma Sequência Didática com enfoque CTS e Ensino por Investigação na construção de conceitos químicos e na formação cidadã de alunos do Ensino Médio?*"

Durante a elaboração da Sequência Didática deparamo-nos com dois desafios importantes e que estão estreitamente relacionados a aspectos fundamentais na vida do professor e na rotina das escolas públicas. O primeiro é em relação ao tempo despendido com a preparação e aplicação da SD e o segundo é em relação à falta de materiais didáticos com enfoque CTS disponíveis para aos professores da escola básica.

Em relação ao tempo, foi possível verificar que este se torna um obstáculo a ser vencido quando se pretende trabalhar em sala de aula com atividades desta natureza, pois uma SD com enfoque CTS exige considerável demanda de tempo docente, tanto para seu planejamento quanto para sua execução em sala de aula. Portanto, caminha na contramão da rotina dos professores das escolas públicas, que têm carga horária excessiva de trabalho dentro e fora de sala de aula e, em alguns casos, em mais de dois turnos de trabalho ao dia. Ademais, muitos professores têm receio de aplicar esse tipo de atividade por insegurança ou inexperiência com a mesma, além do fato de muitos professores questionarem por que razão utilizar novas abordagens de ensino se não há preocupação governamental com a melhoria da educação.

Em relação aos materiais didáticos, verifica-se que a maior parte deles apresenta ainda conteúdos organizados para um ensino tradicional de Ciências/Química. Nesse sentido, o docente que tem a intenção de inserir a abordagem CTS em suas aulas precisa fazer as adaptações pertinentes e necessárias nos materiais disponíveis, para que a CTS seja inserida junto ao conteúdo científico tradicional de Química. Só assim haverá um ensino CTS verdadeiro; caso contrário, tais atividades só serão consideradas atividades diferenciadas e se prestarão apenas para tornar o ensino de Química mais interessante, e isso significa 0% de conteúdo CTS. Nesse sentido, relembramos as discussões de

Aikenhead (1994) e a de Santos e Schnetzler (2015) sobre a forma ideal de organizar os materiais didáticos para Educação CTS.

Com a aplicação da SD, encontramos desafios e potencialidades muito relevantes. Consideramos que a escolha do tema central da SD, “Água potável”, foi muito pertinente, pois permitiu aos alunos a construção de conhecimentos químicos, além de promover a conscientização sobre a preservação da água. Essa potencialidade pode ser percebida de forma clara e marcante nas produções dos estudantes, nas falas dos mesmos durante os debates, como também nas respostas aos questionários, evidenciando de forma contundente a preocupação dos alunos com esse recurso natural essencial para a vida no nosso planeta.

A SD também proporcionou o desenvolvimento de conteúdos educacionais conceituais, procedimentais e atitudinais discutidos por Zabala (1998), bem como evidenciou as ações ‘saber conhecer’, ‘saber fazer’ e ‘saber ser’, discutidas por Bernini (2012) ao apresentar verbos indicativos do desenvolvimento de tais conteúdo.

Em relação ao conteúdo educacional conceitual, expressões utilizadas pelos alunos, tais como *“Eu aprendi”, “Aprendemos”, “Vimos todos os processos” e “Obtemos mais conhecimento”,* são indicativas de que o conteúdo conceitual foi atingido e os alunos demonstraram o desenvolvimento do saber conhecer.

Em relação ao conteúdo educacional procedimental, as expressões: “É fundamental saber de onde a tiramos”, “O que ela passa para ficar limpa”, “Proteger os encanamentos”, indicaram que esse conteúdo também foi contemplado, visto que os alunos conseguiram associar o conhecimento científico a situações de ação prática, os procedimentos, indicando o desenvolvimento do saber fazer.

Quanto ao conteúdo educacional atitudinal, as expressões utilizadas: “*O desperdício é muito ruim, que no futuro vai fazer falta”, “O uso racional da água é muito necessário”, “É sempre bom aprender coisas que estão em nosso cotidiano; “Passamos a dar valor”* e *“*Um dos melhores projetos que sempre vou ter na minha cabeça, é muita água...”*,* indicaram que os alunos refletiram sobre as discussões realizadas e que isso permitiu a eles a oportunidade de rever suas atitudes, indicando o desenvolvimento do saber ser.

Em todas as etapas desenvolvidas da SD, foi nítida a motivação e participação dos estudantes nas aulas de Química. Salvo algumas exceções, em um ou noutro momento, foi possível evidenciar as principais potencialidades da abordagem CTS para o ensino de Química: promover intensa motivação e interesse dos alunos nas aulas de Química, valorização da importância do saber escolar, a promoção da consciência social em relação aos conhecimentos científicos e principalmente a formação de valores. Todas essas são indicativas de formação cidadã.

Ressaltamos ainda como potencialidades a relação direta entre o conhecimento científico produzido pelas ciências com as questões de vida real. Essa relação deu significado concreto para os conhecimentos científicos abordados na SD, humanizando-os junto aos alunos e a partir disso verificamos mudanças nas posturas dos estudantes como: o desenvolvimento de novas atitudes perante a vida no dia a dia da escola e também atitudes em relação à vida fora da escola, ou seja, na sociedade.

Além das potencialidades citadas, destacamos ainda a construção do conhecimento feita pelos alunos, potencialidade esta atingida pelo uso de atividades investigativas, em que o estudante é protagonista de sua aprendizagem, em vez de atuar como depositário de conteúdos feito pelo professor no ensino tradicional, e assim promoveu uma aprendizagem muito mais efetiva. Os estudantes sentiram-se engajados e responsáveis, e portanto, os trabalhos, as ações manipulativas, as pesquisas, dentre outras atividades, mostraram-se bem mais produtivas, gerando satisfação na professora e nos estudantes.

Quanto aos principais desafios evidenciados na SD, verificamos que a maioria dos estudantes da turma apresenta grande fragilidade de conhecimentos prévios e forte deficiência nas habilidades leitora/escritora, quesitos essenciais ao ensino de forma geral. A aprovação automática nas escolas públicas ou políticas para aumentar o padrão de rendimento escolar, para simplesmente atingir um determinado índice governamental, têm consequências desastrosas para a qualidade da educação, pois muitos alunos progridem em seus anos escolares sem efetivamente consolidar conhecimentos ou habilidades do ano anterior, o que compromete sobremaneira a sua formação geral e, consequentemente, afeta as disciplinas específicas, no caso, a Química. Ainda assim, rechaçamos as críticas feitas à escola pública e, ao contrário dos

críticos, destacamos seu valor e importância para o desenvolvimento da sociedade; apenas ressaltamos que os problemas sociais trazidos para dentro da escola pública acabam por comprometer sua função primeira, a de formar sujeitos para a vida e não assisti-los socialmente, função prioritariamente do núcleo familiar.

