Universidade de São Paulo
Instituto de Química de São Carlos

ÂNGELA DENARDI

Programa de trabalho teórico/prático no referencial
Ciência Tecnologia e Sociedade em aulas de Química

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação do Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Ciências.

Orientadora: Dr^a. Eny Maria Vieira

São Carlos –São Paulo
IQSC – USP
22/04/2020

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.

Assinatura:

Data:

Exemplar revisado

O exemplar original encontra-se em
[açervo](#) reservado na Biblioteca do IQSC-USP

Ficha Catalográfica elaborada pela Seção de Referência e Atendimento ao Usuário do SBI/IQSC

Denardi, Angela

Programa de trabalho teórico/prático no referencial ciência tecnologia e sociedade em aulas de química / Angela Denardi. — São Carlos, 2019.
394 f.

Tese (Doutorado em Química Analítica e Inorgânica) — Instituto de Química de São Carlos / Universidade de São Paulo, 2019.

Orientadora: Profa. Dra. Eny Maria Vieira

1. Educação em Química. 2. CTS. 3. Problema. 4. Projeto. 5. Água. I. Título.

Sonia Alves - CRB: 4280/8

ÂNGELA DENARDI

Programa de trabalho teórico/prático no referencial Ciência Tecnologia e Sociedade em aulas de Química

Tese aprovada pelo Programa de Pós Graduação do Instituto de Química de São Carlos, da Universidade de São Paulo, como requisito parcial à obtenção do título Doutora em Ciências, área de concentração Química Analítica e Inorgânica.

Aprovada em: 22/04/2020

Comissão Examinadora

Profa. Dra. Eny Maria Vieira (presidente)
Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Eduardo Fleury Mortimer
Universidade Federal de Minas Gerais

Profa. Dra. Adriana Vitorino Rossi
Universidade Estadual de Campinas

Profa. Dra. Tathiane Milaré
Universidade Federal de São Carlos

Prof. Dr. Éder Tadeu Gomes Cavalheiro
Universidade de São Paulo

São Carlos

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo os mais sinceros agradecimentos ao soberano Deus que guia os meus passos dando-me inspirações, forças e mostrando o tempo e o modo para propor, desenvolver e concluir a pesquisa numa cidade, centro de cultura, um local ideal para buscar e desenvolver o aprofundamento do conhecimento e concluí-lo com novas perspectivas e esperanças à educação. Aos meus pais Victório (*In memoriam*) e Yukie que se empenharam, incentivaram e transmitiram a família que o melhor caminho é a educação. Especialmente dedico e agradeço aos meus melhores amigos e filhos Ludmila, Vinícius e Marcus, (*os Tanak'as*), a minha segunda fonte de bênçãos. Agradeço ao irmão querido o Victório (*Dinho*) pela sua amizade e por muito me ajudar na estadia em São Carlos. Agradeço a orientadora professora Dra Eny Maria Vieira, pelo amor que ela transmite pela educação através de sua incansável dedicação aos componentes do grupo de pesquisa desenvolvendo Ensino e Pesquisa sobre o tema ÁGUA, a proteção às abelhas nativas dentre outros. Agradeço a CAPES e ao CNPq pelo apoio ao Programa de Pós Graduação do IQSC/USP, São Carlos, que é um espaço de relevância de produção, promoção e de divulgação de cultura com atividades diversas, pela excelente estrutura, com destaque aos Seminários Inovadores Química às 16 horas e a Biblioteca, que além do acervo amplo de livros, revistas e acesso aos periódicos nacionais e internacionais, possui uma dinâmica de funcionamento que facilita aos estudos. Agradeço às Escolas Estaduais, coordenação pedagógica e professores pela aceitação da pesquisa e, sobretudo agradeço aos participantes empíricos, os estudantes, agentes mais importantes desse estudo e, sem os quais essa pesquisa não viabilizaria. Agradeço a Anna, irmã, que muito me apoiou no inglês, a amiga Dorly Piske pelas revisões e sugestões do Abstract e Waléria Ferreira Rabêlo Echmondia e Ludmila Rovedo pela revisão final da tese. Agradeço a todos os educadores, os interlocutores separados no tempo e no espaço, mas muito presentes na pesquisa. Portanto, dedico essa tese a todos os citados e os não citados que contribuem de alguma forma com idéias similares desta pesquisa, tornando disponível tais propósitos para consulta, aprofundamentos ou novas questões, visando em persistir na formação dos jovens para a vida, compreensão da água como fonte de vida, respeito pelo ser humano e o meio ambiente como um todo: aprender a conhecer, a fazer, a ser e a conviver: inovação na educação científica, que gere a participação e atuação crítica e o fortalecimento da cidadania, sonho e marcha constante da educação.

Resumo: Programa de Trabalho Teórico/Prático no referencial Ciência Tecnologia e Sociedade em aulas de Química

A pesquisa desenvolveu um programa prático de atividades interdisciplinares com foco no referencial Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), explorando os conteúdos em equilíbrio, a alunos, no nível médio de Química, em escolas públicas no município de São Carlos/SP, no Brasil. A sequência de atividades consistiu em: “História da Ciência”; debate; esboço de projeto; experimento, redação, a comunicação oral dos projetos e uma avaliação. Partiu de questões da História da Ciência e da Tecnologia (CT) e de um problema real, o Acidente de Mariana/MG, no Brasil, causado por vazamento de resíduos da mineradora de ferro, SAMARCO. O debate gerou o tema água que foi desenvolvido através de projetos. A pesquisa qualitativa usou como instrumento de coleta de dados áudio/vídeo, questionário VOSTS, questionários e entrevista semiestruturada e foi analisado pela abordagem sociocultural e da Didática das Ciências. Teve como objetivo a alfabetização científica para desenvolver habilidades de analisar os riscos e os benefícios que envolvem CTS na tomada de decisões que visem o bem estar pessoal e coletivo. Utilizou-se como ferramentas de apoio, o V epistemológico de Gowin, minitextos sobre história da CT, vídeo, materiais alternativos de baixo custo e outros. Os resultados evidenciam um significativo interesse nas atividades da História da Ciência, no planejamento para criar os projetos e no experimento. Do total de estudantes das Escolas do (3º Ano 100%; 2º Ano 70%; 1º Ano 30%), desenvolveram os projetos escritos completos ou parciais considerando os tópicos como tema, problema, hipótese, objetivos, método, desenvolvimento e conclusão e uma carta às autoridades. Quanto aos critérios de ser ou não críticos tem relação com: se os alunos estabeleceram ou não relações entre o projeto e CTS no problema estudado. De uma forma geral, todos os projetos e atividades são originais, com a preocupação sobre a qualidade da água e prevenção quanto aos recursos hídricos. O processo demonstrou iniciação à pesquisa como respostas a problemas. O debate evidencia que a discussão contribuiu na formação de valores em todas as turmas. Os registros expressam as relações entre os aspectos sociais, ambientais, econômicos, políticos e éticos do problema de Mariana. O questionário VOSTS foi aplicado após as atividades, obtendo-se concepções mais adequadas sobre CT, acima de 60% em 13 das 15 questões propostas. Isso sinalizou influência positiva visto que a concepção vigente na sociedade é que, mais Ciência, mais Tecnologia significa melhor qualidade de vida. O VOSTS mostrou apenas duas concepções simplistas, que expressam visões ingênuas sobre CT. Nessa visão a Tecnologia é vista como produto da Ciência, ou seja, não associam que a Tecnologia em si possa ser uma ameaça ao meio social e ambiental, e que suas consequências boas ou não, dependem do uso que se faz dela. Os registros evidenciam que a maioria dos estudantes percebem as relações causais dos fenômenos químicos, e os representam no nível macroscópico. Alguns fazem inferências e generalizações. O estudo é viável, pois demonstra a formação de valores, aspecto central em propostas CTS. Confirma-se que um programa estruturado CTS, por projetos a partir de problemas facilita a contextualização, a definição de temas e conteúdos, e possibilita ao aluno ser protagonista: discutir, planejar, propor, conduzir, errar, refazer, mostrando que aprender sobre Ciências possibilita ressignificar os conteúdos, para uma atuação crítica. Como contribuição à educação CTS, há necessidade de familiarizar e reforçar o uso de modelos microscópicos e da linguagem numa negociação de sentidos. Outro aspecto é de criar/reforçar em todas as esferas uma rede que garanta os mecanismos de participação social, identificados como ausentes na opinião geral dos estudantes.

Palavras-chaves: CTS, Debate, Problema, Projeto, Água.

ABSTRACT

Theoretical/Practical STS Program in the Chemistry Class

The study involved developing an interdisciplinary, hands-on unit focusing on the Science, Technology and Society (STS) framework for secondary public-school chemistry students in the city of São Carlos SP. In order to explore the concepts in a balanced way, a sequence of activities was applied encompassing history of science, debate, project outline, experimentation, writing, oral presentation and assessment. Discussions about history of science and technology and a real-world issue, the Mariana MG disaster caused by the breach of the dam belonging to the iron mining company SAMARCO, generated the theme of a project focused on water quality. The qualitative research involved audio and video data collection, VOSTS questionnaire (Views on Science-Technology-Society), questionnaires, and semi-structured interviews. Data analysis was based on the socio-cultural approach and the didactics of science. Developing scientific literacy builds skills to analyze the risks and benefits that involve STS and to make decisions benefiting the personal and collective well-being. Gowin's epistemological V, short texts on Science and Technology (ST) history, video, and other alternative materials were used as supporting tools. The results showed a significant level of interest in history of science activities, project planning and experiments (3rd year students, 100% interest; 2nd year, 70%; 1st year, 30%). Students developed written projects, which were completed in full or partially, with the following components: theme, problem, hypothesis, method, development, conclusion and a letter to authorities. Level of critical thinking was determined by the students' ability to establish STS relationships with the problem studied. In general, students demonstrated originality in their projects involving concerns with water quality and the importance of contamination prevention. The process provided an introduction to scientific research as an activity to seek answers to problems and a way of reframing the study of contents by connecting theory to practice. Participation in debate showed that discussion helped with value formation in all classes and in establishing the relations between the social, environmental, economic, political and ethical aspects of the Mariana issue. The VOSTS questionnaire, applied after completion of the activities, indicated more adequate conceptions of ST, above 60% in 13 of the 15 questions presented. This signaled a positive influence, since the prevailing conception in society is that more science, more technology, means better quality of life. VOSTS revealed two simplistic conceptions, which express naive views on ST. In this view, technology is seen as a product of science, because students do not associate technology itself with posing a threat to the social and natural environments, and that consequences of its use can be good or not depending on its application. The data show that most students perceive the causal relationships of chemical phenomena and are able to represent them at the macroscopic level; few make inferences and generalizations. The study is valid because it demonstrated the formation of values, a central aspect in STS proposals. It confirmed that a structured, project-based STS program, focused on real-world issues, facilitates contextualization, definitions of themes and contents, and enables students to be protagonists as they discuss, plan, propose, lead, make mistakes and learn from them. Additionally, it showed that in learning about science it is possible to redefine the contents for critical action. As a contribution to STS education, there is a need to familiarize with and reinforce the use of microscopic models and language in negotiation of meaning. Another aspect is to create and/or strengthen a network in all spheres that guarantees the mechanisms of citizen participation, identified as absent in the general opinion of the students.

Keywords: STS, Debate, Problem, Project, Water.

SUMÁRIO

Introdução.....	15
CAPÍTULO 1.0	27
1.0 Referencial Teórico	27
1.1 Origem e significado de Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS).....	27
1.2 Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS) e Scientific Literacy tem relação?.....	35
1.3 CTS e Educação Química: contribuição para a formação da cidadania.....	
no contexto brasileiro a proposta de (SANTOS e SCHNETZLER, 1997).....	42
CAPÍTULO 2.0.....	68
2.0 Metodologias da Pesquisa.....	68
2.1 Consideração sobre a Abordagem Qualitativa.....	68
2.2 Instrumentos de coleta e forma de análises dos dados.....	69
2.2.1 Referencial de análise de (MORTIMER & SCOTT, 2002).....	71
2.2.1.1 Aspectos da estrutura analítica de (MORTIMER & SCOTT, 2002).....	73
2.2.2 Referencial de análise de conteúdo de (BARDIN, 2011).....	78
2.2.3 Questionário de Opinião sobre CTS (VOSTS).....	78
2.3 Sujeitos.....	80
2.4 Fontes.....	81
2.5 Caracterização das Escolas A e B.....	81
2.6 Procedimentos de coleta de dados.....	83
2.7 Descrição das Atividades e Análise dos dados.....	84
CAPÍTULO 3.0.....	86
3.0 Atividade 01: Parte 1.....	86
3.1 CTS através da História da Ciência e da Tecnologia.....	86
3.2 Episódio da Atividade 01, com alunos da Escola A: 1º Ano Ensino Médio.....	90
3.2.1 Episódio da Atividade 01: Descrição e análise, Trecho 01: Turnos 01 a 07.....	92
3.2.2 Episódio da Atividade 01: Descrição e análise, Trecho 02: Turnos 08 a 28.....	94
3.2.3 Episódio da Atividade 01: Descrição e análise, Trecho 03: Turnos 29 a 36.....	97
3.2.4 Episódio da Atividade 01: Descrição e análise, Trecho 04: Turnos 37 a 62.....	99
3.2.5 Episódio da Atividade 01: Descrição e análise, Trecho 05: Turnos 63 a 78.....	103
3.2.6 Episódio da Atividade 01: Descrição e análise, Trecho 06: Turnos 79 a 86.....	109
3.2.7 Episódio da Atividade 01: Descrição e análise, Trecho 07: Turnos 87 a 103.....	113
3.2.8 Episódio da Atividade 01: Descrição e análise, Trecho 08: Turnos 105 a 123.....	117
3.2.9 Episódio da Atividade 01: Descrição e análise, Trecho 09: Turnos 124 a 126.....	123
3.2.10 Episódio da Atividade 01: Descrição e análise, Trecho 10: Turnos 126 a 135.....	125
3.3 Análise dos dados: Resultado da Atividade 01: Parte 1: CTS.....	137
3.4 Atividade 01: Parte 2: Exercícios.....	143
3.4.1 Relacionar os exemplos com as discussões CTS.....	143
3.4.2 Aplicação de Questionário Geral da Atividade 1, parte 1 e 2.....	144
3.5 Apresentação dos resultados do Questionário VOSTS.....	148
3.5.1 As quinze (15) questões do Questionário VOSTS.....	148
3.5.1.1 Discussão e análise da Tabela 6, questão nº1.....	149
3.5.1.2 Discussão e análise da Tabela 7, questão nº2.....	152
3.5.1.3 Discussão e análise da Tabela 8, questão nº3.....	154
3.5.1.4 Discussão e análise da Tabela 9, questão nº4.....	156
3.5.1.5 Discussão e análise da Tabela 10, questão nº5.....	158
3.5.1.6 Discussão e análise da Tabela 11, questão nº6.....	162
3.5.1.7 Discussão e análise da Tabela 12, questão nº7.....	166
3.5.1.8 Discussão e análise da Tabela 13, questão nº8.....	168
3.5.1.9 Discussão e análise da Tabela 14, questão nº9.....	170
3.5.1.10 Discussão e análise da Tabela 15, questão nº10.....	173
3.5.1.11 Discussão e análise da Tabela 16, questão nº11.....	176
3.5.1.12 Discussão e análise da Tabela 17, questão nº12.....	180