Não podemos deixar de ressaltar que a aplicação da SD melhorou o comportamento dos estudantes em sala aula, reduzindo a indisciplina, problema comum em nossas escolas, e que o trabalho de pesquisa foi desenvolvido mesmo enfrentando uma infraestrutura precária e condições de trabalho restritas.

Concluindo, este trabalho procurou ser uma alternativa para o ensino de Química, sendo também uma proposta de desenvolvimento cognitivo e social para estudantes e professores. Nesse aspecto acredita-se que a tarefa foi cumprida e que os objetivos pretendidos pela pesquisa foram atingidos, ou seja, a pergunta de pesquisa foi respondida. Com o planejamento e a aplicação da SD foi possível elencar potencialidades e desafios desta para com o ensino de Química, e que, a partir das falas e produções dos alunos, foi possível demonstrar que o uso de abordagem CTS é uma importante ferramenta nas mãos do professor em sala de aula, contribuindo para transformar estudantes em cidadãos, transformando não só os sujeitos como também a educação.

Ainda nesse sentido e alicerçados no trabalho realizado, salientamos que maiores investimentos em infraestrutura na educação, bem como investimentos na carreira docente, como currículos diferenciados já na formação inicial, aliados a contínuas e permanentes ações de capacitação de formação continuada dos professores na ativa, podem corroborar grandemente para um ensino público de qualidade e nessa perspectiva concordamos com a fala do pedagogo Paulo Freire, que diz que devemos diminuir a distância entre o que se diz e o que se faz, de modo que a nossa fala acabe se transformando na nossa prática.

Referências

ACEVEDO, J. A. D. La tecnologia em las relaciones CTS: uma aproximación al tema. Enseñanza de las Ciencias, v.14, n.1, p.35-44, 1996.

AIKENHEAD, G. Collective decision making in the social context of science. Science Education, v. 69, n.4, p. 453-475, 1985.

AIKENHEAD, Glen. What is STS Science Teaching? In: STS Education – International Perspectives on Reform. New York: Teachers College Press, 1994.

AMORIM, A. C. R. O ensino de Biologia e as relações entre Ciência/Tecnologia/Sociedade: o que dizem os professores e o currículo do ensino médio? Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

APPOLINÁRIO, F. Metodologia da Ciência-Filosofia e Prática da Pesquisa. Editora: Thomson, 2006.

AULER, D; BAZZO, W.A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto Brasileiro. Ciência & Educação, v.7, n.1, p.1-13, 2001.

AUSUBEL, D.P. The psychology of meaningful verbal learning. New York, Grune and Stratton, 1963.

BARDIN, L. Análise de Conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011.

BARROS, J. H. Á. D. Enfoque CTS e a proposta curricular de Santa Catarina. V Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. Bauru, SP: [s.n.], 2005.

BERNINI, D. S. D.; COSTA NETO, P. L. O.; GARCIA, S. Objetivos procedimentais, atitudinais e conceituais na avaliação da aprendizagem. In: Workshops do CBIE. Rio de Janeiro. Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2012.

BEZERRA, M.L; LISBOA, J.C.F; BRUNI, A.T; NERY, A.L.P; BIANCO, P.A.G; LIEGEL, R.M; ÁVILA, S.G; YDI, S.J; LOCATELLI, S.W; AOKI, V.L.M. Ser Protagonista. Química 2- Ensino Medio. São Paulo. SM, v.2, 2016.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. Caderno Brasileiro. Ensino Física. v. 19, n.3, p.291-313, 2002.

BOGDAN, R. & BIKLEN, S. K. Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto, Portugal: Editora Porto, 1994.

BOUZON, J.; BRANDÃO, J.; SANTOS, T.; CRISPINO, A. O Ensino de Química no ensino CTS Brasileiro: uma revisão bibliográfica de publicação em periódicos. Química Nova na Escola, v. 40, n.3, p. 214-225, 2018.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Brasília: Ministério de Educação Média e Tecnológica, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Temas Transversais. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL/MEC. Lei nº. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, DF, 1996.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 2.914 de 12 de dezembro de 2011. Brasília, DF, 2011.

BRETON, P. A argumentação na comunicação. 2ª ed. Bauru: EDUSC, 2003.

COBERN, W.W. & AIKENHEAD, G.S. Cultural Aspects of Learning Science. Part. One. Kluwer Academic Publishers, 1998.

CACHAPUZ, A; GIL-PEREZ, D; CARVALHO, A.M.P; PRAIA, J; VILCHES, A. A Necessária Renovação do Ensino das Ciências. Cortez Editora, 2005.

CARVALHO, A. M.P. (org.) O Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática. São Paulo, 2004.

CARVALHO, A.M.P (org.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. Cenage Learning, 2013.

CARVALHO, A.M.C. Um ensino fundamentado na estrutura da construção do conhecimento científico. v. 9, n. especial, p.13-158, 2017.

CHASSOT, A. Para quem é útil o ensino. Canoas: Editora: ULBRA, 2004.

CHASSOT, A. Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação. Ijuí: editora Unijuí, 2017.

CORTEZ, J.; DEL PINO, J. C. A Abordagem CTS e as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – Implicações para uma Nova Educação Básica. Revista Brasileira Ensino Ciências e Tecnologia. v. 10, n.3. p. 125-144, 2017.

DEWEY, J. A arte como Experiência. In: DEWEY, John. Os Pensadores. São Paulo: Abril Cultural, p.87-105, 1980.

DELIZOICOV, D., ANGOTTI, J. A., PERNAMBUCO, M. M., & DA SILVA, A. F. G. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. Cortez Editora, 2002.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R; DE OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. Química Nova na Escola, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002.

FONSECA, M.R.M. Química 2- Ensino Médio. São Paulo, Ática, 2013.

FREIRE, P. Educação como pratica da liberdade. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

FREIRE, P. Pedagogia do oprimido, Rio de Janeiro: Paz e Terra. 17 ed, 1987.

FUMAGALLI, L. O ensino das Ciências Naturais no Nível Fundamental da Educação Formal: Argumentos a seu Favor. In: WEISSMANN, H. (org.), Didática das Ciências Naturais: contribuições e reflexões. Porto Alegre: Artmed, 1998.

FURIÓ, C.; VILVHES, A.; GUISASOLA, J.; ROMO, V. Finalidades de La Enseñanza de Lãs Ciências em La Secundaria Obrigatória. Enseñanza de lãs Ciências, v. 19, n°3, p.365-376, 2010.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em Química. Química Nova, v.27, n.2, p.326-331, 2004.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino da Química: Caminhos e Descaminhos rumo à Aprendizagem Significativa. Química Nova Na Escola. v.31, p.1-7, 2009.

HURD, P.D. Scientific Literacy: new minds for a changing world. Science Education, v. 82, n. 3, p.407-416, 1998.

IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N.; ESPINET, M. Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de Ciencias experimentales. Enseñanza de lãs Ciências, v. 17, n. 1, p.45-60, 1999.

KASSEOBOEHMER, A.C; HARTWIG, D.R; FERREIRA, L.H. Contém Química 2 pensar, fazer e aprender pelo método investigativo. São Carlos: Editora Pedro & João Editores, 2015.

LEAL, M.C; SOUZA, G. G. Mito, ciência e tecnologia no ensino de ciências: o tempo da escola e do museu. In: Atlas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, Aguas de Lindóia, SP, 27-29 de novembro, 1997.

LOUREIRO, C. F. Trajetórias e fundamentos da Educação Ambiental. 3ª ed. São Paulo: Cortez, 2009.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2015.

MALDANER, O.A; SCHNETZLER, R.P. A necessária conjugação da pesquisa e do ensino na formação de professores e professoras. Em: CHASSOT, A.I. e OLIVEIRA, R.J. (Orgs.). Ciência, ética e cultura na educação. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 1998. p. 191-214

MATERIAL DE APOIO AO CURRÍCULO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Caderno do Professor/Química- Ensino Médio. 2 série, v.1, 2014-2017.

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

MOREIRA, M.A. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. Ciência & Educação, v. 7, n. 1, p.95-111, 2001.

MORTIMER, E.F. Química 2 – Ensino Médio. Scpione, v.2, 2017.

NOVAK, J.D.; GOWIN, D.B. Aprender a aprender. 1ª ed. em português. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1984.

OLIVEIRA, T. C. Educação CTS: uma experiência didática com o tema substâncias psicoativas. (Dissertação de Mestrado). Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de São Paulo, São Paulo, 2016.

OLIVEIRA, D. R; AMORIM, E; MOREIRA, M.V.B; GUEDES, P.R. Experimentação em Química: visão de alunos do Ensino Médio. XV ENEQ, Brasília, DF, 2010.

SÁ, E. F; FIGUEIREDO, H; LIMA. M.E.C.C; AGUIAR, O.G. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 6, Florianópolis, SC, Atas. SBF, 2007.

SACCOMANI, R. Primavera Silenciosa: uma resenha. UNIFIA. Revista Saúde em foco- Edição nº 010 - Ano: 2018.

SANTANA, J. C.; SANTOS, C.; CARVALHO, l.C. A experimentação no ensino de química e física: concepções de professores e alunos do ensino médio. In: Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade, São Cristóvão, SE, 2010.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Função Social: o que significa ensino de química para formar cidadão? Química Nova na Escola, n.4, nov, p. 28-34, 1996.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. Ensaio, vol. 2, n..2, p. 133-162, 2000.

SANTOS, W. L. P; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. Ciência & Educação, Bauru, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, W. L. P. Aspectos sociocientíficos em aulas de química. 336 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2002.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da Educação brasileira. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v.2, n° 2, p.132-162, 2002.

SANTOS, M. E. V. M. Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS. Rumo a "novas" dimensões epistemológicas. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad CTS, vol. 2, n. 6, p. 137-157, 2005.

SANTOS, D. M. O desenvolvimento de competências dos(as) professores(as) de química no trabalho com situações-problema. 2005. 133f. Dissertação de Mestrado em Ensino das Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2005.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. Educação em Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, v.1, n. especial, p. 1-20, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). Ensino de química em foco. Ijuí: Ed. Unijuí, p. 180-207, 2010.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Educação em Química: compromisso com a cidadania. Ijuí: Editora da UNIJUÍ, 2015.

SANTOS, M. J.; SOUZA, V. C. A. Análise dos trabalhos relacionados ao ensino de ciências por investigação publicados nos anais dos encontros Nacionais de Ensino de Química entre os anos de 2006 e 2016. Rede Latino-Americana de Pesquisa em Educação Química. v. 2, n.2, p.51-66, 2018.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, L.H; CARVALHO, A.M.P. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. Ensaio. Belo Horizonte, vol.17, n. especial, p. 49-67, 2015.

SILVA, M. H., F. M. A formação e o papel do aluno em sala de aula na atualidade. Monografia (Graduação em Pedagogia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

THIOLLENT, M. Pesquisa-ação nas organizações. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2011.

VIANNA, J. F; PIRES, D. X.; VIANA, L. H. Processo químico industrial de extração de óleo vegetal: um experimento de química geral. Química Nova, v. 22, n. 5, p. 765-768, 1999.

VON LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. Ciência & Ensino, v. 1, p.1-19, 2007.

ZABALA, A. As relações interativas em sala de aula: o papel dos professores e dos alunos. *In:* ZABALA, A. A prática educativa: como ensinar. Porto Alegre: ArtMed, p. 89-110, 1998.

ZÔMPERO, A.F; LABURÚ. C.E. atividades Investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. Rev. Ensaio- Belo Horizonte, v. 13, n.03, p. 67-80, 2011.

Apêndices

APÊNDICE A

Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.
Comitê de Ética em Pesquisa