3.5.1.13 Discussão e análise da Tabela 18, questão nº13.....	182
3.5.1.14 Discussão e análise da Tabela 19, questão nº14.....	185
3.5.1.15 Discussão e análise da Tabela 20, questão nº15.....	188
3.5.2 Discussão dos dados dos resultados do VOSTS aplicados.....	
aos alunos das Escolas A e B.....	191
3.5.3 Conclusão da análise dos dados do Questionário VOSTS.....	
com os alunos da Escola A: 1º Ano e Escola B, 2º e 3º Ano.....	196
CAPÍTULO 4.0.....	198
4.0 Atividade 02.....	198
4.1 Palestra/debate.....	198
4.2 Episódio da Atividade 02: Debate com alunos da Escola B: 3ºAno.....	199
4.2.1 Episódio da Atividade 02: Debate: Descrição e análise, Trecho 01.....	200
4.2.2 Episódio da Atividade 02: Debate: Descrição e análise, Trecho 02.....	203
4.2.3 Episódio da Atividade 02: Debate: Descrição e análise, Trecho 03.....	204
4.2.4 Resultado da Análise da Atividade do Debate com alunos do 3ºAno.....	
da Escola B a luz do referencial de (Mortimer & Scott 2002).....	218
4.3 Resultado do questionário do Debate Escola A e Escola B.....	218
4.3.1 Categoria de Análise das concepções CTS, no acidente de Mariana.....	219
4.4 Conclusão do Questionário do Debate com alunos da Escola B: 3ºAno.....	225
4.5 Conclusão Geral da Atividade 2: Debate com alunos da Escola A, 1º Ano.....	
e da Escola B, 2º e 3ºAno.....	226
CAPÍTULO 5.0.....	229
5.0 Como elaborar Projeto.....	229
5.1 Introdução: Atividade 03: Planejamento – por que e como pesquisar?.....	229
5.2 Episódio da Atividade 03: com alunos da Escola B: 3ºAno T01 ao T56.....	231
5.2.1 Episódio da Atividade 03: Descrição e análise, Trecho 01,T01 ao T12.....	233
5.2.2 Episódio da Atividade 03: Descrição e análise, Trecho 02: T13 ao T29.....	237
5.2.3 Episódio da Atividade 03: Descrição e análise, Trecho 03: T30 ao T45.....	240
5.2.4 Episódio da Atividade 03: Descrição e análise, Trecho 04: T45 ao T56.....	245
5.4 Resultado da Atividade 03: Planejamento feito com alunos da Escola B: 3ºAno.....	249
5.5 Conclusão da Atividade de Planejamento.....	256
CAPÍTULO 6.0.....	260
6.0 Atividade 5: Experimento Simulado.....	260
6.1 Atividade 5: Purificação da água	260
6.2. Episódio da Atividade 05, com alunos da Escola B: 2º Ano Ensino Médio.....	261
6.2.1 Episódio da Atividade 05: Experimentos: Descrição e análise, Trecho 01:.....	
T01 ao T16.....	261
6.2.2 Episódio da Atividade 05: Experimentos: Descrição e análise, Trecho 02:.....	
Turnos T17 ao T48.....	263
6.2.3 Episódio da Atividade 05: Experimentos: Descrição e análise, Trecho 03:.....	
Turnos 49 a 58.....	266
6.2.4 Episódio da Atividade 05: Experimentos: Descrição e análise, Trecho 04:.....	
Parte 2, Turnos T1 ao T10.....	269
6.2.5 Episódio da Atividade 05: Experimentos: Descrição e análise, Trecho 05:.....	
Parte 2, Turnos T11 ao T17.....	270
6.2.6 Episódio da Atividade 05: Experimentos: Descrição e análise, Trecho 06:.....	
Parte 2, Turnos T18 ao T30.....	271
6.2.7 Episódio da Atividade 05: Experimentos: Descrição e análise, Trecho 07:.....	
Parte 2, Turnos T31 ao T50.....	272
6.2.8 Episódio da Atividade 05: Experimentos:Descrição e análise, Trecho 08:.....	
Parte 2, Turnos T51 ao T56.....	275
6.3 Discussão do episódio da Atividade 05: com alunos da Escola B: 2º Ano Ensino.....	
Médio.....	278

6.4 Resultado da Atividade 05, Comentários sobre os experimentos dos alunos.....	
da Escola A: 1º Ano e Escola: 2º e 3º Ano.....	280
6.5 Conclusão do episódio da Atividade do Experimento.....	281
6.6 Discussão dos dados e análise do Questionário de Avaliação do Experimento.....	
Gráficos 16 à 22: realizado com alunos Escola A: 1º Ano, Escola B: 2º e 3º Ano.....	282
6.7 Conclusão do questionário: Experimento, Escrita e Apresentação Oral.....	293
6.8 Conclusão da Atividade 5: Experimento.....	294
CAPÍTULO 7.0.....	295
7.0 Atividade 06: Apresentação dos Projetos pelos alunos.....	295
7.1 Análises da Atividade 04: escrita e 06: Comunicação Oral dos Projetos.....	
alunos da Escola A:1º Ano, Escola B: 2º e 3º Ano do Ensino Médio.....	295
7.2 Conclusão sobre a atividade Projetos.....	296
CAPÍTULO 8.0.....	300
8.0 Atividade 07: Questões Conceituais.....	300
8.1 Análise e Discussão Atividade 7.....	302
8.2 As competências em Química.....	306
CAPÍTULO 9.0.....	308
9.0 Considerações e algumas implicações.....	308
10. Conclusão.....	318
11. Referências Bibliográficas.....	323
ANEXOS.....	337
Anexo 1: Figuras CTS.....	337
Anexo 2: Minitextos.....	338
Anexo 3: Palestra: O Acidente de Mariana.....	340
Anexo 4: Texto de (ACEVEDO DÍAZ et al., 2002).....	342
Anexo 5: Atividades, Questionários e Fichas.....	347
Anexo 6 Apostila: Água.....	352
Anexo 7: Fontes de Consulta: do material didático.....	357
Anexo 8: Esboço de Projeto dos alunos Escola A: 1º Ano, Escola B: 2º e 3º Ano.....	359
Anexo 9: Modelos de representação conceitual dos alunos Escolas A: 1º Ano e.....	
Escola B: 2º Ano.....	360
Anexo 10: Projetos dos alunos Escola A:1º Ano, Escola B: 2º e 3º Ano Ensino Médio.....	362

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: As sete etapas da pesquisa.....	83
Figuras 2 e 3: A essência das interações e a Educação CTS (Anexo 1).....	290
Figuras 4: Modelos de NIINLUOTO (1997).....	294
Figura 5: Osmose e Osmose Reversa.....	242
Figura 6: Destilador da água do mar, a partir de teto solar.....	242
Figura 7: V de Gowin.....	242
Figura 8: Mapa Conceitual.....	246
Figura 9: Representação modelo da purificação da água, alunos da Escola A: 1ºAno.....	259
Figura 10: O Trípé da Química para a aprendizagem.....	306

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Intenções do Professor, (MORTIMER & SCOTT, 2002).....	74
Quadro 2: Categorias para analisar os discursos em aulas de ciências,..... (MORTIMER & SCOTT, 2002).....	74
Quadro 3: Quatro classes de abordagem comunicativa, (MORTIMER & SCOTT, 2002).....	76
Quadro 4: Formas, foco e ação do professor (MORTIMER & SCOTT, 2002).....	77
Quadro 5: Referencial da produção dos minitextos sobre a História da Ciência..... e da Tecnologia (VIDAL e PORTO, 2012).....	84
Quadro 6: Participantes do debate.....	219
Quadro 7: Questões didáticas: (HODSON, 1988).....	236
Quadro 8: Projetos: constituição.....	296

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Resultado do Questionário. Atividade 01, Avaliação da aula.....	145
Gráfico 2: Resultado do Questionário de Avaliação Atividade 1: parte 2: Questão 8.....	146
Gráfico 3: Resultado da Questão nº1 VOSTS, Escola A e Escola B.....	193
Gráfico 4: Resultado do VOSTS, categorias Realistas (R) e Simplistas (S).....	
Questões nº 2, 6 e 15, Escola A e Escola B, Ensino Médio.....	194
Gráfico 5: Dados do questionário do Debate: Escola A: 1º Ano, Escola B: 2º e 3ºAno.....	
Questão 01: Percepção dos alunos sobre CTS.....	219
Gráfico 6: Dados do Questionário do Debate: Questão 02: Concepções alunos sobre.....	
CTS após o Acidente de Mariana, Escola A: 1º Ano, Escola B: 2º e 3ºAno.....	220
Gráfico 7: Dados do Questionário do Debate: Escola A: 1º Ano, Escola B: 2º e 3ºAno.....	
Questão 03: Percepção dos alunos sobre relações CTS no caso Mariana?.....	222
Gráfico 8: Dados do Questionário do Debate: Escola A: 1º Ano, Escola B: 2º e 3º Ano.....	
Questão 04: Contribuição do debate.....	223
Gráfico 9: Dados do Questionário do Debate: Questão 05: É possível a participação da.....	
população em decisões que envolvem a Ciência e a Tecnologia?	224
Gráfico 10: Dados do Questionário: Aula de Planejamento: Questão: 01.....	250
Gráfico 11: Dados do Questionário: Aula de Planejamento: Questão 02.....	251
Gráfico 12: Dados do Questionário: Aula de Planejamento: Questão 03.....	252
Gráfico 13: Dados do Questionário: Aula de Planejamento: Questão 04.....	253
Gráfico 14: Dados do Questionário: Aula de Planejamento: Questão 05.....	254
Gráfico 15: Dados do Questionário: Aula de Planejamento: Questão 06.....	255
Gráfico 16: Dados do Questionário: Aula de Experimento: Questão 01.....	282
Gráfico 17: Dados do Questionário: Aula de Experimento: Questão 02.....	283
Gráfico 18: Dados do Questionário: Aula de Experimento: Questão 03.....	285
Gráfico 19: Dados do Questionário: Aula de Experimento: Questão 04.....	287
Gráfico 20: Dados do Questionário: Aula de Experimento: Questão 05.....	289
Gráfico 21: Dados do Questionário: Aula de Experimento: Questão 06.....	290
Gráfico 22: Dados do Questionário: Aula de Experimento: Questão 07.....	292
Gráfico 23: Resultado dos dados: Avaliação Conceitual: Questão 01.....	300
Gráfico 24: Resultado dos dados: Avaliação Conceitual: Questão 02.....	301
Gráfico 25: Resultado dos dados: Avaliação Conceitual: Questão 03.....	302

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1: Referencial de Análise (MORTIMER & SCOTT, 2002).....	73
Tabela 2: Esquema questionário VOSTS, adaptado por (MIRANDA, 2008).....	80
Tabela 3: Programação de Atividades.....	83
Tabela 4: Resultados da Atividade 1, parte 2: Exercícios sobre CTS.....	144
Tabela 5: Resultado do Questionário de Avaliação da Atividade 1, parte 1 e 2.....	144
Tabela 6: Resultado da categorização da questão 1 do VOSTS.....	149
Tabela 7: Resultados da categorização da questão 2, do VOSTS	151
Tabela 8: Resultados da categorização da questão 3, VOSTS.....	153
Tabela 9: Resultado da categorização da questão 4, VOSTS.....	156
Tabela 10: Resultado da categorização da questão 5,VOSTS	158
Tabela 11: Resultado da categorização da questão 6, VOSTS.....	162
Tabela 12: Resultado da categorização da questão 7, VOSTS.....	165
Tabela 13: Resultado da categorização da questão 8,VOSTS.....	168
Tabela 14: Resultado da categorização da questão 9, VOSTS.....	170
Tabela15: Resultado da categorização da questão 10,VOSTS.....	172
Tabela16: Resultado da categorização da questão 11, VOSTS.....	176
Tabela 17: Resultado da categorização da questão 12, VOSTS.....	179
Tabela 18: Resultado da categorização da questão 13, VOSTS.....	182
Tabela19: Resultado da categorização da questão 14, VOSTS.....	185
Tabela 20: Resultado da categorização da questão 15,VOSTS.....	188
Tabela 21: Resultado Geral - Questões VOSTS, Escola A e B.....	191

GLOSSÁRIO

(AAAS): Associação Americana para o Avanço da Ciência.....	16
(AC): Alfabetização Científica.....	15
(ACT): Alfabetização Científica Tecnológico.....	15
(Issues –SSI): socioscientific issues - (aspectos sócio científicos –ASC).....	20
(ASC): Aspectos Sócio-Científicos.....	20
(COCTS): (Questionário de Opiniões sobre Ciência e Tecnologia e Sociedade).....	79
(C&T): Ciência e Tecnologia.....	18
(CTS): Ciência Tecnologia e Sociedade.....	15
(CTSA): Ciência Tecnologia e Sociedade e Ambiente.....	16
(DCN): Diretrizes Curriculares Nacionais.....	19
(DDT): [1,1-bis(p-clorofenil)-2,2,2-tricloretoano], diclorodifeniltricloroetano (nome trivial)...	160
(ECTS): Educação CTS.....	31
(ENPEC): Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.....	19
(FP): Formação de professores.....	40
(IOS): Issue-Oriented-Science, Inquerit on Science: Investigação sobre Ciência.....	87
(LC): Scientific Literacy: Letramento Científico	37
(LDB): Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.....	17
(NdC): Natureza da Ciência.....	24
(NOS): Nature on Science (Natureza da Ciência).....	24
(NOT): Nature on Technology (Natureza da Tecnologia).....	39
(OCNEM): Orientações Curriculares para o Ensino Médio.....	21
(PCN+): Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais..	21
(PCNEM): Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.....	21
(PLACTS): Pensamento Latino-Americano em Ciência Tecnologia e Sociedade.....	30
(STS): Science-Technology-Society: Ciência, Tecnologia e Sociedade.....	28
(UNESCO): Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura.....	38
(VOSTS): Views on Science-Technology-Society: Opinião sobre.....	
Ciência Tecnologia e Sociedade.....	24

Apresentação da Tese
O fluxograma representa um esquema geral da Tese

Introdução

A partir da segunda metade do século XX, em diferentes setores sociais e campos de estudos no mundo todo, sobretudo, na área da Educação em Ciências formou-se um consenso em considerar a educação científica como fator crucial de desenvolvimento das nações. O objetivo central da educação científica tem oscilado entre a formação de cientistas e a formação para a cidadania (SANTOS, 2011). Na busca dessa meta, no século XXI intensificou-se as discussões sobre a necessidade de alfabetização científica e tecnológica (ACT) para todos os cidadãos. Muitos pesquisadores sugerem a importância da organização do ensino para uma convergência que aborde as relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (CTS). A educação científica para todos os cidadãos, além de ser um fator determinante de desenvolvimento das nações, é considerada como uma necessidade de formação para a cidadania de modo a promover a participação nas tomadas de decisões sobre problemas urgentes de ordem planetária. Isso requer uma análise crítica e postura responsável, nas discussões para a busca de soluções de questões que afligem a humanidade como por exemplo, as de ordem ambiental, que exige a compreensão para posterior ação, visto que existem conexões entre o local, o regional e o global, (VILCHES & GIL-PÈREZ, 2007). A comunidade científica, os educadores, as instituições internacionais e movimentos de cidadãos tem consciência dessas questões emergenciais (VILCHES, GIL-PÈREZ e PRAIA, 2011), (EDWAARDS et al., 2002). Com a contribuição da Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano em 1972; a criação da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) em 1983, ou Comissão de Brundtland e as ações diversas tais como: o apoio na pesquisa e os acordos internacionais para resolver problemas, pode-se afirmar que a crescente preocupação com os problemas ambientais ultrapassa em muito um conjunto de graves consequências visíveis. Essa preocupação é decorrente dos resultados de muitas décadas de pesquisa e de trabalhos pioneiros como os de George Perkins Marsh (1807 – 1882). Existem também outros trabalhos relativos aos impactos antrópicos negativos sobre o meio ambiente. Os resultados de pesquisas e ações para melhorar os problemas convergem para um consenso científico sobre “uma grave situação de emergência planetária, caracterizada por um conjunto de problemas que estão estreitamente vinculados e que se potencializam mutuamente” (VILCHES, GIL-PÈREZ e PRAIA 2011, p.163). Os autores se apoiam no apelo pronunciado por Jane Lubchenco em 1998,

presidente da AAAS (Associação Americana para o Avanço da Ciência), à vários setores, sobre as mudanças para o século XXI, a saber:

Seja para a Ciência o Século do meio ambiente e que a sociedade científica “reorientasse a sua maquinaria” para a resolução dos problemas que ameaçam o futuro da humanidade (VILCHES, GIL-PÈREZ e PRAIA 2011, p.161,162).

Esse apelo repercutiu na educação de formas diversas e contínuas, surgindo a Década da Educação para um futuro sustentável, entre 2005 a 2014 e o movimento educativo CTS com ênfase na educação ambiental. Esses deram resultados positivos de forma que surgiu a sigla (CTSA) Ciência Tecnologia e Sociedade e Ambiente e de Educação Ambiental para a Sustentabilidade, (VILCHES, GIL-PÈREZ, PRAIA, 2011).

Em relação ao currículo de ciências MILLAR (2003) fez vários estudos, pesquisas e reflexões. O autor mostra que a ACT enquanto compreensão e ação dos problemas da realidade deve apontar “quatro outros argumentos: o de utilidade, o democrático, o social e o cultural”.

AULER e BAZZO (2001) ressaltam que para efetivar a ACT no Brasil e em qualquer país é necessário coincidir tanto quanto possível, o progresso científico e tecnológico com o progresso social.

Para tanto é necessário a reorganização curricular de forma problematizada que busque romper com a idéia de algo fixo, pré-posto, que nada contribui para a boa formação do estudante conforme destacam (ROSO, DALMOLIN, AULER, 2011). Os autores propõem a construção curricular como um “artefato social e histórico, em direção a uma lógica relacionada a questões sociais sujeita a mudanças e flutuações” e subvertendo de uma lógica cientificista, considerando que os currículos devam contemplar os conhecimentos socialmente válidos.

Alguns autores destacam dois pontos prioritários para fazer parte do currículo da educação científica, a saber: o primeiro deve direcionar o estudante seguir as carreiras científicas e o segundo deve propiciar o acesso à cultura científica básica para todos os estudantes, ou seja, uma formação geral para a vida, (MILLAR, 2003; CACHAPUZ et al., 2005). Tais propósitos representam alternativas para o currículo tradicional de química. Isso traz implicações importantes para educação química, como:

a necessidade de novos modelos educacionais nessa perspectiva mais humanista (Sjöström & Talanquer, 2014), e que representem mais autenticamente os objetivos, práticas e benefícios, custos e riscos de se envolver em pensamento e ação química (TALANQUER, 2013a; TALANQUER & POLLARD, 2010 apud FREIRE, TALANQUER e AMARAL, 2019, p. 675).