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA ACADÊMICO-CIENTÍFICA

São José dos Campos, 21 de junho de 2017

Ilustríssimo Senhora Diretora,

Eu, Maria do Carmo de Castro, professora de Química, responsável pelo projeto de pesquisa, sob orientação do Professor Dr. Pedro Miranda Junior, desenvolvido no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), venho pelo presente solicitar vossa autorização para realizar com os alunos do 2º ano C do Ensino Médio da Escola Estadual XXXXXXXXXXXXXXX, a pesquisa intitulada **"**Ensino por investigação: problematizando as aprendizagens e construindo conceitos químicos em uma atividade sobre o "Tratamento da água". Este projeto de pesquisa, atendendo o disposto na resolução CNS 196/96 de 10 de Outubro de 1996, visa verificar a contribuição de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) para alfabetização científica e para aprendizagem significativa da Química, a compreensão da função da ciência no desenvolvimento tecnológico e suas implicações na sociedade, proporcionando a construção da capacidade de tomada de decisão consciente frente e aos problemas reais, ou seja, a autonomia do aluno.
A pesquisa será desenvolvida em quatro etapas:
Etapa I: Levantamento das concepções prévias dos alunos sobre o tema "tratamento da água" e os conceitos químicos implícitos no tema escolhido através do questionário inicial.
Etapa II: SEI, programada para ocorrer nos meses de agosto, setembro e outubro de 2017.
Etapa III: Análise dos resultados coletados nas etapas I e II.
Etapa IV: Realização do questionário final.
A SEI é caracterizada por promover um ambiente de potencial alfabetização científica, segundo Carvalho e Sasseron (2008), visto que o professor atua como mediador no processo de ensino-aprendizagem, e o aluno amplie sua cultura e linguagem científica, relacionando-as com situações presentes em sua realidade, facilitando a compreensão do mundo em que vivem, e entendendo a necessidade de transforma-lo para melhor (CHASSOT, 2000). Logo, Santos (2010) afirma que a abordagem CTS no ensino proporciona o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão frente a problemas reais, de forma consciente e crítica por parte dos alunos. "A cidadania só pode ser exercida plenamente se o cidadão ou cidadã tiver acesso ao conhecimento (e isso não significa apenas informações) e aos educadores cabe então fazer esta educação científica" (CHASSOT, 2000, p. 46-46). Assim esse trabalho busca agregar contribuições didático-educacionais na área de Ensino de Química, bem como contribuir para que os alunos estejam aptos a tomar decisões conscientes frente a problemas cotidianos corroborando com os objetivos educacionais propostos PCN+, para o Ensino Médio: "representação e comunicação; investigação e compreensão; e contextualização sociocultural" (BRASIL, 2002, p.15).
A SEI será realizada nos meses de agosto a outubro e, apresentará 8 atividades intercaladas à aulas expositivo-dialogadas em sala de aula e uma atividade extra classe envolvendo uma visita técnica à estação de tratamento de água do município:
1- Levantamento de conhecimentos prévios acerca da questão a ser trabalhada - as fases de um tratamento de água e todos os conhecimentos químicos implícitos no tema + a apresentação do problema a ser investigado;
2- Inserção da música "Planeta Água" para estimular e ajudar no início da resolução do problema;
3- Experimento I – preparação da amostra: pré-cloração, floculação e sedimentação;
4- Experimento II – construção do filtro;
5- Experimento III- análise do pH;
6- Experimento IV- análise do cloro residual;
7- Sistematização do conhecimento produzido + produção de relatórios pelos alunos;
8- Aplicação do questionário final;
9-Visita técnica à estação de tratamento de água do município de São José dos Campos.
Os dados da pesquisa serão coletados a partir dos seguintes instrumentos: questionários no início e no final, observação participante, filmagem das aulas expositivo-dialogadas e produções dos alunos.
A SEI não apresenta riscos para os estudantes participantes da pesquisa. Para participação dos alunos na pesquisa, os seus pais ou responsáveis deverão assinar o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido, no entanto, os alunos poderão se retirar da pesquisa a qualquer momento, sem prejuízos à sua avaliação. Os estudantes não serão identificados em

qualquer etapa da pesquisa; as imagens e o áudio não serão divulgados, exceto quando autorizados por escrito pelos responsáveis.
Espera-se que esta pesquisa contribua para alfabetização científica, para aprendizagem significativa da Química, para compreensão da função da ciência no desenvolvimento tecnológico e de suas implicações na sociedade, proporcionando a construção da capacidade de tomada de decisão consciente frente aos problemas reais. A autorização para realização desta pesquisa na instituição, contribuirá para formação da professora solicitante, para aprendizagem significativa dos alunos e para melhoria da qualidade do ensino de química.
Qualquer informação adicional poderá ser obtida por meio do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do IFSP - campus São Paulo, e pelos pesquisadores Maria do Carmo de Castro e Dr. Pedro Miranda Junior.
Os dados obtidos nesta pesquisa serão ainda utilizados na publicação de artigos científicos, e assumimos total responsabilidade de não publicar qualquer dado que comprometa o sigilo dos estudantes de vossa instituição, tais como nome, endereço e outras informações pessoais. Na eventualidade desta pesquisa causar qualquer tipo de dano aos participantes, nós pesquisadores nos comprometeremos em reparar este dano, e/ou promover meios para a reparação.
A qualquer momento vossa senhoria poderá solicitar esclarecimento sobre o desenvolvimento do projeto de pesquisa que está sendo realizado e, sem qualquer tipo de cobrança, poderá retirar sua autorização.

Autorização para realização de pesquisa

Eu, XXXXXXXXXXXXX, RG XX.XXX.XXX-X, CPF XXX,XXX,XXX-XX, diretora da Escola Estadual XXXXXXXXXXXXX, de CNPJ XXXXXXXXXXXX, declaro que fui informado dos objetivos da pesquisa acima e autorizo a sua execução nesta instituição. Caso necessário, a qualquer momento como instituição coparticipante desta pesquisa poderemos revogar esta autorização, se comprovada atividades que causem algum prejuízo a esta instituição, ou ainda, qualquer dano que comprometa o sigilo da participação dos integrantes desta instituição. Não recebemos qualquer pagamento, por esta autorização, assim como os participantes também não receberão qualquer tipo de pagamento. Declaro conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 196/96. Recebi uma via deste termo onde consta o telefone e o endereço institucional do pesquisador principal e do CEP, posso tirar dúvidas sobre o projeto agora ou a qualquer momento.

Dr. Pedro Miranda Junior - Prof. Orientador
E- mail: pedro.mjr@ifsp.edu.br
Telefone: (11) 2763-7599

Profª. Maria do Carmo de Castro
Estudante do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática
E- mail: maducastro@bol.com.br
Telefone: (12) 3922-0438

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Rua Pedro Vicente, 625 Canindé – São Paulo/SP.

E mail: cep_ifsp@ifsp.edu.br

Telefone: (11) 3775-4569

Responsável pela instituição: XXXXXXXXXXXXXXXXXX

APÊNDICE B

Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.
Comitê de Ética em Pesquisa

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Caros pais ou responsáveis, os alunos do 2º C, da E.E. XXXXXXXXXXX, estão sendo convidado a participar da pesquisa "Ensino por investigação: problematizando as aprendizagens e construindo conceitos químicos em uma atividade sobre o Tratamento da água". Neste projeto será realizada uma sequência de aulas com atividades de investigação na disciplina de Química para desenvolver suas habilidades e conhecimento químico. O tema principal das referentes aulas será "O tratamento da água que chega a nossas casas". Pretende-se que, no fim das atividades, você consiga compreender "conceitos químicos envolvendo substâncias puras e misturas, tipos de misturas, métodos de separação de misturas, concentração de soluções, potabilidade, familiarização com algumas técnicas laboratoriais envolvendo o tratamento de água, contato com as vidrarias e aparelhagens utilizadas pela química e principalmente a importância do uso racional e preservação de bens essenciais a vida, de modo que você possa refletir sobre o tema e se tornar mais crítico e atuante na sociedade em que vive. A participação do aluno (a) não é obrigatória, sendo que a qualquer momento você pode retirar seu consentimento. Caso se recuse a permitir que o (a) estudante (a) do (a) qual é responsável participe da pesquisa, não haverá nenhum prejuízo no decorrer das aulas e avaliações na disciplina de Química. O aceite, por outro lado, irá demonstrar o interesse de permitir à participação do estudante nas discussões em grupo e de atividades propostos durantes as aulas, inclusive laboratoriais. As discussões serão gravadas e transcritas para análise e as atividades escritas realizadas pelos alunos também serão analisadas para formulação da pesquisa. Além disso, a pesquisa será divulgada na escola de modo que os professores responsáveis e, inclusive, estudantes da E.E. Dr. Rui Rodrigues Dória terão acesso aos resultados obtidos ao longo do projeto. A participação na pesquisa contribuirá com o desenvolvimento de estudos referentes ao ensino de Química, fomentando discussões e reflexões na área docente com o objetivo de formular estratégias que melhorem as metodologias adotadas em sala de aula. Você receberá uma via deste termo na qual consta o telefone e o endereço institucional do pesquisador principal e do CEP, podendo sanar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação agora ou a qualquer momento. Destacamos que a pesquisa respeitará as normas estabelecidas pelo Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA).

_____
Prof. Dr. Pedro Miranda Jr
Orientador
E-mail: pedro.mjr@ifsp.edu.br
Rua Pedro Vicente,625-Canindé-São Paulo-SP
Telefone (11) 2763-7599

_____
Maria do Carmo de Castro/estudante
Mestrado Profissional no ensino de Ciência e Matemática
E-mail: maducastro@bol.com.br
Rua Pedro Vicente,625-Canindé-São Paulo-SP
Telefone (12) 3922-0438

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Rua Pedro Vicente, 625 Canindé – São Paulo/SP
Telefone: (11) 3775-4569
E-mail: cep_ifsp@ifsp.edu.br

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios da participação do (a) aluno _____ _____ na pesquisa e concordo em deixá-lo (a) participar.

_____

Assinatura do responsável

APÊNDICE C

Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.
Comitê de Ética em Pesquisa

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Caro aluno da E.E. XXXXXXXXXX, você está sendo convidado a participar da pesquisa "Ensino por investigação: problematizando as aprendizagens e construindo conceitos químicos em uma atividade sobre o Tratamento da água". Neste projeto será realizada uma sequência de aulas com atividades de investigação na disciplina de Química para desenvolver suas habilidades e conhecimento químico. O tema principal das referentes aulas será "O tratamento da água que chega em nossas casas". Pretende-se que, no fim das atividades, você consiga compreender " conceitos químicos envolvendo substâncias puras e misturas, tipos de misturas, métodos de separação de misturas, concentração de soluções, potabilidade, familiarização com algumas técnicas laboratoriais envolvendo o tratamento de água, contato com as vidrarias e aparelhagens utilizadas pela química e principalmente a importância do uso racional e preservação de bens essenciais a vida, de modo que você possa refletir sobre o tema e se tornar mais crítico e atuante na sociedade em que vive. A participação não é obrigatória, sendo que a qualquer momento você pode retirar seu assentimento. Caso se recuse participar da pesquisa, não haverá nenhum prejuízo no decorrer das aulas e avaliações na disciplina de Química. O aceite, por outro lado, irá demonstrar seu interesse de participar das discussões em grupo e de atividades propostas durante as aulas, inclusive laboratoriais. As discussões serão gravadas e transcritas para análise e as atividades escritas também serão analisadas. A participação na pesquisa não envolve riscos; os materiais coletados (áudio, imagens e registros escritos) serão utilizados somente como dados para a pesquisa e serão descartados após 5 anos. O seu nome e a sua imagem não serão publicados nem violados. A participação na pesquisa contribuirá com o desenvolvimento de estudos referentes ao ensino de Química, fomentando discussões e reflexões na área docente com o objetivo de formular estratégias que melhorem as metodologias adotadas em sala de aula. Você receberá uma via deste termo na qual consta o telefone e o endereço institucional do pesquisador principal e do CEP, podendo sanar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação agora ou a qualquer momento. Destacamos que a pesquisa respeitará as normas estabelecidas pelo Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA).

Prof. Dr. Pedro Miranda Jr
Orientador
E-mail: pedro.mjr@ifsp.edu.br
Rua Pedro Vicente,625-Canindé-São Paulo-SP
Telefone (11) 2763-7599

Maria do Carmo de Castro/estudante
Mestrado Profissional no ensino de Ciência e Matemática
E-mail: maducastro@bol.com.br
Rua Pedro Vicente,625-Canindé-São Paulo-SP
Telefone (12)) 3922-0438

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Rua Pedro Vicente, 625 Canindé – São Paulo/SP.
E mail: cep_ifsp@ifsp.edu.br
Telefone: (11) 3775-4569

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios da minha participação na pesquisa e concordo em participar.

_____

Assinatura do participante

APÊNDICE D

Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.
Comitê de Ética em Pesquisa

Questionário inicial

Responsável: Maria do Carmo de Castro
Orientador: Dr. Pedro Miranda Júnior.
Pesquisa Educacional – Concepções Prévias dos Alunos

Aluno _____ n°_____ 2º Ano Médio:_____

1. Qual a importância da água em nossa vida? Justifique.
2. Você acha que é possível beber qualquer tipo de água? Justifique.
3. Segundo sua opinião quais as condições ideais que uma água deve possuir para poder ser consumida com segurança?
4. Você acha que existem substâncias misturadas na água que bebemos? Essas substâncias fazem bem ou mal à saúde das pessoas? Justifique
5. Dê onde vem a água que chega em nossas casa? Ela é distribuída para o nosso consumo nas mesmas condições de como que foi coletada? Justifique
6. Como você imagina que o tratamento de água é realizado para que ela tenha condições de uso? Faça um desenho desse procedimento.
7. Qual é a diferença entre uma água pura e uma água potável?
8. Quais os usos que podemos dar para a água? Você acha que para cada tipo de uso o tratamento deveria ser o mesmo? Justifique.
9. Como as aulas de Química podem ajudar você a compreender melhor o uso e a importância de bens essenciais para a vida e para a vida em sociedade, como a "água"?

APÊNDICE E

Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.
Comitê de Ética em Pesquisa

Questionário final

Responsável: Maria do Carmo de Castro
Orientador: Dr. Pedro Miranda Júnior.
Aluno _____ n°_____ 2º Ano Médio:_____

1. Água pura e água potável são a mesma coisa? Justifique
2. O que são misturas homogêneas e misturas heterogêneas?
3. A água é uma mistura homogênea ou heterogênea? Dê outros exemplos destas duas formas de misturas utilizadas usualmente no dia a dia?
4. Por que a água deve ser tratada antes de ser disponibilizada para o consumo?
5. Quando uma substância ou elemento químico contido na água pode se tornar nocivo para a saúde das pessoas? Dê um exemplo.
6. O que você entende por concentração de soluções?
7. Quais as fases de um tratamento de água?
8. Analise as informações contidas em um rótulo de água mineral e responda as alternativas a, b e c?