A preocupação dos especialistas sobre a mudança no currículo surgiu nos anos 50. Os pesquisadores constataram que a formação do aluno com a Ciência na educação básica, pouco ou nada contribuía para uma formação cidadã. Isso foi observado, seja nos postos de trabalho, ou diante de inúmeros problemas ambientais e sociais após a II Guerra Mundial, devido a ausência de ações responsáveis que demandem um conhecimento científico rico em conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais e a formação de valores para lidar com as situações reais. De uma forma geral, na educação afirma-se que o redimensionamento e as reformas do currículo com esses propósitos ocorreram a partir dos anos 70/80 do século XX, nos países do Hemisfério Norte e estendeu-se mundialmente.

No Brasil, SANTOS, MÓL, SILVA, MATSUNAGA, DIB, CASTRO, SILVA, SANTOS e FARIAS (2007) e KRASILCHIK (1987) relatam que as contribuições para o avanço no ensino de ciências na questão ambiental ocorre desde os anos 50, mas a preocupação ambiental na prática surge a partir dos anos 80, conforme descreve (FRACALANZA, 2006). Na área da Química, SANTOS et al., (2007) mostram que as mudanças nos currículos e materiais didáticos surgiram a partir dos anos 80. Ocorreram diferenças na estrutura clássica dos currículos para o Ensino Médio, em diferentes regiões do país, com as contribuições de: a)AMBROGI et al., (1987); b)Mansur Lufti (1988); c)(SCHNETZLER et al., 1986); d)(PITOMBO, MARCONDES et al. 1993 a 2005) e)ROMANELLI e JUSTI (1997); f)MALDANER (1992) e MALDANER e ZAMBIAZZI (1993) e g)MORTIMER e MACHADO (2002). Dessa forma: a)AMBROGI et al., (1987); desenvolveram a proposta de “Unidades Modulares de Química para o Ensino Médio”. Essa proposta tem como fio condutor o tratamento de questões centrais com a preocupação de formação para a cidadania. b)Mansur Lufti em (de 1988 a 1992) editou dois livros, a partir do pesquisa no ensino médio, O primeiro livro, ‘Cotidiano e Educação em Química’, (1988) aborda o tema aditivos alimentares com base em uma concepção crítica que questiona o conhecimento químico em uma sociedade de modelo capitalista. Na mesma linha crítica, o segundo livro de Lufti, ‘Os ferrados e os cromados’, 1992, explora o tema metalurgia. c)(SCHNETZLER et al., 1986) conduzem projetos inovadores como o “Proquim - Projeto de Ensino de Química para o 2º Grau”. d)(PITOMBO, MARCONDES et al., 1993, 1995, 1998, 2005) do “Gepeq – Grupo de Pesquisas em Educação” da USP elaboraram o Projeto Interações e Transformações que relaciona ensino de química a problemas. e)ROMANELLI e JUSTI (1997) desenvolveram a proposta “Aprendendo Química” pela condução de atividades

experimentais. f)MALDANER (1992) e MALDANER e ZAMBIAZZI (1993) Com o foco na experimentação, contribuíram com as propostas de “Química 1” e “Química 2”. g)MORTIMER e MACHADO (2002) desde os anos 1990, propuseram um livro didático inovador ‘Química para o Ensino Médio’. Com uma divisão clássica utilizaram materiais didáticos incorporados a atividades interativas. As atividades exploram temáticas ambientais da vivência dos alunos, como, por exemplo, o lixo.

SANTOS (2007) destaca que tais propostas são contextualizadas, mas não partiram de temas. A idéia de temas é um aspecto central de modelos do referencial Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS). O uso de temas começou a ser incorporado nas pesquisas no Brasil, a partir dos anos 90, com a produção de artigos e dissertações. Isso surge com a reconfiguração curricular, com a finalidade da formação do cidadão. As mudanças ocorrem com a nova legislação, pela aprovação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB 9.394/96. Outro evento significativo foi a realização da Conferência Internacional de Ensino de Ciências para o século XXI: ACT – Alfabetização em Ciência e Tecnologia em 1990, com o tema central de formação cidadã, (SANTOS e MORTIMER 2002; SANTOS, 2008).

No contexto educacional brasileiro, a partir do século XXI o debate CTS é crescente e verifica-se também uma vasta produção de pesquisas nessa linha. Dentre os trabalhos nessa perspectiva existem aqueles que mostram uma aliança entre pressupostos Freirianos e CTS. AULER (2001; 2003) propõe um encaminhamento político pedagógico para Alfabetização Científica Tecnológica (ACT) que é visto como uma perspectiva ampliada e seus desdobramentos. Tais encaminhamentos reinvidicam a democratização de processos decisórios sobre C&T, (AULER, 2011). Para isso, a orientação da perspectiva CTS é no sentido de mudar o foco centrado em decisões tecnocráticas, a partir dos temas sociais relacionados à Ciência e a Tecnologia (C&T). Já o referencial Freiriano “ênfatisa a necessidade da superação da “cultura do silêncio” das pessoas submetidas à condição de objetos ao invés de sujeitos, para a constituição de uma sociedade mais democrática” (AULER, 2003, 2011).

SANTOS (2011) argumenta sobre tais discussões, destacando que essa aliança visa a problematização da visão de neutralidade da C&T, visto que, a visão neutra de Ciência é responsável por criar e reforçar mitos da superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, da perspectiva salvacionista da C&T e do determinismo tecnológico e isso é um obstáculo a ação social crítica.

STRIEDER et al., (2016) argumentam que existe uma coerência entre as orientações das DCN/13 que relaciona CTS e a abordagem temática Freiriana, como uma proposta de organização pedagógico-curricular da área.

Atualmente, observa-se que as pesquisas da linha CTS continuam a relacionar e adaptar os modelos dos projetos e materiais internacionais CTS para a realidade brasileira. Essa preocupação para a Educação em Ciências e particularmente com o foco em Química, não é recente, visto que SANTOS (1992) e SANTOS e SCHNETZLER (1997) ressaltam que o contexto de vida para o qual os materiais e projetos CTS foram desenvolvidos necessitam de uma readaptação para a realidade Brasileira.

Dentre as iniciativas para a elaboração de materiais e projetos, conforme artigos de (AULER e DELIZOICOV, 1999; AULER e BAZZO, 2001) a partir dos problemas e desafios para a educação CTS no Brasil, tais autores sugerem como possíveis questões de investigações para a pesquisa: a formação disciplinar dos professores incompatível com as perspectivas interdisciplinares do movimento CTS; dificuldade de compreensão por parte dos professores sobre as interações CTS; ausência do enfoque CTS nos exames de seleção para o ensino superior; formas e modalidades de implementação da educação CTS; produção de material didático pedagógico e redefinição de conteúdos programáticos nos currículos. Esses e outros temas, ainda são frutos de estudos e discussões na Educação em Ciências. Os autores constataam uma pluralidade de pesquisas em CTS, quanto aos objetivos, conteúdos, abrangência e modalidades de implementação, podendo-se observar desde pesquisas que utilizam aspectos CTS como fator de motivação, ou outras que enfatizam apenas as relações CTS, deixando a abordagem dos conteúdos científicos em segundo plano. Enfim, muitas pesquisas tentam compreender as tendências e aspectos teóricos e metodológicos sobre CTS e elucidar as dimensões educacionais propostas, para realçar os aspectos relevantes e os limites a considerar, de modo a promover as discussões e buscar novos elementos para superar obstáculos existentes, para a sua efetivação de propostas.

STRIEDER e KAWAMURA (2009) revisaram dez anos da produção no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC 97 a 2007), na linha de pesquisa CTS. As autoras constataram que muitos pesquisadores compreendem o referencial CTS de maneiras diferentes, dando-lhes uma identidade própria. Mas, os horizontes gerais CTS se mantém. Segundo as autoras, a razão das diferentes perspectivas é devido a sua abrangência enquanto um movimento ou uma proposta

ampla com objetivos gerais e reconhecem que todas as perspectivas são importantes. Todas contribuem para enriquecer a área de Ensino de Ciências. Além disso, observam que existe uma polissemia ou abordagens diferentes na linha CTS em todos os estudos revisados na produção nacional e na internacional.

Em um estudo mais recente STRIEDER e KAWAMURA (2017) apontam que a pluralidade de abordagens CTS pode decorrer mais por questões de infraestrutura onde se produz a prática pedagógica, ou também, podem ter relação com as questões inerentes e interdisciplinaridade, que envolvem o campo CTS. Disso, resulta a impossibilidade de uma forma única de abordagem, pois:

(..) a polissemia pode ser entendida como inerente ao movimento, refletindo a própria complexidade das questões envolvidas e, de certa forma, conferindo à educação CTS uma abrangência mais expressiva, abrindo um leque de possibilidades para a inserção de propostas dessa natureza nos diferentes níveis de ensino, (AIKENHEAD 2003 apud STRIEDER e KAWAMURA, 2017, p.29).

SANTOS (2012); AIKENHEAD (2009) mostram que surgiram múltiplos enfoques, no final dos anos 80, como: “Ciência para Todos”, “Ciência para a compreensão Pública”, “Ciência Cidadã”, “Letramento científico funcional”, os quais substituíram o slogan CTS, mas, o propósito é o mesmo. Devido a essas mudanças, (SANTOS, 2008) observa que muitas questões debatidas em CTS passaram a aparecer nos artigos que tratam de “*socioscientific issues* - SSI (aspectos sócio científicos – ASC)”, como o ensino de ciências humanístico proposto por (AIKENHEAD, 2006). Esse último autor combina propostas sobre ASC no currículo de ciências com as da linha CTS. Isso tem como foco, a formação para a cidadania.

SANTOS (2008) destaca que os estudos de (RATCLIFFE, 2003) mostra pesquisas que apontam propósitos diversos na abordagem ASC, tais como: com o foco voltado para a natureza da ciência (NOS) que exploram a argumentação científica. Segundo SANTOS e MORTIMER (2001) com o objetivo de cidadania, a perspectiva CTS incorpora ASC no currículo, e tem como objetivo a tomada de decisão.

AIKENHEAD (2009) diz que é normal ocorrer mudanças nas linhas de pesquisa, pois isso decorre das novas interpretações da realidade social. Ele recomenda que o essencial é dinamizar CTS e possibilitar a educação inclusiva. SANTOS (2008, 2011) argumenta que embora existam características comuns nos diferentes slogans, existe diversificação quanto ao foco. Isso induz a concepções divergentes que precisam ser melhor explicadas. Ele defende que CTS na educação, “permanece ativo”, e pode ser

recontextualizado dentro das demandas sociais da educação científica, comprometida com a formação da cidadania, para uma sociedade justa e igualitária.

O propósito central da educação CTS com o significado de educação para cidadania está no desenvolvimento da capacidade da tomada de decisão na sociedade científica e tecnológica e no desenvolvimento de valores. (AIKENHEAD, 2009) destaca que é essencial que os alunos conheçam, que a educação com base em CTS surgiu como uma necessidade social, e entrou para o currículo de Ciências. STRIEDER et al., (2009) credita ao livro de John Ziman em 1980, a influência poderosa no consenso da necessidade de inovação da educação científica, seja por influência dos movimentos sociais e acadêmicos, ou pela insatisfação com o Ensino de Ciências.

Para contribuir com as discussões sobre as abordagens, sentidos e perspectivas CTS, a proposta de STRIEDER e KAWAMURA (2017) propõe alicerces como eixos de uma matriz de referência com duas dimensões, a saber: a primeira “(..) associada aos parâmetros da educação CTS (racionalidade científica, desenvolvimento tecnológico e participação social) e a segunda são os propósitos educacionais”. As autoras ressaltam que é necessário definir, esclarecer e compreender, o que está implicado nas intenções educacionais em uma proposta pedagógica, mesmo com limites na prática.

STRIEDER et al., (2016) ao reverem documentos dos anos 90 até a publicação das diretrizes curriculares nacionais DCN/2013 observam que o referencial CTS consta em todos os documentos oficiais brasileiros. Os documentos são: Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio de 1998 (DCNEM/98), Resolução CEB nº3/98 e o Parecer CEB/CNE nº15/98 (BRASIL, 1998^a; BRASIL,1998b); os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM (BRASIL,1999); as Orientações Complementares aos PCNEM – PCN+ (BRASIL, 2002); as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – OCNEM (BRASIL, 2006); as novas Diretrizes Curriculares Nacionais publicadas em 2013 – DCN/2013 (BRASIL, 2013a); os documentos do Programa Nacional de Livro Didático de 2015 – PNLD/2015 (BRASIL, 2013b), a Matriz de Referência do Exame Nacional do Ensino Médio de 2016 –MR-ENEM/16 (BRASIL, 2016a) e a 2^a versão revista da Base Nacional Comum Curricular publicada em 2016 – BNCC/16 (BRASIL, 2016b). Essa última publicação manteve o sentido proposto nos documentos anteriores, quanto as bases curriculares voltadas para o ensino médio, conforme exposto em:

Por fim, defendemos que desenvolver os conhecimentos da Biologia, Física e Química de forma integrada, dentro de uma perspectiva CTS, possibilita a interligação dos saberes desta com as demais áreas, uma vez que podem ser

trabalhados a partir de conhecimentos e temas oriundos do mundo do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura. Assim é possível construir uma visão de mundo mais ampla, articulada e menos fragmentada, propiciando aos sujeitos do Ensino Médio o protagonismo da construção de uma sociedade em constante transformação, (BRASIL,2014, p.28 apud STRIEDER et al., 2016, p.960).

STRIEDER et al., (2016) destacam que nos documentos mais recentes persistem as lacunas já existentes desde o ano de 2002, sobre os conceitos de interdisciplinaridade e competências. Embora isso ocorra, enfatizam que é viável e existem desafios a prática educativa em uma perspectiva crítica que harmonize as dimensões “C” e “T” e “S”. A contemplação dos três componentes facilita uma compreensão global sobre as três dimensões e isso contribui para superar perspectivas não neutras sobre as inter-relações CTS. Essa abordagem em equilíbrio significa que deva ser evitado os extremos quanto ao uso de CTS, seja apenas como fator de motivação em que o foco é conteudista (abordar os conteúdos como um fim em si mesmo), ou as abordagens que abrangem de forma extensa as relações CTS, mas deixam os conteúdos científicos em segundo plano, ou ausentes.

Diante destas discussões sobre os problemas sócio ambientais urgentes em nosso contexto, o potencial de inovação da perspectiva CTS e o avanço da linha de pesquisa na Educação em Ciências com as limitações descritas, soma-se a isso, as limitações dos livros didáticos e a necessidade de propor e desenvolver materiais inovadores para a linha CTS, como destacam SANTOS e SCHNETZLER (1997), ACEVEDO DÍAZ (2002); FREITAS e SANTOS (2004), STRIEDER et al., (2016) visto que, os livros didáticos estão aquém das aspectos essenciais para o desenvolvimento de propostas que facilite a compreensão das relações CTS para a aprendizagem crítica.

Considerando tais discussões, além disso, a orientação em desenvolver uma proposta CTS em equilíbrio visa preencher uma lacuna existente nas pesquisas CTS, visto que, geralmente ou enfatizam ‘C’ em detrimento das dimensões ‘T’ e ‘S’, ou apenas focalizam ‘T’, em detrimento da dimensão ‘C’ e ‘S’, ou observam-se propostas em aspectos sociais sem explorar, ou apenas citando de forma superficial os conteúdos ‘C’ e ‘T’. Tais propostas são limitadas para o estudante ter uma visão interrelacional sobre os conteúdos CTS e desenvolver a habilidade crítica e portanto, dificultam a formação para a cidadania.

O desenvolvimento desta proposta constituiu-se de uma pluralidade de concepções e metodologias, que seja capaz contemplar de forma equilibrada os conteúdos “C”, “T”, “S”. Isso leva a planejar, elaborar, conduzir e avaliar atividades

diversas que necessitam desses elementos inter-relacionados para a sua compreensão. STRIEDER et al., (2016) e HUNSCHE, DALMOLIN, ROSO, SANTOS e AULER (2009) dizem que não existe um método e técnicas de ensino exclusiva nessa abordagem. As escolhas múltiplas devem ser no sentido de facilitar a interdisciplinaridade e a interatividade. Dessa forma, nesta proposta CTS em equilíbrio visa explorar os três conteúdos para responder a pergunta:

De que forma um programa de atividades CTS contribui para aprendizagem significativa com a formação de conceitos, procedimentos, atitudes e valores, que contribuam para educação científica crítica e inclusiva?

Nesta pesquisa foi implementada uma sequência didática com sete atividades diversas, porém inter-ligadas, com base em (SANTOS e SCHNETZLER, 1997), o ensino de química para a formação do cidadão, e tem como propósito central:

de educação para cidadania está no desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão na sociedade científica e tecnológica e no desenvolvimento de valores, (SANTOS, 2012, p.55).

O desenvolvimento desta pesquisa implica conforme analisa ZABALA (1998) tratar os conteúdos “C” “T” “S”, como objetos de ensino e aprendizagem, ou seja, todas as atividades propostas são desenvolvidas e avaliadas. Considerando tais aspectos, o objetivo desta pesquisa é:

Compreender como uma sequência didática que inter-relaciona os conteúdos CTS, contribui para o aluno elaborar um projeto teórico prático, a partir de um problema de relevância social.