FONTE SÃO SEBASTIÃO
COMPOSIÇÃO QUÍMICA PROVÁVEL ($mg \cdot L^{-1}$)
Sulfato de estrôncio: 2,25. Sulfato de cálcio: 15,84. Hidrogenocarbonato de cálcio: 102,72. Hidrogenocarbonato de magnésio: 36,52. Hidrogenocarbonato de potássio: 6,40. Hidrogenocarbonato de sódio: 37,40. Cloreto de sódio: 11.62. Fluoreto de sódio: 0,52. Fluoreto de lítio: 0,08. Óxido de Zinco: 0,01.
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS
pH a 25ºC: 7,2 -Temperatura da água na fonte:23ºC-Condutividade elétrica a 25ºCem $mhos.cm^{-1}.10^{-4}$ -Resíduo de evaporação a 180ºC:213,36 $mg.L^{-1}$.
REGISTRO NO MS PORT Nº 00000/000/00
INDÚSTRIA BRASILEIRA

a) Qual a concentração de Hidrogenocarbonato de Sódio nessa água?
b) Que massa de Hidrogenocarbonato de Sódio uma pessoa ingere ao beber 100 ml dessa água? E ao beber 200 ml?
c) Qual o pH dessa água?

9. Qual a forma utilizada para expressar a concentração dos componentes da contidos nesta água?
10. Porque é importante o uso racional da água? Dê dois exemplos usados no seu dia a dia para economizar água?
11. O que você aprendeu no decorrer do trabalho e estudos desenvolvidos por meio das atividades envolvendo a água e o tratamento da água?

APÊNDICE F

ROTEIRO E CÁLCULOS DA PRÁTICA – TESTE DO CLORO RESIDUAL

REAGENTES

Solução de amido 0,5%
Solução de ácido acético 1:3
Solução de Iodeto de Potássio 1,8%
Solução de Tiossulfato de Sódio 0,1 Normal ou 0,05 Molar
Água destilada

PROCEDIMENTO

1- Pipetar 2 ml da amostra e colocar em um erlenmeyer;
2- Adicionar 10 ml de água destilada para aumentar o volume.
3- Adicionar 10 ml de solução de ácido acético.
4- Adicionar 10 ml de solução de iodeto de potássio.
5- Titular a solução problema com a solução de Tiossulfato de sódio 0,1N até que a solução problema passe da cor original marrom tijolo a amarelo claro cristalino.
6- Acrescentar 1 ml da solução de amido e continuar titulando até a solução problema passar da cor azul escuro intenso a incolor.
7- Anotar o volume gasto da solução de Tiossulfato.

CÁLCULOS

(1) Quantidade de matéria de tiossulfato gasto na titulação

$$n = 0{,}05\frac{mol}{L} * \ Vg\ 10^{-3}\ L\ = X mol\ S_2O_3^{-2}$$

(2) Quantidade de matéria do hipoclorito

$$n = \ X\, mol\ S_2O_3^{-2}\ * \ \frac{1 mol\ ClO^-}{2 mol\ S_2O_3^{-2}} = y\ mol\ ClO^-$$

(3) Determinação da concentração do hipoclorito em ppm

OBS: *Vg* = volume gasto do Tiossulfato de sódio na bureta.

OBSERVAÇÕES

1. A adição de água destilada é para dar volume aos 2 mL de amostra.
2. A adição de ácido acético é para acidificar a amostra.
3. A adição do iodeto de potássio é para fornecer iodo à solução, visto que na titulação não se titula o cloro diretamente e sim de forma indireta, por meio do iodo liberado, ou seja, nesta titulação de oxirredução, quanto mais tiossulfato gasto, mais iodo foi liberado e com isso mais cloro tem a amostra.

CÁLCULOS E EQUAÇÕES ENVOLVIDAS NA TITULAÇÃO DO CLORO RESIDUAL

Equações químicas envolvidas na determinação do cloro residual na água potável

$$ClO^- + 2I^- + 2H^+ \rightarrow Cl^- + I_2 + H_2O$$ Equação 1

$$I_2 + 2\,S_2O_3^{-2} \rightarrow 2I^- + S_4O_6^{-2}$$ Equação 2

Cálculos envolvidos:

(4) Quantidade de matéria de tiossulfato gasto na titulação

$$n = 0{,}05\frac{mol}{L} * 6{,}5\,.\,10^{-3}\,L = 3{,}25.\,10^{-4}\,mol\,S_2O_3^{-2}$$

(5) Quantidade de matéria do hipoclorito

$$n = 3{,}25.\,10^{-4}\,mol\,S_2O_3^{-2} * \frac{1mol\,ClO^-}{2mol\,S_2O_3^{-2}} = 1{,}63\,.\,10^{-4}\,mol\,ClO^-$$

(6) Determinação da concentração do hipoclorito em ppm

$$1{,}63\,.\,10^{-4}\,mol\,ClO^- * \quad 51{,}5\frac{g}{mol} = 8{,}37.\,10^{-3}\,g$$

$$8{,}37.\,10^{-3}\,g = 8{,}37\,mg$$

$$C = \frac{8{,}37\,mg}{2{,}0\,.\,10^{-3}\,L} = 419\,mg/L$$

ANEXO 1

TEXTO DE APOIO - ETAPA IV-MEDIÇÃO DO pH

PARÂMETROS DE POTABILIDADE DA ÁGUA POTÁVEL

A água contém, geralmente, diversos componentes, os quais provêm do próprio ambiente natural ou foram introduzidos a partir de atividades humanas. Os teores máximos de impurezas permitidos na água são estabelecidos em função dos seus usos. Esses teores constituem os padrões de qualidade, os quais são fixados por entidades públicas, com o objetivo de garantir que a água a ser utilizada para um determinado fim não contenha impurezas que venham a prejudicá-lo.

Os padrões de qualidade da água variam para cada tipo de uso. Assim, os padrões de potabilidade (água destinada ao abastecimento humano) são diferentes dos de balneabilidade (água para fins de recreação de contato primário), os quais, por sua vez, não são iguais aos estabelecidos para a água de irrigação ou destinada ao uso industrial. Mesmo entre as indústrias, existem requisitos variáveis de qualidade, dependendo do tipo de processamento e dos produtos das mesmas. Os padrões de qualidade da água varia entre os países, pois está vinculada diretamente à legislação específica de cada um deles. No Brasil a legislação atual que rege a qualidade da água é a portaria 2.914 publicada pelo Ministério da Saúde em 2011.

Parâmetros de qualidade da água

Para caracterizar uma água, são determinados diversos parâmetros, os quais representam as suas características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água e constituem impurezas quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso, implicando na alteração dos padrões e condições microbiológicas, químicas, radiológicas e organolépticas.