Em síntese, o ponto de partida desta pesquisa consiste em: Atividade 01: o que é CTS? Essa atividade contribui para o aluno compor uma concepção mais abrangente sobre CTS e prepará-los para analisar CTS em um problema de relevância social. O problema real neste trabalho é o Acidente de Mariana (Atividade 02). O estudo deste problema objetiva uma formação científica e humanística, com a intencionalidade de sensibilizar o estudante, não apenas sobre as consequências sociais e ambientais no caso utilizado, ou seja, a idéia aqui não visa enfatizar impactos sócio ambientais, as ‘catástrofes’ sobre o Acidente de Mariana, mas aprender a analisar o problema e preparar para prevenir impactos com a participação crítica. O trabalho consiste em compreender, ampliar e formar uma postura crítica frente as relações CT, para identificar problemas de relevância social e participar dos problemas com conhecimentos, procedimentos e compromisso social. O estudo do problema, gerou um

tema. A exploração do tema de relevância social foi transformado em projetos (Atividade 04) com atividades teórico/práticas (Atividade 03 e 06) e experimentais (Atividade 05), relacionadas aos conceitos (Atividades 03, 05 e 07). O desenvolvimento dessa pesquisa tem como objetivos específicos:

1. pesquisa e elaboração de materiais didáticos de baixo custo acessíveis aos alunos, alinhados com a discussão CTS;
2. contato, seleção das escolas e apresentação da proposta;
3. composição de aulas, com assuntos pertinentes a cada atividade e aos processos químicos relacionados com problema e ligação com aspectos da vida cotidiana;
4. avaliar as implicações sociais decorrentes das aplicações tecnológicas da química;
5. discutir e compreender a natureza do processo de construção do conhecimento científico (NOS) ou (NdC) através das atividades;
6. desenvolver a capacidade de participar e de tomar decisão criticamente como cidadão e não como um especialista;
7. compreender a realidade social em que o aluno está inserido, para que possa transformá-la, para uma formação científica e humanística.

Esse item foi proposto com a intenção de sensibilizar o estudante, não apenas sobre as consequências sociais que abalam até hoje o problema proposto, caso do Acidente de Mariana e as ambientais que continuam como um grande impasse nacional, com repercussões internacionais. A idéia essencial é que contribua para desenvolver o senso crítico, no sentido de participar em questões que envolvam CTS, sobretudo em relação a questões ambientais.

Esta pesquisa é qualitativa. Foi aplicada em duas Escolas Estaduais da rede pública, Ensino Médio, regular, no município de São Carlos - SP, em salas de aulas de Química. Os instrumentos utilizados na coleta de dados desta pesquisa são: gravação em vídeo e áudio, questionários e entrevistas semi estruturadas, questionário de Opinião sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (VOSTS), observação e anotação das aulas e as atividades 01 à 07.

A organização da tese inicia com a introdução problematizada. No capítulo um descreve-se o referencial teórico sobre CTS. No capítulo dois expõe o método da pesquisa. O capítulo três descreve a Atividade um 01. Essa atividade está dividida em duas partes. Na primeira parte envolve uma discussão sobre o que é CTS, com base em

minitextos sobre a História da Ciência e da técnica e o uso de modelos para interpretar a evolução da História da Ciência e da técnica. Na segunda parte da Atividade 01 foram aplicados exercícios para ver se os alunos compreenderam o que é CTS. No capítulo quatro foi desenvolvido a Atividade 02. Esta atividade é composta de uma palestra e um debate sobre um problema de relevância social: o Acidente de Mariana. A Atividade 02 gerou o tema de estudo para desenvolvimento de um projeto, sobre a contaminação da água. No capítulo cinco foi desenvolvido a Atividade 03: aula de planejamento sobre projetos, em que os alunos delinearam um projeto, a partir da exploração do tema identificado no debate. Essa atividade culminou na escrita do projeto dos alunos, que inclui a proposta de uma atividade experimental. Em síntese, os alunos esboçaram um projeto escrito sobre a contaminação da água. No capítulo seis, os alunos realizaram a Atividade 05 propondo experimentos para purificar a água. O capítulo sete descreve e analisa a Atividade 04, o texto escrito do projeto e a Atividade 06: a apresentação oral dos projetos dos alunos. No capítulo oito foi aplicado a Atividade 07, que é a avaliação de conceitos sobre o estudo. O capítulo nove trata das considerações e implicações e no capítulo dez finaliza com a conclusão. Os dados da pesquisa foram analisados com a abordagem comunicativa que trata sobre os discursos para dar significação, em sala de aula de ciências, proposto por (MORTIMER e SCOTT, 2002) da linha construtivista sociocultural. Para avaliar as concepções dos alunos sobre o que é CTS, foi aplicado o questionário VOSTS. Para analisar os dados das questões dissertativas dos Questionários semi-estruturados (questões mistas) de avaliação foi utilizado a análise de conteúdo (BARDIN, 2011). Os referenciais de análise foram definidos após a coleta de dados. As categorias de análise surgiram durante a análise dos dados, a partir da relação entre os referenciais teóricos e os dados.

Esta pesquisa considera importante o procedimento de análise que envolve o juízo de valor e o juízo político; o exercício de influenciar decisões político sociais que envolvem Ciência e Tecnologia (C&T) (SANTOS e SCHNETZLER, 1997) e aprender pela pesquisa, a partir de um problema de impacto sócio/ambiental real. No caso desta pesquisa leva a relacionar e definir um tema de relevância social, em que se busca a sua compreensão e o trabalho de educação ambiental, com ênfase na prevenção e cuidados quanto aos recursos hídricos. Quanto aos resultados desta pesquisa realizada com alunos das Escolas A e B, Ensino Médio, a implementação da proposta mostra que o trabalho é viável, conforme foi evidenciado em todas as atividades visto que, os alunos desenvolveram conceitos, procedimentos atitudes e valores que contribuem para

melhorar a sua vida pessoal e o compromisso social, em assuntos que envolvem Ciência e Tecnologia, no meio social. O estudo evidencia que a escola é um ambiente, onde há possibilidades e limites para uma prática social de transformação que devem ser consideradas numa proposta de ensino CTS, lembrando que, para isso é essencial a construção de uma política educacional que eleja a educação como prioridade. Isso implica o fortalecimento da educação com o investimento de recursos, valorização da autonomia da escola e dos profissionais da educação e o apoio da formação inicial e continuada dos professores, como têm sido recomendado há mais de quarenta anos, na educação em geral e na educação científica, AIKENHEAD (2009). A seguir será apresentado, a revisão e discussão da literatura sobre a linha CTS.

CAPÍTULO 1.0 Referencial Teórico

1.1 Origem e significado de Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS)

A evolução da Didática das Ciências e dos conhecimentos sobre a Historiografia da Ciência ocorrida no Século XX, associada às questões sócio ambientais de urgência planetária que se agravaram no final do Século XX estão atentas aos problemas ambientais cada vez mais graves e clamam pela necessidade de novos propósitos para o Ensino da Ciências no século XXI, apontando como foco a educação Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS). A educação CTS tem o potencial para formar o cidadão informado, responsável e capaz para tomar decisões fundamentadas e democráticas na sociedade civil. Mundialmente, existe uma convergência de pesquisadores, que em essência recomendam e/ou associam seus estudos e práticas de diferentes formas, para esse movimento como: (SANTOS, 1992, 2002), (HURD, 1997), (SANTOS & SCHNETZLER, 1997), (VILCHES; GIL-PÈREZ; 2007), (LOPEZ CEREZO, 1998), (AULER e BAZZO, 1998), (AULER e DELIZOICOV, 1999), (SANTOS & MORTIMER 2002, 2009), (ACEVEDO; VÁZQUEZ; MANASSERO; ROMERO, 2002b, 2003), (AIKENHEAD, 2003, 2009), (CACHAPUZ et al., 2005, 2011), (WARTHA e FALJONI-ALÁRIO, 2005), (HUNSCHE, DALMOLIN, ROSO, SANTOS e AULER, 2009) (MILARÉ, RICHETTI e ALVES FILHO, 2009), (SASSERON e CARVALHO, 2011), (DAGNINO; SILVA e PADOVANNI 2011), (MANDLER et al., 2012), (MARTINS, 2015), (STRIEDER & KAWAMURA 2009, 2017), e muitos outros.

O movimento CTS surgiu em fins dos anos 60, Século XX, fruto das novas tendências da pesquisa empírica em filosofia e sociologia e do aumento da sensibilidade social e institucional à necessidade de regulação pública da mudança C e T, (LÓPEZ CEREZO, 1998). Tais tendências têm relação com:

mudança de visão sobre a natureza da ciência e do seu papel na sociedade (Lowe, 1985; Mckavanagh e Maher, 1982; Roby, 1981; Solomon e Aikenhead, 1994; Ziman, 1985). Tais mudanças decorreram de novos estudos sobre a filosofia e a história da ciência, tendo tido uma importante influência nesse sentido a obra de Kuhn (1989), conforme menciona Lowe (1985), (SANTOS e SCHMETZLER 2003, p.17).

LÓPEZ CEREZO (1998) afirma que os estudos sociais da C&T e os estudos sobre CTS estão consolidados em universidades, nas esferas públicas e na educação em muitos países industrializados.

NUNES et al., (2015) destacam que os estudos CTS surgiram nos Estados Unidos da América, na educação universitária, entre os anos 60 e 70:

- a) A existência de duas culturas, pregada por C.P.Snow; b) os limites do crescimento, relatados por Dennis Meadows; c) o papel da comunidade científica e seus paradigmas, analisados por Thomas Kuhn; d) e os danos ambientais causados pelo uso do DDT denunciados por Rachel Carson, (NUNES et al., 2015, p.16).

NUNES et al., (2015) relatam que no movimento CTS, tradições de pesquisa que foram designadas pela mesma sigla do inglês STS (Science-Technology-Society): Ciência, Tecnologia e Sociedade têm origens e características diferentes. A primeira, da tradição européia, tem como fundamento aspectos históricos nos estudos da filosofia representado pela Teoria das revoluções científicas de Thomas Kuhn e na sociologia da ciência (teoria política) e por isso foi associado à educação científica. A tradição americana CTS surgiu de críticas sobre o impacto da Ciência e da Tecnologia na sociedade e o meio ambiente e caracteriza-se por ser de ordem pragmática. Embora existam divergências entre as diferentes tradições, têm pontos consensuais em questões como: 1- Rechaço à imagem da Ciência como atividade pura, sem interferência social; 2- Crítica à concepção da Tecnologia, como Ciência aplicada; e 3- Crítica ao modelo tecnocrático.

No final dos anos 90, LÓPEZ CEREZO (1998) mostra que CTS pode ser visto como um campo de trabalho importante acerca da compreensão do fenômeno científico-tecnológico no contexto social, tanto em relação aos seus condicionantes sociais, quanto às suas consequências sociais e ambientais. Esse modelo clássico sobre CTS representa-se por uma equação clara. A equação significa que o aumento da produção científica e tecnológica traz riqueza e bem estar social. Após 30 anos, esse modelo de CTS, ainda está fortemente presente em várias áreas do mundo acadêmico e na mídia. A equação criada por (LÓPEZ CEREZO, 1998) é:

$$+ \text{ciência} = + \text{tecnologia} = + \text{riqueza} = + \text{bem-estar social}$$

ANGOTTI & AUTH (2001) analisam que isso persiste em várias esferas:

Não obstante a presença de debates permeados pela visão dos benefícios acompanhados dos prejuízos, presentes até nos meios de comunicação, este recurso estratégico do “sucesso” ainda é evocado; de acordo com Luján López (1996, p.129-32) as habituais divulgações de autonomia e neutralidade da C&T, principalmente por cientistas, políticos, engenheiros e legisladores, têm levado a concepções que favorecem um modelo tecnocrático político, uma imagem equivocada. Esta distorção não pode ser negligenciada por instituições e equipes responsáveis pela educação escolar e pelo ensino de Ciências, (ANGOTTI & AUTH 2001, p.16).

Existem muitas críticas dos autores da linha CTS, nesse modelo de desenvolvimento que segue essa equação, ou seja, vivenciam dessa forma, o que

denomina-se de “sonambulismo tecnológico”, conforme argumentam (CHRISPINO; LIMA; ALBUQUERQUE, 2013).

A partir da equação, NUNES et al., (2015) apontam o significado que a realização de um estudo CTS adquire sobre a história da técnica e da tecnologia. Esse modelo cumpre a visão tradicional sobre CTS de fornecer uma base linear, descritiva e simplista sobre CTS. Para SANMARTÍN (1992) esta equação confere um “fator de legitimação do imperativo tecnológico”. Essa perspectiva justifica que o uso ilimitado da Tecnologia está associada a uma visão ingênua de progresso e bem estar social, mascarando as consequências de seu uso irrefletido. SANMARTÍN (1992) sugere o estudo das dimensões da Tecnologia, que vai além do aspecto da técnica como produtos, para a sua compreensão sistêmica. Assim, a abordagem da Tecnologia e a história da técnica torna-se importante, (NUNES et al., 2015). Apresentam idéias similares, autores como: (ACEVEDO DÍAZ, 2002, 2006); (GRANGER, 1994); (CHALMERS, 1994); (FOUREZ, 1995); (MARTINS, 2015); (ZIMAN, 1979, 1981, 1996) etc.

NUNES et al., (2015) mostram que o movimento CTS desde a sua origem foi sintetizado em três grandes direções a) no campo da investigação: para a construção do conhecimento científico como um processo social; b) no campo político: na defesa e criação de mecanismos democráticos para o controle social da C&T; c) na educação: com o desenvolvimento de propostas e materiais didáticos que visam discutir as interações CTS. Entre muitos problemas existentes atualmente, mundialmente observa-se as mudanças estruturais profundas com a globalização, as mudanças climáticas e o envelhecimento da população, (HARARI, 2019a), (MARTINS, 2015). Esses são os desafios que a sociedade enfrenta. Isso requer políticas governamentais que levem em conta o desenvolvimento da C&T, com atenção ao meio social. (MARTINS, 2015) constatou que a revisão das políticas de C&T discutidas e colocadas em muitos países da União Européia, em relação a política de investimento em Investigação e Desenvolvimento (ID) acarretou em aumento de 1,82% em 2001, para 1,9% em 2008, do produto interno bruto (PIB). Quanto a visão que o cidadão possui em relação às políticas C&T, os dados colhidos pela pesquisa Eurobarometer (EC, 2001) mostram que: dois terços dos europeus se consideram mal informados sobre C&T; o cidadão tem maior interesse pela medicina e ambiente; o cidadão possui uma visão positiva sobre os riscos x benefícios da prática científica; as pessoas de maior nível cultural apontam a necessidade de normas éticas para o trabalho dos cientistas. E por fim, a pesquisa aponta

que a falta de interesse dos jovens para as áreas científicas pode ser explicada pela forma como a Ciência é retratada e devido a sua complexidade. O estudo Eurobarometer (EC) foi repetido em 2010. Dentre os tópicos consultados verifica-se que 91% da população não participa em debates públicos sobre C&T. A população desconhece qual é o investimento em ID, embora aprove o aumento nessas políticas; 75% da população possui uma perspectiva positiva em relação a C&T, no sentido que ela trará mais oportunidades para as futuras gerações.

A respeito da grande ausência de participação em debates públicos sobre C&T o historiador da Ciência HARARI (2018) fez uma análise no contexto mundial, e aponta em seus debates que, atualmente a agenda da população mundial concentra-se em sua própria sobrevivência e muitos não estão pensando sobre os efeitos climáticos em sua vida. Além disso, não passa na imaginação das pessoas, sobre os avanços da C&T. Por exemplo, em questões que vão afetar as suas vidas, num tempo bem próximo e que têm efeitos que jamais a humanidade se deparou na história. Tais efeitos têm relação com as “revoluções gêmeas na tecnologia da informação e na biotecnologia, que pode em breve expulsar bilhões de seres humanos do mercado de trabalho e solapar a liberdade e a igualdade social” (HARARI, 2018, p. 15).

Em termos do Pensamento Latino-Americano em Ciência e Tecnologia e Sociedade (PLACTS), STRIEDER (2012) apresenta resultados de seus estudos no Brasil e Argentina, a respeito das políticas de C&T adotadas nesse continente e nos países subdesenvolvidos. A autora destaca que os estudos do (PLACTS) se caracterizam pela crítica a tentativa de imitar os países do hemisfério norte, quanto às políticas de C&T e o reconhecimento e afirmação da necessidade do desenvolvimento de uma política atrelada à produção de tecnologias. Essas políticas de C&T devem atender aos problemas e necessidades dessas realidades, para superação do histórico de subdesenvolvimento. A autora se apoia nas idéias defendidas pelos estudos críticos de (DAGNINO, 2008 a; HERRERA, 2003).

Segundo (DAGNINO; SILVA; PADOVANNI, 2011), a discussão sobre a relação CTS que deu origem ao pensamento do PLACTS inicia no final dos anos 60, e passa a influenciar a discussão das idéias no currículo da educação em C&T, que surgiram nos anos 70. A configuração do PLACTS caracteriza-se por:

sua gênese, objetivo e desenvolvimento bem distintos daqueles dos países avançados, não tinha o objetivo de influenciar os rumos da C&T mediante a participação pública na ciência, e sim por meio de uma ação direta sobre a elaboração da PCT (DAGNINO; THOMAS; DAVYT, 1996;

VACCAREZZA, 2004 apud DAGNINO, SILVA, PADOVANNI, 2011 p.100).

Outros aspectos importantes do PLACTS são:

contesta a visão de modelo linear segundo o qual toda inovação tecnológica segue um padrão bem definido de descoberta científica e de desenvolvimento de produtos e defende o desenvolvimento de políticas de C&T, centradas na participação social, (STRIEDER *et al.*, 2016, p. 89).

Uma reflexão histórico-crítica feita por (ANGOTTI & AUTH, 2001) mostra um cenário político/econômico no Brasil, em que:

Enquanto nas populações européia e norte-americana eram crescentes as manifestações contra a utilização de “tecnologias poluentes”, em países como o Brasil, ainda pouco atentos a esses problemas, tal preocupação não foi sistemática, a ponto de contrapor a adoção de políticas como a que resultou na paradoxal participação de nosso país na Conferência de Estocolmo. (..) o então ministro do Planejamento manifestou-se favorável à entrada de empresas que gerassem empregos e aumento no PIB, mesmo que estas fossem causadoras de poluição (OLIVEIRA, 1984, p.11 apud ANGOTTI & AUTH, 2001 p.17).

A análise sobre o desenvolvimento da C&T no Brasil de AULER e BAZZO (2001) mostra que esta ocorreu da mesma forma como em muitos dos outros países colonizados, ou seja, sem estar alicerçado em um projeto de nação. A passagem do modelo agro-exportador para a tentativa de industrialização que foi conduzido pela classe burguesa foi incompatível em seus projetos, com a idéia de incorporação e indução do processo de desenvolvimento do sistema científico-tecnológico. Os autores argumentam que o modelo de condução em termos de C&T foi marcado pela não vinculação com objetivos prioritários da Ciência e da Tecnologia, aos interesses e participação social. Dessa forma, esse modelo C&T foi muito diferenciado em relação a dos países centrais que deram origem ao movimento CTS. Os autores acreditam que é provável que tais políticas influenciam na concepção dos professores, que transmitem em seus discursos, uma visão distorcida e linear de Ciência e Tecnologia, como progresso e bem estar social. Não ocorreu a formação de uma cultura de participação da sociedade. Os mecanismos que constroem a cultura de Ciência e Tecnologia dependem da formação adequada e engajamento dos professores no processo. Os problemas de engajamento de professores conforme apontam SANTOS e SCHNETZLER (1997) e AIKENHEAD (2009) é considerado como um dos maiores desafios na abordagem em CTS.

Na percepção de (DAGNINO; SILVA; PADOVANNI, 2011), a educação CTS (ECTS) vem se desenvolvendo em passos lentos. Essa conclusão foi feita com base em

várias análises como por exemplo: o tempo de surgimento e o ritmo lento com que vem ocorrendo a formação de grupos de pesquisa em ECTS em comparação com outras linhas de pesquisa. Para explicar essa lentidão, esses autores discutem sobre os modelos de atuação de pessoas, que estão a favor ou contra a ECTS. O comportamento diferenciado dos adeptos críticos da ECTS tem uma forte base de compreensão CTS, e influenciam nos processos formativos. Mas, representam a minoria entre os grupos que atuam contra, seja de forma consciente ou não. Já o grupo contrário que oprime o grupo da ECTS representa grande parcela de vários setores sociais que estão atrelados às esferas de controle em vários âmbitos, inclusive nos processos de formação de pessoas. Esse grupo influencia e apoia as políticas econômicas de desenvolvimento. Essas não levam em conta a sociedade e trabalham a serviço da manutenção destas políticas. Os autores recomendam uma reflexão e esforços para a formação continuada de professores alicerçados em uma reflexão sobre os problemas da prática de sala de aula, com uma abordagem filosófica e política. Isso favorece o desenvolvimento de concepções e ações críticas, da parcela dos atores que possuem a perspectiva ingênua, para somar ao grupo da ECTS, possibilitando a reformulação do pensamento e ação, que favoreça a atuação significativa e pode mudar o rumo desse quadro, ainda muito forte.

BAZZO (2018) fez uma revisão sobre os resultados e repercussões da introdução de CTS, nos últimos trinta anos, na área do ensino de ciências no Brasil. Ele destaca que houve uma produção efetiva em termos de pesquisa, artigos, fundação e sedimentação de grupos de pesquisas, colóquios, dentre outras ações. Ele mostra o estado de arte dessa linha de pesquisa, e aponta uma necessidade de superar a estagnação da educação científica em todos os níveis de ensino. E ainda, o autor acredita na possibilidade de uma nova postura civilizatória, pautada por uma educação mais aberta, mais autônoma e acima de tudo mais libertadora.

(FREIRE; TALANQUER e AMARAL, 2019) concordam com essa visão humanística, quando se refere ao currículo e prática de ensino de química.

CACHAPUZ (2011) considera que a Ciência e a Tecnologia estão completamente relacionadas. O autor acredita que é possível reequacionar as relações entre tecnociência em uma perspectiva mais humanística, de forma a usá-la para o bem comum, e isso só pode florescer em sociedades abertas e democráticas. O autor discorda de posições anticientíficas, mas, coloca-se atento às suas implicações. Especialmente referindo-se ao papel do professor/pesquisador da Educação em Ciências, o autor sugere que, um exercício filosófico crítico sobre as relações entre

tecnociência, poder e democracia, permite uma melhor compreensão de tais relações e de nossas circunstâncias sociais, de forma que possamos intervir nos problemas que nos afeta. ACEVEDO DIAZ, VÁZQUEZ e MAS (2001a) defendem a mesma posição, no sentido que deve evitar abordagem dos conteúdos CTS que mostrem uma ruptura entre a Ciência e a Tecnologia, para possibilitar a compreensão sobre a Tecnociência. O autor ressalta sobretudo, que ter uma concepção crítica requer analisar o contexto em que ocorre CTS e que houve mudanças ao longo da evolução humana. Os autores chamam a atenção para se evitar construir uma posição anti-científica e anti tecnológica, segundo a qual, essas são os principais causas da deteriorização do meio ambiente e da maioria dos problemas sérios da humanidade. Ou seja, CTS pode ter uma convivência harmônica.

BAZZO (2018) lembra que suas indagações são antigas e persistem no cenário da Educação em Ciências a saber: os resultados da pesquisa estão sendo considerados nas práticas educativas da escola? Estão afetando o currículo e a formação docente? Parece que tais questionamentos são persistentes nos registros de pesquisa em várias linhas da Didática das Ciências. Isso leva a tona, o que por muito tempo é assunto de discussões em pesquisas: as mudanças nas práticas dos professores para uma visão crítica de seu papel na educação, requer que analisem e conduzam o seu ensino, a partir da reflexão e ação fundamentada, a partir de problemas observados em sala de aula. A pesquisa como princípio educativo é tarefa essencial na constituição da profissionalização do professor que usa a prática como uma inovação. Isso foi observado na Educação de forma geral e na Didática das Ciências e foi recomendado por: (FREIRE, 1996) (CACHAPUZ et al., 2005); (CARVALHO e GIL PÉREZ, 1993, 2006); (SCHNETZLER, 1994); (MALDANER, 2000); (GALIAZZI, 2003); etc.

Recentemente, (FREIRE, TALANQUER e AMARAL, 2019) publicaram um artigo, mostrando que a Química da escola tradicional, ainda é principalmente focada em transmitir aos alunos, o conhecimento declarativo construído ao longo dos anos na disciplina. Neste contexto, alcançar mudanças no currículo e nas práticas de ensino continua a ser uma tarefa desafiadora.

STRIEDER et al., (2016) analisaram os documentos oficiais (PCNEM, PCN+, OCNEM) e destacam terem a percepção de que, a orientação para uma discussão na escola sobre essas propostas orientadoras do currículo parece que não atraiu o interesse dos professores. Os professores mantêm o seu trabalho didático-pedagógico, focado em atenção extrema ao tratamento de conteúdos lineares e descontextualizados, longe da realidade dos alunos e sem conexão com outras áreas.

Então, parece que ainda são fortes as indagações feitas por muitos autores e que nessa na linha de pesquisa CTS, conforme a reflexão de (AULER e BAZZO, 2001) são os condicionantes históricos persistentes no pensar dos professores.

Dessa forma, a recomendação na proposta elaborada por (SANTOS e SCHNETZLER, 1997), sobre tais questões, a idéia do novo paradigma continua presente na Educação em Ciências e na Química. Mas, para isso, requer como objetivo central para o ensino CTS na educação básica, o que muitos autores estão defendendo a seguir:

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

SANTOS (2012) destaca a necessidade de desenvolvimento das interações CTS, e possibilidade da educação científica para todos os cidadãos. (STRIEDER e KAWAMURA, 2009) também estão de acordo com essa idéia.

A renovação curricular com a incorporação dos conteúdos CTS, ocorreu na década de 70. Essa foi fruto do movimento mundial que passa a refletir criticamente sobre as questões CTS, as quais foram influenciadas e oriundas dos problemas ambientais e da reflexão crítica sobre a NdC e seu papel na sociedade.

Na perspectiva CTS verifica-se o desenvolvimento de vários estudos e pesquisas, propostas e ações, constituindo-se como uma linha de pesquisa da Didática das Ciências. (SANTOS, 2012) observa que no Brasil a tendência de inovação curricular com a questão da educação científica para a cidadania inicia nos anos 80, mas a linha de pesquisa com produção e pesquisas na área de química surge nos anos 90. A produção dessa linha de pesquisa cresceu muito na primeira década do sec. XXI, conforme discutem os autores (CRISPINO et al., 2013), (STRIEDER e KAWAMURA, 2009), (BAZZO, 2018), dentre outros.

Considerando que existem diferentes tendências na forma de explorar CTS, vários autores acreditam que isso ocorra, devido aos diferentes graus de importância atribuído à Ciência, à Tecnologia ou à Sociedade. Para entender tais aspectos (SANTOS e MORTIMER, 2002) desenvolveram três categorias diferentes a saber: a ênfase dada aos componentes da tríade em diferentes graus: Ciência “C” ou Tecnologia “T” ou

Sociedade “S” e que o Ensino de Ciências nessa perspectiva deve considerar esse equilíbrio para uma proposta crítica.

Através da análise das produções e ações diversas na Educação em Ciências observa-se que existem dificuldades e diversidade de termos, objetivos e até desdobramentos da linha CTS. A seguir será apresentado, alguns aspectos importantes sobre a educação CTS.

1.2 Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e Scientific Literacy tem relação?

A Década da Literacia das Nações Unidas constituída no período de (2003-2012) traz a reflexão sobre a forma e o conceito de literacia, como uma necessidade de promovê-la como um propósito de todas as sociedades. Literacia passa a ter prioridade nas esferas das decisões políticas, ressaltando que tais pressupostos ultrapassam o objetivo da educação formal (MARTINS, 2015). A autora aponta como uma revisão feliz sobre o assunto o trabalho de (HURD, 1997).

HURD (1997) fez uma revisão e observa que a discussão sobre a importância de relacionar C&T no contexto social ganhou relevância e entrou oficialmente no currículo nos Estados Unidos da América (EUA), na década de 50. O autor detecta que a idéia de inserir C&T na escola para relacionar com o cotidiano, a natureza e o social surgiu com o advento da Ciência moderna, pelo pensamento de Francis Bacon em 1620. Depois o autor observa a participação de filósofos como James Wilkinson, membro do Royal College of Surgeons of London, que fez uma palestra especial em 1847 intitulada “Ciência para Todos”. Na década de 1930, nos EUA, a idéia da educação científica para todos os jovens foi retomada, e constituiu-se um comitê para explorar quais seriam as necessidades dos jovens na sociedade democrática dos Estados Unidos. Após seis anos de estudo e debate, o comitê de ciências propôs metas para o Ensino de Ciências. Essas metas para o currículo de Ciências têm relação com os aspectos básicos da vida: (1) vida pessoal; (2) relações pessoais-sociais imediatas; (3) relações sociais-cívicas; e (4) relações econômicas. Assim, ocorreu a inclusão do termo Scientific Literacy, Letramento Científico (LC) no currículo americano nos anos 50 a 60, do século XX, com o objetivo de Ciência para todos os cidadãos. No entanto, HURD (1997) afirma que mesmo que tenha evoluído, em vários momentos, a idéia de estabelecer uma relação de Ensino de Ciências para compreender como a Ciência e a Tecnologia influencia nos processos ambientais e sociais, econômicos, práticos e cívicos, o seu propósito inicial de

Ciência para todos os cidadãos nos EUA seguiu outro rumo. O autor observa que, as pesquisas e os estudos sobre os programas e currículos para o Ensino de Ciências dessa época foram reduzidos. O foco desses currículos consiste no estudo de conceitos, teorias abstratas e o uso do método científico, para a formação de futuros cientistas. Esse modelo curricular americano para a Educação em Ciências, da década de 60 distorceu sua proposta inicial, mas, influenciou mundialmente o Ensino de Ciências em vários países. Os países importaram e aplicaram os projetos desenhados com esses propósitos de estudo de conceitos, teorias abstratas e uso do método científico para a formação de futuros cientistas. Os resultados dessa influência foi 99% de alienação quanto à idéia de formação cidadã e 1% foi direcionado a formação das elites. Para o autor, um fato que parece ter sido responsável pelo reducionismo nas idéias iniciais de Scientific Literacy é a inexistência de registros de pesquisa sobre o assunto. O desenvolvimento dessas idéias com o termo *Scientific Literacy* nos Estados Unidos ganha força na década de 80, a partir do slogan Ciência para Todos os Americanos, com o projeto 2061.

CACHAPUZ et al., (2005), HURD (1997) apontam que o conceito de AC surge na mesma época. A consolidação ocorreu no final da década de 80, conforme adquire o estatuto de slogan alfabetização científica, (AC). Esse slogan continua a ser intensamente utilizado pelos pesquisadores para encaminhamento dos currículos de Ciências, com diferentes direcionamentos visto que, cada pessoa lhe atribui um significado, que pode levar a formação crítica ou não.

HURD (1997) ressalta que a palestra proferida por James Wilkinson, em 1847 com o tema “Ciência para Todos” afirma que a Ciência tem importância para o homem e a natureza na medida que essa possa ser compreensível a sua mente. Além disso, a palestra ressalta que a forma como o cientista relaciona o seu trabalho com o serviço público exclui 99% da população dos possíveis benefícios das descobertas científicas.

CHASSOT (2003) diz que conhecer a Ciência é assunto quase vedado àqueles que não pertencem à comunidade científica. O autor propõe uma reflexão baseando-se nas idéias de Woolgar (1991):

ao tentar abrir aquela caixa preta em que os cientistas – com uma linguagem hermética e esotérica converteram a ciência, mostra que ela não descobre o mundo, mas o quanto é o mundo que a descobre. O mundo é (*existe*) independente da ciência, (CHASSOT, 2003, p.94).

Considerando a importância da AC, CHASSOT (2003, 2006) discute e amplia a sua concepção de (AC) para homens e mulheres como sendo o conjunto de conhecimentos facilitadores de uma leitura crítica do mundo em que vivem, para a

atuação como cidadãos e cidadãos com a compreensão das necessidades de transformá-lo para melhor. O educador reforça que é essencial ocorrer a migração do esoterismo (ciência abstrata) para o exoterismo (ciência inteligível) para dar significação a Ciência e contribuir para a inclusão social. Ele ressalta que é importante vincular propostas de AC com abordagem curricular do movimento CTS que possibilite a interdisciplinaridade.

Da mesma forma, AULER (2011) faz uma referência a Paulo Freire (1987), sobre o tema alfabetizar:

alfabetizar, muito mais do que ler palavras, deve propiciar a “leitura crítica do mundo” e para uma leitura crítica do mundo contemporâneo, para o engajamento e sua transformação torna-se cada vez mais necessária, uma compreensão crítica sobre as interações entre CTS, considerando que a dinâmica social contemporânea está progressivamente condicionada pelos avanços no campo científico-tecnológico (AULER, 2011, p.75-76).

De acordo com a revisão de HURD (1997), o caminho para implementação de propostas significativas, com o slogan *Scientific Literacy* está na incorporação da estrutura do movimento CTS, e que o referido currículo ainda não surgiu, embora isso esteja respaldado nos currículos em todo o mundo.

MARTINS (2015) diz que o termo “literacia científica” no contexto da Educação em Ciências entrou na linguagem de educadores e políticos da educação, como uma parte do discurso oficial internacional, sobretudo, na década de 90, impulsionando projetos de ensino de ciências. A autora percebe:

A necessidade de possuir uma imagem atual da ciência e da sociedade. Para isso, competências de literacia científica implicarão aquisição, análise, síntese, decodificação, avaliação e utilização de saberes de ciência e tecnologia em contextos humanos pessoais e sociais, (MARTINS, 2015, p.40).