Parâmetros Físicos

a) Temperatura: medida da intensidade de calor; é um parâmetro importante, pois, influi em algumas propriedades da água (densidade, viscosidade, oxigênio dissolvido), com reflexos sobre a vida aquática. A temperatura pode variar em função de fontes naturais (energia solar) e fontes antropogênicas (despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas).

b) Sabor e odor: resultam de causas naturais (algas; vegetação em decomposição; bactérias; fungos; compostos orgânicos, tais como gás sulfídrico, sulfatos e doretos) e artificiais (esgotos domésticos e industriais). O padrão de potabilidade: água completamente inodora.

c) Cor: resulta da existência, na água, de substâncias em solução; pode ser causada pelo ferro ou manganês, pela decomposição da matéria orgânica da água (principalmente vegetais), pelas algas ou pela introdução de esgotos industriais e domésticos. Padrão de potabilidade: intensidade de cor inferior a 5 unidades.

d) Turbidez: presença de matéria em suspensão na água, como argila, substâncias orgânicas finamente divididas, organismos microscópicos e outras partículas.

e) Sólidos

- *Sólidos em suspensão:* resíduo que permanece num filtro de asbesto após filtragem da amostra. Podem ser divididos em:

- *Sólidos sedimentáveis:* sedimentam após um período t de repouso da amostra

- *Sólidos não sedimentáveis:* somente podem ser removidos por processos de coagulação, floculação e decantação.

- *Sólidos dissolvidos:* material que passa através do filtro. Representam a matéria em solução ou em estado coloidal presente na amostra de efluente.

f) Condutividade Elétrica: capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica na água.

Parâmetros Químicos

a) pH (potencial hidrogeniônico): representa o equilíbrio entre íons H+ e íons OH; varia de 7 a 14; indica se uma água é ácida (pH inferior a 7), neutra (pH igual a 7) ou alcalina (pH maior do que 7); o pH da água depende de sua origem e características naturais, mas pode ser alterado pela introdução de resíduos; pH baixo torna a água corrosiva; águas com pH elevado tendem a formar incrustações nas tubulações; a vida aquática depende do pH, sendo recomendável a faixa de 6 a 9.

b) Alcalinidade: causada por sais alcalinos, principalmente de sódio e cálcio; mede a capacidade da água de neutralizar os ácidos; em teores elevados, pode proporcionar sabor desagradável à água, tem influência nos processos de tratamento da água.

c) Dureza: resulta da presença, principalmente, de sais alcalinos terrosos (cálcio e magnésio), ou de outros metais bivalentes, em menor intensidade, em teores elevados; causa sabor desagradável e efeitos laxativos; reduz a formação da espuma do sabão, aumentando o seu consumo; provoca incrustações nas tubulações e caldeiras. Classificação das águas, em termos de dureza (em $CaCO_{3)}$.

d) Cloretos: Os cloretos, geralmente, provêm da dissolução de minerais ou da intrusão de águas do mar; podem, também, advir dos esgotos domésticos ou industriais; em altas concentrações, conferem sabor salgado à água ou propriedades laxativas.

e) Ferro e manganês: podem originar-se da dissolução de compostos do solo ou de despejos industriais; causam coloração avermelhada à água, no caso do ferro, ou marrom, no caso do manganês, manchando roupas e outros produtos industrializados; conferem sabor metálico à água; as águas ferruginosas favorecem o desenvolvimento das ferrobactérias, que causam maus odores e coloração à água e obstruem as canalizações.

f) Nitrogênio: o nitrogênio pode estar presente na água sob várias formas: molecular, amônia, nitrito, nitrato; é um elemento indispensável ao crescimento de algas, mas, em excesso, pode ocasionar um exagerado desenvolvimento desses organismos, fenômeno chamado de eutrofização; o nitrato, na água, pode causar a metemoglobinemia; a

amônia é tóxica aos peixes; são causas do aumento do nitrogênio na água: esgotos domésticos e industriais, fertilizantes, excrementos de animais.

g) Fósforo: encontra-se na água nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico; é essencial para o crescimento de algas, mas, em excesso, causa a eutrofização; suas principais fontes são: dissolução de compostos do solo; decomposição da matéria orgânica, esgotos domésticos e industriais; fertilizantes; detergentes; excrementos de animais.

h) Fluoretos: os fluoretos têm ação benéfica de prevenção da cárie dentária; em concentrações mais elevadas, podem provocar alterações da estrutura óssea ou a fluorose dentária (manchas escuras nos dentes).

i) Oxigênio Dissolvido (OD): é indispensável aos organismos aeróbios; a água, em condições normais, contém oxigênio dissolvido, cujo teor de saturação depende da altitude e da temperatura; águas com baixos teores de oxigênio dissolvido indicam que receberam matéria orgânica; a decomposição da matéria orgânica por bactérias aeróbias é, geralmente, acompanhada pelo consumo e redução do oxigênio dissolvido da água; dependendo da capacidade de autodepuração do manancial, o teor de oxigênio dissolvido pode alcançar valores muito baixos, ou zero, extinguindo-se os organismos aquáticos aeróbios.

j) Matéria Orgânica: a matéria orgânica da água é necessária aos seres heterótrofos, na sua nutrição, e aos autótrofos, como fonte de sais nutrientes e gás carbônico; em grandes quantidades, no entanto, podem causar alguns problemas, como: cor, odor, turbidez, consumo do oxigênio dissolvido, pelos organismos decompositores.

O consumo de oxigênio é um dos problemas mais sérios do aumento do teor de matéria orgânica, pois provoca desequilíbrios ecológicos, podendo causar a extinção dos organismos aeróbios. Geralmente, são utilizados dois indicadores do teor de matéria orgânica na água: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO).

l) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é a quantidade de oxigênio necessária à oxidação da matéria orgânica por ação de bactérias aeróbias. Representa, portanto, a quantidade de oxigênio que seria necessário fornecer às bactérias aeróbias, para consumirem a matéria orgânica presente em um líquido (água ou esgoto). A DBO é determinada em laboratório, observando-se o oxigênio consumido em amostras do líquido, durante 5 dias, à temperatura de 20 °C.

m) Demanda Química de Oxigênio (DQO): é a quantidade de oxigênio necessária à oxidação da matéria orgânica, através de um agente químico. A DQO também é determinada em laboratório, em prazo muito menor do que o teste da DBO. Para o mesmo líquido, a DQO é sempre maior que a DBO.

n) Componentes Inorgânicos: alguns componentes inorgânicos da água, entre eles os metais pesados, são tóxicos ao homem: arsênio, cádmio, cromo, chumbo, mercúrio, prata, cobre e zinco; além dos metais, pode-se citar os cianetos; esses componentes, geralmente, são incorporados à água através de despejos industriais ou a partir das atividades agrícolas, de garimpo e de mineração.

o) Componentes orgânicos: alguns componentes orgânicos da água são resistentes a degradação biológica, acumulando-se na cadeia alimentar; entre esses, citam-se os agrotóxicos, alguns tipos de detergentes e outros produtos químicos, os quais são tóxicos.

p) Cloro residual: é a percentagem de cloro livre que a água tratada deve possuir para garantir sua desinfecção e segurança durante o processo de abastecimento para os consumidores. Esse cloro é adicionado pelas ETAs na última etapa do tratamento, sendo seus valores máximos e mínimos disciplinados por legislação específica.