Para MARTINS (2015) não é claro, qual é a hierarquia entre os conceitos de literacia científica e compreensão pública da Ciência. Ela aponta que alguns autores como (DeBoer, 2000) os utilizam como sinônimos. A autora identifica que o termo remete a uma compreensão funcional geral da Ciência, que dê sentido ao mundo em que vivemos e isso foge a idéia de ênfase em conceitos e preparo para as carreiras tecno/científicas. Ela faz uma distinção quanto ao aspecto pessoal e social dos conhecimentos presentes, a saber:

Na compreensão pública da ciência reportamo-nos ao nível e diversidade de conhecimentos que nas sociedades democráticas se espera que os cidadãos não especialistas em ciências possam ter para compreenderem a relevância do conhecimento tecno-científico de modo a influenciar decisões político-sociais que os envolvam. Deste modo trata-se de um conceito que remete para

saberes, competências e atitudes da sociedade, no seu todo capaz de condicionarem decisões políticas. Por outro lado a Literacia Científica será o conjunto de saberes e competências que cada indivíduo, consoante o seu papel social, deve ter de modo a contribuir para que a sociedade à qual pertence alcance o nível de compreensão da ciência adequado à intervenção político-social que dela se espera. A literacia científica é, portanto, um conceito que se aplica individualmente com grau variável para cada indivíduo consoante o domínio do conhecimento em causa”, (MARTINS, 2015, p.33).

Quanto ao significado dos termos no Brasil, TEIXEIRA (2013) interpreta a partir do artigo de revisão feito por (SASSERON e CARVALHO, 2011), que os termos Letramento Científico (LC) e Alfabetização Científica (AC) foram traduzidos da literatura inglesa Scientific Literacy com o mesmo significado. O termo expressa a idéia de guiar o planejamento de Ensino de Ciências para a construção de benefícios práticos para as pessoas, a sociedade e o meio ambiente, ou seja, são variações de vocábulos sem diferença de sentidos ou especificidades. Mas, no contexto da linguística, a autora explica que o termo LC e AC são aspectos da língua escrita, são inter-relacionados, mas alfabetizar e letrar tem especificidades diferentes. Assim, AC significa identificar códigos e leitura. Litteracy, do latim littera quer dizer letra e cy sufixo indica estado ou condição que assume aquele que aprende a ler e a escrever ou ter competência da leitura, (SOARES, 1998, p.17). Na revisão de (LAUGKSCH, 2000 apud TEIXEIRA, 2013), o significado de *litteracy* mudou ao longo do tempo, passando do significado de leitura sem qualidade para uma competência de ler. Os termos literacy e illiteracy na literatura inglesa; alphabétisme e analphabétisme em francês e alfabetizado e analfabetizado em português, nomeiam as pessoas que tem competência e não tem competência de ler.

De acordo com (SOARES, 2008 apud TEIXEIRA, 2013), no fim anos 70, por sugestão da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, (UNESCO) designou o termo alfabetizado como a competência do uso da leitura e da escrita efetiva em contextos diversos. Em 2010, para a UNESCO, alfabetizar significa:

(..) capacidade de identificar, compreender, interpretar, criar, comunicar, calcular e utilizar materiais impressos e escritos relacionados com contextos variados. Alfabetização exige um contínuo de aprendizagens que capacita os indivíduos a alcançarem seus objetivos, desenvolver os seus conhecimentos e potencial e participar plenamente na sua comunidade e sociedade em geral (UNESCO 2010, p.297 apud TEIXEIRA, 2013).

Na análise de (SANTOS, 2012) existe uma confluência entre letramento científico (LC) e o movimento de CTS, no sentido da formação para a cidadania. Mas, a diferença entre os conceitos tem relação com o contexto de surgimento desses estudos.

O termo CTS surgiu pela crítica do modelo de desenvolvimento científico e tecnológico e o LC surgiu por pressões sociais pelas mais diferentes razões, desde as econômicas até as práticas. No Brasil, a tradução de *Scientific Literacy* (LC) e Alfabetização Científica (AC) são traduzidas por (AC) e visam o objetivo de formação para a cidadania.

Ainda sobre da origem do movimento CTS, HUNSCHE, DALMOLIN, ROSO, SANTOS e AULER (2009) e AULER (2011) destacam que o motivo do surgimento do movimento CTS século XX, em diversos países da América do Norte e Europa ocorreu devido à percepção por parcela da população, de que o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico não estava sendo conduzido linearmente e automaticamente, ao desenvolvimento do bem estar social e isso refletiu no campo educacional.

HUNSCHE, DALMOLIN, ROSO, SANTOS e AULER (2009) ressaltam que CTS entrou no contexto escolar com uma idéia consensual entre os educadores em Ciências, com a meta da educação científica, a partir de problemas amplos e a necessidade de educação política para a ação, em uma abordagem interdisciplinar.

SASSERON e CARVALHO (2011) discorreram sobre ACT no âmbito internacional e nacional e destacaram alguns estudos: a) (CACHAPUZ, 2005), b) (LEMKE e JIMÉNEZ-ALEIXANDRE 2004), c) (ANGOTTI et al., 2007), d) (AULER e DELIZOICOV, 2001), e) apresentaram a proposta do seu grupo sobre a AC para a Educação em Ciências, orientando para a relação CTS. As propostas, em síntese são:

- a) CACHAPUZ (2005) mostra que a Alfabetização Multidimensional leva a uma convergência de idéias com outros autores como, (Aikenhead, 1985) que se traduzem em uso da Natureza da Ciência (NOS), Natureza da Tecnologia (NOT), ênfase em CTSA, para favorecer a participação na tomada fundamentada de decisão e apreciação global da C&T como empreendimento da cultura e mostrar como a História da Ciência (HC) a NOS e a NOT influem na vida.
- b) LEMKE e JIMÉNEZ-ALEIXANDRE (2004) desenvolveram um modelo de ACT em uma perspectiva de racionalidade crítica versus a racionalidade instrumental, a partir de problemas reais, em que se buscam as soluções e a prevenção e medidas, cujas metas visem o futuro sustentável do planeta.
- c) ANGOTTI et al., (2007) destacam que a AC no currículo leva a percepção da Ciência como parte integrante da cultura. Isso implica em diminuir a visão desconectada entre C&T e a cultura da população em geral, pois usar Tecnologia

não implica necessariamente estabelecer relação do técnico, com aspectos de Ciência e Tecnologia como cultura.

- d) AULER e DELIZOICOV (2001) enfatizam a possibilidade e importância da aliança entre AC e CTS, visão humanista de Freire, que explica a necessidade de abordagem em que haja um equilíbrio entre as dimensões ‘C’ ‘T’ ‘S’, no sentido de favorecer a participação cidadã. Para isso, enfatizam a necessidade de investir na Formação de Professores (FP), para desfazer os mitos ainda muito presentes em suas concepções, tais como: i) a crença na “superioridade do modelo de decisões tecnocráticas”; ii) a “perspectiva salvacionista da “CT”; iii) “determinismo tecnológico”,

AULER e DELIZOICOV (2001) sugerem para melhorar a formação de professores:

- Compreender interações C&T – currículo: problemas CTS;
 - E para o currículo – uso de Temas ou Unidades Didáticas, com ênfase no procedimento de participação para prevenção de problemas C&T.
- e) A proposta de SASSERON e CARVALHO (2011) compõem-se de três eixos estruturadores para o Ensino de Ciências na perspectiva de AC, a saber: 1º Eixo: Compreender e aplicar: termos, conhecimentos científicos no dia-a-dia, 2º Eixo: compreensão da NOS, relações com fatores éticos e políticos que circundam sua prática, visão de Ciência dinâmica, procedimentos de investigação, mostrando o caráter humano e social inerentes a pesquisa. 3º Eixo: relacionar o estudo com CTS. Esse aspecto é essencial, quando se almeja um futuro sustentável para a sociedade e para o planeta.

SASSERON e CARVALHO (2011) sugerem uma proposta para todos os níveis escolares o Ensino de Ciências. Para tanto, o desenvolvimento de: problemas atividades e discussões instigantes, argumentação entre aluno/professor, uso de experimentos investigativos para o exercício da NOS, e relação com contextos mais amplos: questão da sustentabilidade.

Na perspectiva de delimitar e potencializar ações para o contexto brasileiro na educação CTS, a partir de uma análise retrospectiva de trabalhos publicados sobre intervenções curriculares efetivadas, os autores a seguir propõem:

Um balizamento teórico metodológico alicerçado em três eixos: 1) configurações curriculares mediante a abordagem de temas de relevância social, de problemas abertos; 2) Interdisciplinaridade, considerando a complexidade do problemas/temas e 3) Democratização dos processos de tomada de decisão em termos envolvendo Ciência-Tecnologia, (HUNSCHE et al 2009, p.3).

SANTOS (2007) defende ACT, como uma educação científica tecnológica crítica. Essa idéia foi denominada por (AULER e DELIZOICOV, 2001) como perspectiva ampliada. Esses autores consideram que a ACT pode ser vista em duas perspectivas: a reducionista e a ampliada, a saber:

A reducionista, em nossa análise, desconsidera a existência de construções subjacentes à produção do conhecimento científico-tecnológico, tal como aquela que leva a uma concepção de neutralidade da Ciência Tecnologia. Relacionamos a esta compreensão de neutralidade os denominados mitos: superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, perspectiva salvacionista da Ciência-Tecnologia e o determinismo tecnológico. A perspectiva ampliada (...) busca a compreensão das interações entre Ciência-Tecnologia- Sociedade (CTS), associando o ensino de conceitos à problematização desses mitos, (AULER e DELIZOICOV, 2001, p.105 apud SANTOS, 2007, p.7).

CACHAPUZ et al., (2005) revisaram pesquisas de investigação que constatarem o fracasso e recusa do estudante ao estudo de Ciências. Os autores sugerem uma proposta de reorientação da educação científica inclusiva, de forma a promover a AC como uma exigência urgente a todos. Os pesquisadores pautam-se em: na declaração da UNESCO, e na Conferência Mundial sobre a Ciência para o Século XXI. Nessas fontes, o conteúdo ressalta a necessidade para resolver problemas concretos e satisfazer as necessidades básicas da sociedade ao participar na tomada de decisões, relativa à aplicação dos novos conhecimentos. Para conseguir tal objetivo exige o estudo atento, particularmente, quanto aos obstáculos que tem sido constatados pela investigação na Didática das Ciências. CACHAPUZ et al., (2005) destacam a visão multidimensional sobre AC, com base nas idéias propostas por Bybee (anos 90):

estende-se mais além do vocabulário, dos esquemas conceituais e dos métodos procedimentais, para incluir outras dimensões da ciência: devemos ajudar os estudantes a desenvolver perspectivas da ciência e da tecnologia que incluam a história das ideias científicas, a natureza da ciência e da tecnologia e o papel de ambas na vida pessoal e social, (CACHAPUZ et al 2005, p.23).

O movimento CTS foi resultado de ações de diferentes segmentos sociais, devido as consequências dos efeitos prejudiciais produzidos pela Ciência e a Tecnologia no meio sócio ambiental. O propósito do movimento CTS é a participação da população nas decisões que envolveram C&T. Esse movimento é importante porque institucionaliza políticas sobre C&T em várias instâncias, e mostra-se apropriado e disseminado com resultados eficazes na reconfiguração curricular para a educação científica, com o propósito de formação para a cidadania. Mas, com a intensificação e

mudanças nas relações entre C&T, vinculadas ao sistema capitalista de produção de bens de consumo, e que se impõe sobre todos os demais sistemas da sociedade de uma forma sutil, observa-se que esses aspectos remodelam os propósitos da educação científica. Isso inicia com a substituição do slogan CTS por outros slogans, como por exemplo: Ciência como compreensão Pública, Ciência para todos. Esses, ao serem assumidos sem um resgate das memórias sobre o sentido da educação CTS, pode como analisa CACHAPUZ et al., (2005) dar margem a diferentes interpretações sobre o significado de ACT. Além disso, isso pode recair em propostas reducionistas que não contemplam as relações CTS, que foi construída como uma proposta crítica de inclusão de todos os cidadãos e não apenas uma elite. Portanto, é importante que na Educação em Ciências nessa linha de pesquisa, resgate os estudos, projetos e materiais inovadores e seja adaptado para cada realidade. É necessário que se mantenha como propósito central o desenvolvimento da capacidade de tomar decisões, frente a questões que envolvem C&T, de modo a construir uma sociedade em que os valores se pautem na responsabilidade social, atrelado ao desenvolvimento de valores vinculados a respeito ao próximo e ao meio ambiente. No Brasil, cresce os estudos nessa linha, com perspectivas de atender ao contexto nacional. Mas, como analisa (MILARÉ, RICHETTI e ALVES FILHO, 2009) são muitas as discussões sobre os objetivos e o caminho para a promoção da AC é longo, e são poucos os trabalhos que estudam as relações entre os conhecimentos científicos e os aspectos da vida de um cidadão.

No próximo item será apresentado os principais aspectos do referencial de (SANTOS e SCHNETZLER, 1997) utilizados como referência principal nessa tese, os quais correspondem a discussão atual. A produção dos autores surgiu da pesquisa que relaciona a produção CTS internacionais com a proposição de educadores químicos representativos do Brasil, ainda muito atuantes, sobre o que significa e recomendam sobre Educação Química para formar o cidadão, no contexto brasileiro.

1.3 CTS e Educação Química: contribuição para a formação da cidadania no contexto brasileiro, a proposta de (SANTOS e SCHNETZLER, 1997)

A proposta de orientação elaborada por (SANTOS e SCHNETZLER, 1997) ressalta a possibilidade de transformação da escola como um espaço em que se pode recuperar a sua função social, e de formar cidadãos. O propósito nesse referencial visa a romper com um ensino defasado de química, considerado inútil, conforme afirma

(CHASSOT, 1995) tendo em vista o ensino comprometido com a (re) construção de uma nova sociedade. A proposta se apoia em duas fontes, a saber: a proposição dos educadores atuantes na educação química com representatividade no Brasil (ainda muito engajados na Educação em Química e em Ciências), sobre como entendem e configuram propostas para a implementação do ensino com características para formar o cidadão,- e a revisão da literatura de educação sobre Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS) a partir da análise dos projetos de ensino de química e ciências, como um movimento mundial, julgando que ela pode contribuir significativamente para mudanças pedagógicas da sala de aula.

O movimento mundial de ensino de CTS surgiu na década de setenta, do Século XX e sob influência do movimento social decorrente das consequências do impacto da (C&T) na sociedade moderna. Vários países reorganizaram seus currículos de Ciências a partir desses pressupostos. Os autores acreditam que, como foi explícito no relatório do Projeto Síntese, década de 80, essa difusão manifesta uma preocupação central com os aspectos sociais relativos às aplicações da C&T, que vincula diretamente a formação da cidadania, a saber: “O Ensino de Ciências deve apresentar informações que preparem os cidadãos para tratar responsavelmente as questões sociais relativas à Ciência”.

Uma segunda justificativa está presente nos estudos de (LÓPEZ CEREZO, 1999). O autor destaca que CTS foi fruto das novas tendências da pesquisa empírica em Filosofia e Sociologia da Ciência, e do aumento da sensibilidade social e institucional à necessidade de regulação pública da mudança científica e tecnológica. Isso mostra porque é essencial compreender o fenômeno C&T no contexto social, quanto aos seus condicionantes sociais e às suas consequências sociais e ambientais.

O reconhecimento da importância dessas dimensões está retratado por evidências como: nas conferências específicas sobre CTS; a inclusão CTS nos currículos; o desenvolvimento de pesquisas e a elaboração, difusão e avaliação de propostas curriculares; nos periódicos internacionais artigos com vasta referência a essa literatura, pautado em pesquisas, sobretudo com o objetivo de captar a concepção de alunos e do público em geral sobre as interações entre CTS, que constataram em ambas concepções não adequadas dos aspectos fundamentais da Ciência e da Tecnologia que fazem parte do dia a dia. Essas contribuições consolidaram a importância do ensino CTS para a química cidadã, com a orientação na elaboração didática para a composição e desenvolvimento de propostas.

1) Princípios filosóficos do referencial de (SANTOS e SCHNETZLER, 1997)

A partir de problematização, os autores definiram como princípios filosóficos nesse referencial questões: o que significa e o que seria o ensino de química para formar o cidadão e a sua implementação seria viável no contexto nacional? As propostas da literatura internacional sobre CTS são viáveis e compatíveis ao contexto nacional?

Para responder tais perguntas, eles elegeram como dimensão o conceito de cidadania. Este conceito está atrelado à participação nas funções judiciais e nas funções públicas em geral, implicando em direitos e deveres. A participação é uma conquista pessoal, que leva a autopromoção. Nessa perspectiva visa uma educação com ideal democrático, para inspirar o modelo educativo.

Educar para a cidadania é preparar o indivíduo para participar de uma sociedade democrática, por meio da garantia de seus direitos e do compromisso de seus deveres. Um dos meios de formação da cidadania pode ser auxiliado por educação crítica, que está implicado em uma educação que propicie mecanismos na participação do aluno, na percepção e atuação com a situação real atual de conflito de interesse de classe, (idéia de Arroyo, 1988).

A educação deve incorporar nesse processo, uma concepção de ensino em que o aluno deve ser ativo no processo de desenvolvimento, e essa deve estar atrelada a cultura do aluno, para dar significação ao ensino. A contextualização significa, “a vinculação do ensino com a vida do aluno, bem como as suas potencialidades (DEMO, 1988)”. A vinculação do ensino a cultura deve partir das idéias dos alunos e oferecer as condições para que se criem soluções para os problemas apresentados. Isso possibilita desenvolver o que CANIVEZ (1991) chama de cidadania ativa, a qual significa a participação nas decisões da cidade, com a faculdade de julgar e utilizar dois tipos de juízos: o crítico e o político. No primeiro, os critérios já estão estabelecidos. O aluno deve saber seus direitos e deveres e distinguir os casos em que se aplicam. O segundo refere-se ao julgamento para a tomada de decisão que se destinam a resolver problemas. Usam outros critérios que são construídos pela discussão da pluralidade de idéias no debate coletivo. Isso implica o conhecimento de informações básicas. Nesse julgamento vê-se que envolvem ajustar os interesses particulares aos gerais.

Na sociedade como na escola, o desenvolvimento da faculdade de julgamento ocorre a partir de avaliação de problemas e o debate é uma boa estratégia que permite valorizar as diferentes soluções propostas pelos alunos. CANIVEZ (1991) ressalta que a informação de diferentes fontes sobre o problema desempenha um papel decisivo para

perceber quais são os desafios e soluções possíveis e favorece o desenvolvimento da capacidade crítica de julgar. O exercício de participar na aula melhora a conscientização dos alunos quanto aos seus deveres na sociedade, de forma que, eles assumam a postura de comprometimento, com a busca conjunta de solução para os problemas existentes.

Isso leva a superar esse modelo de sociedade contraditória, devido ao seu processo histórico de colonização e como destaca (SANTOS & SCHNETZLER, 1997) enfrentar um dilema moral, que emerge de uma situação que é vivida de modo singular pela pessoa, exigindo uma resposta nova e única. Isto cria a necessidade da pessoa ficar sensível e seguir sua própria tendência, para representar uma resposta específica (..), (BICUDO 1982, p.39 apud SANTOS & SCHNETZLER, 1997).

Tal educação permite ao cidadão tomar decisões frente a dilemas morais, que necessitam de respostas que sejam morais. Acima de tudo, é necessário demonstrar as contradições de nosso capitalismo, ou do modelo neoliberal que nos é imposto. Enfim, é preciso problematizar de modo que ajude o aluno compreender, que a sociedade marcada pelo consumismo tem nos afastado do coletivo, e isso nos torna massa de manobra de interesses econômicos, sobretudo, pela manipulação dos meios de comunicação de massa.

A formação para a cidadania depende em desenvolver valores de solidariedade, de fraternidade, de consciência do compromisso social, de reciprocidade, de respeito ao próximo e de generosidade, (SANTOS & SCHNETZLER, 1997).

Para efetivar a participação comunitária do cidadão é necessário que ele disponha de informações, dentre as quais, de conhecimentos químicos vinculados aos problemas sociais que afetam a sociedade, e exigem posição e busca de soluções.

Com o avanço tecnológico da sociedade aumenta a dependência com relação a química. Essa dependência abrange desde o uso de diário de produtos químicos, até as inúmeras influências e impactos no desenvolvimento dos países, nos problemas gerais relacionados à qualidade de vida das pessoas, nos efeitos ambientais das aplicações tecnológicas e nas decisões solicitadas aos indivíduos, quanto ao emprego de tais tecnologias. Nesse sentido, é necessário que os cidadãos conheçam como usar as substâncias no seu dia a dia e formar posição crítica aos seus efeitos negativos e investimento nessa área, para buscar soluções para os problemas sociais, que podem ser resolvidos com a ajuda do seu desenvolvimento. Isso requer conforme a reflexão de NIWBOLD (1987, p. 185): reconhecer que a “química é a chave para a maior parte das grandes preocupações, das quais depende o futuro da humanidade seja na energia,

poluição, recursos naturais, saúde ou população”. O conhecer deve considerar a sua relevância para o bem estar humano, sem ignorar os aspectos negativos associados aos progressos baseados na química, de forma a tomar decisões que envolvem a química.

Conforme (CHASSOT 1990, 1995) um ensino de química necessário a formação do cidadão requer a ressignificação dos conteúdos, pela contextualização. Assim, o ensino de química no ensino médio, não pode ser ensinado como um fim em si mesmo.

2) Revisão das pesquisas e projetos CTS internacionais:

Os autores citam o pensamento de (HURD, 1990) mostrando que o propósito de modernizar a Educação em Ciências é o caminho para o desenvolvimento e sugere aos países do terceiro mundo, que reconheçam a necessidade de conhecimento de Ciências e Tecnologia, para atingir o desenvolvimento, como em vários países. Nos países no hemisfério norte, a partir dos anos 80, a ampla literatura da Educação em Ciências mostra que o foco da discussão sobre educação para formação da cidadania consiste em melhorar a educação científica, os temas sobre a educação científica, questões relativas à política em C&T e o processo democrático e o papel da educação científica no desenvolvimento dos países. Este referencial cresceu com o desenvolvimento desses pontos, os quais sempre refletiram nas produções sobre o ensino CTS, e demonstram a necessidade de formação científica do cidadão (SOLOMAN e AIKENHEAD, 1994).

Na revisão de (SANTOS & SCHNETZLER, 1997) encontraram como objetivo central em muitos dos artigos CTS dessa época, a formação de cidadãos críticos para tomar decisões conscientes sobre o seu papel na sociedade, como indivíduo capaz de provocar mudanças sociais, na busca de melhor qualidade de vida para todos.

O ensino de CTS está vinculado à educação científica do cidadão. HOFSTEIN et al., (1988) propôs uma caracterização para esses cursos, ver as Figuras 1, 2 (Anexo 1).

Em síntese nas Figuras 1 e 2, CTS significa o ensino do conteúdo de Ciência no contexto autêntico do seu meio tecnológico e social. Os estudantes tendem a integrar a sua compreensão pessoal do mundo natural (conteúdo da Ciência) com o mundo construído pelo homem (Tecnologia) e o seu mundo social do dia a dia (Sociedade). Essas inter-relações de CTS são sugeridas pelas setas da Figura 1. As setas contínuas representam o aluno fazendo o uso lógico do conteúdo da Ciência. As setas pontilhadas representam as conexões feitas pelos materiais de ensino de CTS, os quais fornecem o conteúdo de Ciência, neste contexto integrativo. (HOFSTEIN et al., 1988, p.358), tradução (SANTOS & SCHNETZLER, 1997).

A Figura 2 apresenta uma estrutura característica para os cursos CTS, os quais possibilitam temas diversos, com a maior ou menor inclusão de conteúdos específicos de Química. A seta da Figura 2 indica a sequência adotada em muitos cursos e projetos. Em síntese, explica-se: 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; 6) Esta estrutura curricular se assemelha à sequência de etapas identificadas por (AIKENHEAD, 1990). Está presente nos projetos : a) CHEMCOM (os conteúdos são selecionados a partir dos assuntos de interesse dos alunos (WARE et al., 1986); b) no projeto holandês de física, PLON (abordagem geral parte de fenômenos sociais e tecnológicos para os conceitos físicos, e vice-versa (KORTLAND, 1990).

ROBY (1981) considera que os cursos CTS levam ao desenvolvimento de conhecimentos que propiciam a participar da sociedade moderna, no sentido de busca de alternativas de aplicações da C&T, com a visão de bem estar social. O que se busca é a integração harmônica do desenvolvimento tecnocientífico com o meio ambiente e com as necessidades vitais da humanidade, diante o impacto atual da Tecnologia.

SOLOMON (1988) aborda a tríade CTS separadamente. O autor considera que deve mostrar a Ciência como provisória e as incertezas das teorias científicas propicia aceitar a possibilidade de avaliação de duas ou mais alternativas em questão. Outro ponto é considerar que a Tecnologia deve ser ensinada como aplicação das diferentes formas de conhecimento, para atender às necessidades sociais. Isso facilita a compreensão das pressões das inovações tecnológicas na sociedade e a caracterização da Tecnologia como um processo de produção social e possibilita reconhecer a dependência da sociedade para com os produtos tecnológicos gerados. O tratamento sobre a dimensão sociedade deve levar o aluno perceber o poder de influência que eles têm como cidadãos; estimular a participação democrática pela emissão de suas opiniões e aprender como a sociedade pode atuar no poder legislativo. Sugere a reflexão sobre os problemas relacionados à sociedade.

Os cursos CTS diferenciam-se fundamentalmente do ensino clássico quanto a organização conceitual, pois enfatizam os temas sociais, desenvolvimento de atitudes de julgamento e por uma concepção de Ciência voltada para o interesse social, com finalidade de compreender as implicações sociais do conhecimento científico e na abordagem interdisciplinar. Esse conjunto leva o que BARRENTINE (1986) enquadra

CTS como ensino através da Ciência, no qual se refere-se à preparação de cidadãos, a partir do conhecimento mais amplo da Ciência e de suas implicações para com a vida do indivíduo. Já o ensino clássico é caracterizado pela organização curricular centrado no conteúdo específico de Ciências, com uma concepção de ciência universal, que possui valor por si mesmo e não pelas suas aplicações sociais. Já o ensino para a Ciência refere-se à formação do especialista em Ciência, com o conhecimento científico geral necessário para a sua atuação profissional. Destaca-se como os seus principais aspectos, o estudo da natureza CTS e de suas inter-relações: compreensão da interdependência sob uma perspectiva social.

Existe uma variedade de propostas CTS. Estas são classificadas pelo foco central, tem relação com a importância que se dá a tríade CTS e suas inter-relações. Conforme destacam (SANTOS & SCHNETZLER, 1997) cursos CTS são as propostas que exploram tais inter-relações para a formação do cidadão e, sobretudo os que enfocam os aspectos sociais da C&T de forma efetiva e não só como motivação.

O objetivo mais frequente é o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão (SOLOMON e AIKENHEAD, 1994). Visa à solução de problemas da vida real que envolve aspectos sociais, tecnológicos, econômicos e políticos. Consiste no preparo ativo na sociedade democrática. (ZOLLER, 1982) afirma que esse objetivo é significativo em termos de: a) facilitar decisões sensíveis e razoáveis em um mundo conflitante; b) fazer com que a sociedade atue de modo produtivo em todos os níveis, com um mínimo de atrito social; c) melhorar a perspectiva da sobrevivência, tanto da pessoa, quanto da sociedade; d) auxiliar as pessoas a compreenderem, estimarem e avaliarem todas as decisões, (ZOLLER, 1982, p.12).

Para (HEIKKINEN, 1987), o objetivo explicita as diferenças que existem entre a solução de um problema escolar e a tomada de decisão frente a problemas da vida real, as quais são apresentados no quadro 5, (SANTOS & SCHNETZLER, 1997, 2003)

Quadro 5: Comparação entre um problema escolar e a tomada de decisão frente a problemas da vida real	
Solução de problema escolar.	A tomada de decisão de problemas da vida real.
1. Definição completa do problema	1. Definição imperfeita do problema
2. Resultado do esperado.	2. Alternativas múltiplas.
3. Foco disciplinar	3. Multidisciplinar
4. Certo/errado	4. Custos/benefícios.
5. Julgamento imediato	5. Julgamento posterior.
6. Conhecimento dirigido	6. Conhecido construído.
7. Algoritmos	7. Descoberta

As diferenças no quadro 5 explicam-se pela objetivação presente na solução de problema acadêmico e pela subjetivação presente na solução de problemas da vida real. No primeiro tipo de solução basta a informação e para o segundo é necessário o julgamento de valor.

Um segundo objetivo (propósito) dos cursos CTS refere-se à compreensão da natureza da ciência e do seu papel na sociedade. Isso implica a necessidade de adquirir conhecimentos básicos sobre Filosofia e História da Ciência para compreender as potencialidades e limitações da Ciência. Esse objetivo foi realçado com base em resultados de pesquisas. Estas demonstraram que os alunos e o público em geral possuem uma falsa concepção da natureza e das limitações da Ciência, bem como do seu papel na sociedade, (AIKENHEAD, 1987, 1988; FLEMING, 1986b; LEDERMAN e O'MALLER, 1990; MILLAR e WYNNE, 1988).

Esses dois objetivos básicos são encontrados nos artigos que especificam os propósitos gerais e específicos dos cursos de CTS que enfatizam a consolidação da cidadania como:

- Preparar o indivíduo para agir de modo inteligente em uma sociedade do futuro.
- Formar um cidadão capaz e disposto a ser um agente de mudanças social [...]
- Ajudar o aluno a desenvolver a adaptabilidade e a flexibilidade.
- Preparar os estudantes para a filiação e participação nos sistemas políticos e sócio econômicos.
- Desenvolver a capacidade do aluno em efetuar avaliação tecnológica, [...]
- Formar uma pessoa que tome decisão, que avalie o papel das decisões humanas na determinação da sobrevivência e da vida da sociedade futura;
- Desenvolver habilidades de resolver problemas complexos da vida real.
- Aumentar o conhecimento dos estudantes em relação ao meio ambiente e desenvolver autonomia, aplicar o que sabem em situações não familiares.
- Desenvolver a capacidade de distinção para decidir que informação e conhecimento são relevantes para resolver criticamente algum problema específico, no campo sócio tecnológico.
- Capacitar os estudantes a compreenderem o poder e a fragilidade de alguma teoria com respeito a sua capacidade de explicar e prever [...]

- Incentivar os estudantes a perguntarem, contestarem proposições e pesquisarem criticamente fatos “conhecidos”, verdades “bem estabelecidas” e valores “aceitos universalmente”.
- Ajudar o estudante de áreas não científicas a gostar do seu curso de C&T (..) interessante e estimuladora, relevante e esteja de pleno acordo com seus interesses, necessidades e aspirações.

Os projetos de ensino de química elaborados segundo a abordagem CTS visam esses dois objetivos fundamentais, conforme os exemplos a, b e c:

a) Projeto americano, CEPUP, Programa de Ensino de Química para o Entendimento Público: visa desenvolver uma maior conscientização, conhecimento e interpretação dos produtos químicos e como eles interagem nas nossas vidas, pois é essencial que: as pessoas aprendam a fazer questões pertinentes e a obter evidências para usá-las como fundamento para a tomada de decisão; compreendam os limites associados às evidências científicas e compreendam a natureza da investigação científica a fim de participarem da formulação de políticas efetivas relacionadas à química, (THIER e HILL, 1988, p.429).

b) Projeto de Química da Escola de Ciência da Academia Australiana, (BAYLISS e WATTS, 1980), indicam os seguintes objetivos gerais: Incentivar a aprendizagem da química apresentada como um ramo do conhecimento digno de estudo, como parte de uma preparação para a vida; levar os estudantes a compreenderem o papel da Ciência Química na sociedade em que vivem e sua importância na localização da devida perspectiva do conflito atual entre Tecnologia e o limite da preservação. Além disso, levar os estudantes a compreenderem aspectos econômicos que influenciam o desenvolvimento das indústrias e o uso de processos e materiais alternativos. Outro ponto destacado no item b é: capacitar os estudantes a compreenderem que a química não representa apenas materialismo, ou seja, ela é produto do trabalho e imaginação de muitos homens e que a história da descoberta e do pensamento da química está intimamente ligada à história social da humanidade; levar os estudantes a compreenderem a relação da química com outros ramos da ciência natural, e o seu lugar como uma base científica para a tecnologia; incentivar o uso da abordagem experimental para a solução de problemas; de modo a desenvolver o reconhecimento da necessidade de possuir evidência antes de fazer julgamentos e aceitar evidências contrárias as crenças estabelecidas; dar aos estudantes a idéia de que, além dos fatos e leis da química existentes, há áreas de dúvidas, onde os cientistas podem divergir

quanto às questões de interpretação e, portanto, realçar que a Química é uma ciência viva e ainda detentora de um desenvolvimento rápido e apresentar o desafio de problemas insolúveis àqueles que seguirão os estudos no nível de terceiro grau.

c) O projeto americano CHEMCOM, Química na Comunidade, têm como objetivos:

Ajudar os alunos a perceberem o papel importante que a química desempenha na vida pessoal e profissional, e compreender como o conhecimento de certo número de princípios da química pode ajudá-los a; i) compreender muitos dos problemas relacionados com a Tecnologia presente em vários espaços sociais e (ii) contribuir para soluções destes problemas à medida que vão se tornando cidadãos na nossa “tecnocracia participativa”, (WARE et al., 1986, p.18).

O objetivo central ensino CTS é com a formação para a cidadania, ou a capacidade de tomada de decisão por meio de uma abordagem que inter-relacione CTS: significa a Ciência é um processo social, histórico e não dogmático.

AIKENHEAD (1990) fez uma síntese de conteúdos usados em cursos CTS a partir de vários trabalhos, a saber: interação entre CTS; Processos tecnológicos; temas sociais relativos à C&T; aspectos filosóficos e históricos da Ciência; aspectos sociais de interesse da comunidade científica; Inter-relação entre os aspectos enumerados. Trata-se de aspectos correlacionados da CTS. Isso implica na inclusão do tratamento de temas sociais ou a abordagem CTS deve explicitar os conteúdos descritos. Todos recomendam a inclusão dos temas sociais, pois estes evidenciam as inter-relações dos aspectos da CTS e criam as condições para o desenvolvimento de atitudes de tomada de decisão dos alunos. Dentre os temas sociais mais abordados em cursos de CTS, presentes na Conferência Internacional sobre “Ciência e Educação Tecnológica e as Futuras Necessidades Humanas” realizada em 1985, de acordo como (Towse, 1986) são:

1. Saúde; 2. Alimentação e Agricultura; 3. Recursos Energéticos; 4. Terra, Água e Recursos Minerais; 5. Indústria e Tecnologia; 6. Ambiente; 7. Transferência de Informação e Tecnologia; 8. Ética e responsabilidade Social, 9. Recursos Minerais e Recursos Hídricos.