Parâmetros Biológicos

a) Coliformes: são indicadores de presença de microrganismos patogênicos na água; os coliformes fecais existem em grande quantidade nas fezes humanas e, quando encontrados na água, significa que a mesma recebeu esgotos domésticos, podendo conter microrganismos causadores de doenças.

b) Algas: as algas desempenham um importante papel no ambiente aquático, sendo responsáveis pela produção de grande pane do oxigênio dissolvido do meio; em grandes quantidades, como resultado do excesso de nutrientes (eutrofização), trazem alguns inconvenientes: sabor e odor; toxidez, turbidez e cor; formação de massas de matéria orgânica que, ao serem decompostas, provocam a redução do oxigênio dissolvido; corrosão; interferência nos processos de tratamento da água: aspecto estético desagradável.

Fonte: Texto adaptado pela autora

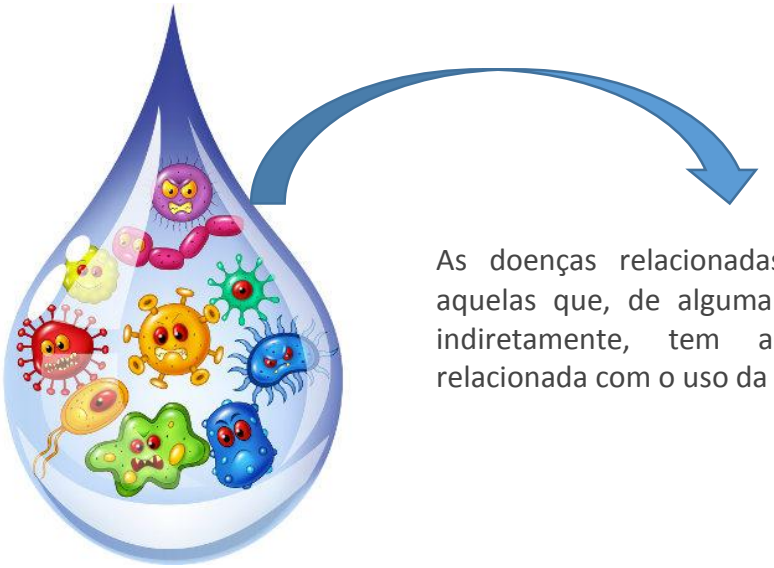
Disponível: https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/qualidade-da-agua/

ANEXO II

Texto de apoio para a Etapa v

DOENÇAS VINCULADAS A ÁGUA SEM TRATAMENTO

A água é uma das substâncias mais importantes para a sobrevivência do homem e de outros animais, pois está relacionada com diversas reações químicas, além de fazer parte do corpo dos seres vivos e transportar substâncias. Entretanto, ela também é veículo para transmissão de várias doenças, sendo necessária a observação de sua qualidade antes do consumo ou contato.



As doenças relacionadas com a água são aquelas que, de alguma maneira, direta ou indiretamente, tem a sua transmissão relacionada com o uso da água.

1-O QUE SÃO AS DOENÇAS VINCULADAS COM A ÁGUA SEM TRATAMENTO?

As doenças relacionadas com a água são aquelas que possuem sua transmissão diretamente ligada a essa substância, seja pelo consumo de água contaminada e falta de higiene desencadeada pela falta de água, seja pelas doenças que possuem vetores que se desenvolvem na água. Assim sendo, podemos concluir que uma doença relacionada com a água possui diferentes maneiras de transmissão, mas todas, de uma forma ou outra, envolvem a água.

2- COMO AS DOENÇAS RELACIONADAS COM A ÁGUA PODEM SER TRANSMITIDAS?

As doenças relacionadas com a água podem ser transmitidas por diversas formas, tais como:

- Ingestão de água contaminada***:*** Normalmente quando falamos em doenças relacionadas com a água, logo imaginamos a ingestão de água com organismos causadores de doenças. Esse tipo de contaminação está muito relacionado com o desenvolvimento de doenças diarreias, que, apesar de parecerem simples, levam milhões de pessoas à morte a cada ano.
  Exemplos de doenças causadas pela ingestão de água contaminada: **cólera, hepatite A, amebíase, giardíase, rotavírus**, entre outras.

- Contato com água contaminada*:* Não é apenas a ingestão que pode ocasionar doenças, o contato com a água contaminada pode ser suficiente para desencadear uma patologia. O contato pode permitir que organismos patogênicos entrem por nossa pele ou mucosas e desencadeiem problemas graves de saúde.
  Exemplos de doenças causadas pelo contato com a água contaminada: ***esquistossomose***, que é contraída após o contato com água contaminada com cercárias do *Schistosoma mansoni,* e a, ***leptospirose***, que é transmitida por água contaminada, principalmente por urina de rato com a bactéria do gênero *Leptospira.*

- Hábitos de higiene precários*:* Os hábitos de higiene também estão ligados à transmissão de doenças relacionadas com a água, uma vez que a falta de uma higienização pessoal e dos alimentos pode provocar enfermidades.
  Exemplos de doenças causadas em virtude de hábitos de higiene precários: o ***tracoma***, uma doença ocular causada pela bactéria *Chlamydia trachomatis* e bastante relacionada com a falta de higiene das mãos e do rosto.

- Contato com vetores que se desenvolvem na água*:* Alguns organismos transmissores de doenças desenvolvem-se na água, fazendo desta um criadouro. Como o ciclo de vida desses vetores envolve a água, dizemos que as doenças por eles causadas possuem relação com nossos recursos hídricos.
  Exemplos de doenças que possuem vetores que se relacionam com a água: ***dengue chikungunya, zika, febre amarela e malária.***

3-COMO PODEMOS NOS PREVENIR AS DOENÇAS RELACIONADAS COM A ÁGUA?

A prevenção de doenças relacionadas com a água conta com algumas medidas bastantes simples. Entre as principais medidas de prevenção, podemos citar:

- *Ter bons hábitos de higiene;*
- *Garantir o destino adequado de nossas fezes;*
- *Garantir o destino adequado de nosso lixo;*
- *Lavar bem os alimentos;*
- *Beber apenas água tratada ou fervida;*
- *Evitar entrar em água de qualidade duvidosa;*
- *Não andar em locais de enchentes;*
- *Não deixar água acumulada.*

Fonte: Adaptado pela autora
Disponível: https://brasilescola.uol.com.br / Doenças e patologias

APÊNDICE G

PRODUTO EDUCACIONAL