SANTOS & SCHNETZLER (1997) analisaram Projeto de Química da Escola de Ciência da Academia Australiana, (item b anterior) e detectaram os objetivos quanto ao conteúdo específico de química. Esses também estão presentes no projeto CHEMCOM, a saber: conhecer a linguagem e os fundamentos da ciência química, para que desenvolvam interesse e compreensão das propriedades e estrutura da matéria e das mudanças que ocorrem nas reações químicas; bagagem de conhecimento conceitual e

teórico da ciência química, a qual correlaciona às reações, propriedades e estruturas estudadas; incentivar o estudo de dados factuais, que continuarão a ser significantes durante a vida do estudante.

Assim, estudar os processos químicos que estão relacionados às fontes e seus desenvolvimentos (com referência, quando for o caso, para as indústrias locais) e estudar as propriedades e usos de substâncias, tanto naturais quanto manufaturadas, que formam o ambiente dos estudantes; realizar cálculos químicos simples, tais como: composição dos materiais, estequiometria, volumes dos gases, concentrações de soluções, pH e intercâmbio de energia com o ambiente; relacionar estes cálculos aos processos industriais, à produção de custos de energia; desenvolver, por meio de trabalho experimental, processos de habilidades específicas, tais como a capacidade de realizar observações, mensurações, classificações, registros e comunicações, sínteses e tabulações, montagem de gráficos, conclusões, ponderações e predições científicas e treinar os estudantes para manusear materiais químicos, considerando-os como parte de seu ambiente, bem como identificar e tomar cuidado com aqueles que são perigosos, (BAYLISS e WATS, 1980, p.33). Segundo (WARE et al., 1986, p.18), o CHEMCOM baseia-se no pressuposto de que o interesse dos alunos por certos problemas sociais que envolvem a química é anterior ao interesse pela própria química. A organização do currículo, portanto, depende da definição da química que os alunos precisam conhecer para compreenderem assuntos sociais específicos. Em outras palavras, a química a ensinar é muito mais determinada pela seleção dos assuntos do que o contrário.

Essa sequência está presente no projeto holandês de física, PLON. Esse parte da abordagem de fenômenos sociais e tecnológicos. Após introduz os conceitos físicos, que é articulado aos fenômenos iniciais, para melhor compreensão. Dessa forma, a abordagem geral parte da sociedade para a física e vice-versa (KORTLAND, 1990).

LOWE (1985) apresentou três tipos de abordagem de temas CTS. A primeira consiste em ensinar uma área da Ciência com aspectos relevantes que sejam compreendidos como próprios de CTS. Um exemplo: efeito da teoria de Darwin sobre a religião – com o componente CTS – impacto da Ciência sobre a sociedade. A segunda abordagem é introduzir uma explicação tecnológica a fim de introduzir a matéria que leve aos conceitos científicos, antes de, finalmente, discutir algumas questões mais amplas ou aplicações simultâneas do mesmo princípio. Exemplo: como se podem cozinhar os alimentos? (nesse exemplo pode associar aos assuntos: i)tema o fogo; (ii)como conteúdo subjacente de Ciência, combustão, combustíveis, floresta, gás; (iii)

como aplicações, consumo de produtos, avaliação dos combustíveis, manejo de ecossistema, recursos naturais. Enfim, a terceira abordagem sugerida pelo autor, parte de um problema central, a partir do qual surgem os conceitos da Ciência necessários para se atacar o problema. Exemplo: a partir da questão das necessidades da sociedade industrial, surge o tema alimentos, entre outros. Desses, vários princípios científicos que podem ser estudados por um tema como nutrição: gorduras, proteínas (..) e as questões mais amplas, como dieta balanceada, desnutrição, etc. Essa envolve a mudança mais fundamental da utilização de CTS como princípio organizador do ensino.”

A estrutura de alguns projetos curriculares de química é também ilustrativa para a abordagem dos temas sociais. O projeto CHEMCOM tem relação com os conceitos das ciências sociais. É composto de unidades que tratam de problemas tecnológicos relacionados com química. Nessa abordagem apresenta-se o problema da unidade e, depois, fornece informações necessárias para sua análise. E, no final o aluno deve buscar formular soluções para o referido problema. As informações partem de relacionamento entre notícias das mídias, experiências, teorias da química e atividades de tomada de decisão. Nessa perspectiva, os conceitos básicos da química são introduzidos, elaborados ou usados durante a discussão dos temas tecnológicos da unidade. Essa organização permite que a sequência das unidades permita variações desde que, não afete a compreensão dos temas, a partir dos conceitos já explorados antes. Neste modelo faz-se conexão com os conceitos das ciências sociais.

A abordagem de temas químicos sociais está presente também no projeto Químico em Ação, na Universidade de York, Inglaterra. Em cada uma das suas unidades é apresentado um problema social relacionado com a Química e, em seguida, o aluno recebe informações básicas necessárias para a compreensão de tal problema, sendo então desenvolvidas atividades de tomada de decisão, em que os alunos têm de se posicionar diante da problemática envolvida, com opiniões fundamentadas no conhecimento químico apresentado (EDWARDS, 1987).

O projeto CEPUP é organizado da mesma forma. É dividido em unidades compostas por temas sociais (...) desenvolvem-se os conceitos fundamentais, propiciam uma visão geral da química, (THIER e HILL, 1988).

Finalmente, o projeto SATIS, CTS evidencia um aspecto de cursos CTS, na flexibilidade que o professor possui na seleção dos temas sociais a serem estudados. O SATIS é uma fonte de materiais composto de cem unidades, que abordam grandes tópicos de Ciências, por meio da exploração de temas sociais e de aplicações

tecnológicas importantes. É flexível, pois permite adaptação. Destas, vinte e cinco unidades são constituídas por temas químicos (HUNT, 1988; PHILLIPS e HUNT, 1992). Nas unidades são sempre apresentadas sugestões e estratégias de ensino voltadas para a cidadania, planejadas para serem desenvolvidas em associação com um programa de Ciências. A estrutura geral das unidades SATIS contém quatro componentes básicos (PHILLIPS e HUNT, 1992): introdução com notas de orientação e, em seguida, é apresentado um guia de estudo que contém sugestões de atividades para os alunos. Após essas duas partes seguem as páginas informativas, as quais introduzem novas idéias relativas às aplicações em Ciência e Tecnologia. As informações são dispostas por meio de artigos de jornal, tabelas de dados, diagramas e espectros. Com o auxílio de informações, os alunos têm de expor argumentos coerentes, na forma de: cartas, artigos, palestra ou pôster, referentes ao tema em questão. No final da unidade, ocorre avaliação com subsídios e questões para serem usadas na avaliação do tema.

Das considerações apresentadas depreende-se que os cursos de CTS estão centrados em temas de relevância social, cuja abordagem procura explicitar as interfaces entre a CTS e desenvolver no aluno habilidades básicas para sua participação na sociedade democrática. A sequência ideal parece ser esquematizada por (AIKENHEAD, 1990), na qual se parte dos temas sociais para os conceitos científicos e vice versa. Evidentemente, uma abordagem dessa natureza possui um forte componente interdisciplinar (HEIKKINEN, 1987; HUNT, 1988; McCONNELL, 1982; McFADDEN, 1991), pois, ao focar aspectos sociais, necessariamente serão envolvidos conceitos e explicações das demais áreas das Ciências Naturais, bem como das Ciências Sociais (história, geografia, economia etc.), as quais, fazem parte também dos cursos acima descritos.

Ao sintetizarem as discussões do 4º Simpósio Internacional sobre Tendências Mundiais em Ciência e Educação Tecnológicas, (HOFSTEIN et al., 1988) apontam como estratégias de Ensino de CTS:

Elas vão além das práticas atuais de palestras, demonstrações, sessões de questionamentos, solução de problemas e experimento de laboratório. (..) inclui jogos de simulação e desempenho de papéis, fóruns e debates, projetos individuais e de grupo, redação de cartas para as autoridades, pesquisa no campo do trabalho, (..) a mudança nas estratégias muda o papel do professor para o de administrador de classe (gerenciar o tempo, os recursos humanos e o ambiente emocional da classe, (HOFSTEIN et al., 1988, p. 362). Tais orientações condensam as principais sugestões encontradas na

revisão da literatura sobre as estratégias de ensino usualmente usada nos cursos CTS, (Solomon, 1993). Pode-se complementá-las, com visitas e indústrias (PHILLIPS e HUNT, 1992); uso de microcomputadores, audiovisuais, como slides, filmes, kits, jogos e videoteipes (ASHMAN, 1985), (SANTOS & SCHNETZLER, 1997).

É evidente que essas sugestões são coerentes com os objetivos propostos nos cursos de CTS, pois contribuem para que os alunos desenvolvam atitudes de tomada de decisão. Esse processo é facilitado com a introdução de um tema por meio de um problema, estudos de conceitos científicos, tecnológicos e sociais, a discussão das diversas alternativas possíveis, solução pelos alunos. Sugere-se também construir alternativas para resolução de problemas, a qual se baseia na avaliação de custos e benefícios e nos valores do sujeito.

As estratégias de ensino CTS presentes pressupõem e implicam a participação ativa dos alunos mediada pela ação docente, com base em uma concepção construtivista para o processo ensino-aprendizagem, caracterizado pela construção e reconstrução de conhecimentos pelos alunos (CARY, 1984; DRIVER e OLDHAM, 1986; EIJKELHOF e LIJNSE, 1988; HARLEN, 1989; KORTLAND, 1990 e McFADDEN, 1991).

Quanto a avaliação, nessa linha de pesquisa CTS, THOMAS (1985) aponta três dificuldades inerentes ao processo de avaliação escolar no ensino de CTS, a saber: quanto à natureza do comportamento a ser avaliado, aos problemas de mensuração e à transferência de situações reais para o contexto acadêmico. A primeira tem relação com a complexidade à combinação de fatores do domínio afetivo com os de domínio cognitivo. Uma vez que o comportamento frente a aspectos de CTS implica também a adoção pelo aluno de um sistema de valores. Quanto aos problemas de mensuração, destaca o caráter subjetivo das opiniões emitidas pelo aluno, a respeito dos tópicos do ensino em questão. No terceiro aspecto discute a dificuldade da elaboração de questões sobre situações concretas do cotidiano, para que o aluno faça a devida interpretação. Isso porque a simplificação do problema e das informações reduz a margem de considerações por parte do aluno. Por sua vez, YAGER e McCORMACK (1989) propõem áreas de domínio do ensino de Ciências que incluem aspectos relevantes para avaliação em cursos de CTS: conhecimento e compreensão (domínio da informação); exploração e descoberta (domínio do processo da Ciência); imaginação e criação (domínio da criatividade); sensibilização e valorização (domínio de opiniões); uso e aplicação, (domínio de aplicações e conexões). Desses domínios, eles destacaram que os programas de CTS iniciam e enfatizam o domínio de aplicações da Ciência e da

Tecnologia à sociedade e de suas inter-relações. Assim, a estudo dessas aplicações e inter-relações diferenciam os cursos de CTS dos demais.

As recomendações para implementação de cursos de CTS, segundo (AIKENHEAD 1990, e HOFSTEINS et al., 1988) dentre outros pesquisadores tendo em vista as produções das pesquisas constataram pontos positivos desse ensino, evidenciando o seu sucesso. Os resultados indicaram que o ensino de CTS pode contribuir muito para a formação da cidadania. Assim, há necessidade de medidas para continuar o processo de sua implementação, pois ressaltam que o empecilho e a dificuldade principal na implementação de um curso de CTS é sem dúvida o professor de Ciências. Portanto, a implementação dessa perspectiva depende de uma formação inicial e continuada que contemple CTS. Os autores recomendam na Formação de Professores de Química, a natureza interdisciplinar para cursos CTS, e para isso destaca, a seguir:

Os conceitos das ciências sociais são também apresentados, para que os alunos (e o professor) possam avançar do mais simples para o mais complicado. Contudo, o CHEMCOM não é um curso de química que pretenda tratar os assuntos sob o ponto de vista da química, por um lado, e das ciências sociais, por outro. É um curso de química que deve ser pensado por professores de química, revisto por professores de química e reconsiderado por professores de química, (WARE et al., 1986, p.21).

Outra recomendação na literatura refere-se à elaboração de materiais de ensino, a qual também se vincula à formação de professores: Independente dos materiais que serão planejados, os professores é que terão de interpretá-los e aplicá-los. Dessa forma, a atividade de desenvolver os materiais deve passar de mão em mão, através de debates entre professores acerca das questões e assuntos envolvidos, modos de tratá-los, para se ter um compartilhamento de experiências concretas, bem como cursos e treinamentos mais formais, (GASKELL, 1982). Outras sugestões para a implementação de cursos de CTS referem-se ao desenvolvimento de pesquisas sobre projetos curriculares, determinação de conteúdos, elaboração de estratégias de ensino e estabelecimento de procedimentos de avaliação (BYBEE e MAU, 1986; ZOLLER et al., 1991b).

3) Elementos Curriculares de Propostas de Ensino de Química para Formar o Cidadão

SANTOS & SCHNETZLER (1997) entrevistaram doze educadores químicos brasileiros que contribuíram com as suas sugestões sobre, o que eles compreendem e recomendam como essenciais para o Ensino de Química para a formação da cidadania. Após, eles fizeram uma relação com discussão sobre CTS e elaboraram essa proposta.

Quanto aos objetivos, os educadores químicos brasileiros entrevistados consideram que o educar para a cidadania é educar para a democracia, ou seja é preparar o indivíduo para participar em uma sociedade democrática, sabendo lidar com os produtos tecnológicos produzidos por ela mesma e posicionando-se frente às implicações decorrentes de tais tecnologias. Para seu exercício é necessário saber fazer o julgamento crítico (assentados no conhecimento da lei fatos químicos, fatos sociais), e o julgamento político (discussão pública). Este ensino precisa ser centrado na inter-relação de componentes básicos integrados: a informação química e o contexto social.

O objetivo central nessa perspectiva requer compreender o uso das informações químicas básicas para a sua participação efetiva na sociedade tecnológica em que vive. Isso significa o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão, o que implica em ter informações básicas em Ciência, no campo social e em áreas afins à problemática em estudo, bem como desenvolver a capacidade de julgar, sabendo avaliar os custos e benefícios, envolvendo as informações científicas e tecnológicas, e os valores.

Essa caracterização do ensino evidencia que o conhecimento químico promova uma concepção de Ciência que explicita seu papel social, o que significa a sua contextualização sócio-histórica. Tal concepção está inclusa em outro objetivo importante do ensino em questão, o de compreender a Ciência como uma atividade humana, resultante de um processo de construção social. Esse objetivo desmistifica a visão de neutralidade científica e da sua infalibilidade em que apenas os cientistas resolvem os problemas gerais da humanidade. A informação e a desmistificação dessa visão vai levar o cidadão a ter um papel ativo na sociedade.

Na Tabela 1 os educadores químicos brasileiros enfatizaram os objetivos para propostas de ensino de química com fim de formar para a cidadania, desenvolver as habilidades básicas: participação e julgamento. Isso implica adquirir conhecimento mínimo de química, diferente do ensino atual que não tem um fim em si mesmo.

Tabela 1: Objetivos de propostas de ensino de química para a formação do cidadão:

Nº	Proposições	%
1	Desenvolver a capacidade de participar, de tomar decisão criticamente.	92
2	Compreender os processos químicos relacionados com a vida cotidiana.	83
3	Avaliar as implicações sociais decorrentes das aplicações tecnológicas da química.	75
4	Formar o cidadão em geral e não o especialista.	75
5	Compreender a natureza do processo de construção do conhecimento científico.	75
6	Compreender a realidade social em que está inserido para que possa transformá-la.	581

Em termos gerais, as informações químicas são: manuseio e utilização de substâncias; o consumo de produtos industrializados; a segurança do trabalhador; os efeitos da química no meio ambiente; a interpretação de informações químicas veiculadas na mídia; a avaliação de programas de C&T e a compreensão do papel da Química e da Ciência na sociedade.

Quanto ao conteúdo os educadores químicos brasileiros ressaltam que dois componentes essenciais: a informação química e os aspectos sociais. Exige uma abordagem integrada, o que implica necessariamente a adoção de temas sociais. Exemplos de temas sociais: química ambiental, química dos metais, etc.

Os temas sociais objetivam a contextualização do conteúdo e permitem o desenvolvimento de habilidades como à tomada de decisão. Dessa forma, eles contribuem para explicitar o papel social da química, as suas aplicações e implicações e demonstram como o cidadão pode aplicar o conhecimento na sua vida diária.

A abordagem de temas permitem enfocar as contradições sociais que a revolução química provoca em nossa sociedade, conforme se discute com os alunos, quem são os verdadeiros beneficiários da riqueza produzida, a exploração exercida pelos grupos dominantes, as consequências ambientais do desenvolvimento tecnológico, a exclusão da maioria da população dos benefícios gerados. O estudo dos direitos do consumidor bem informado é de responsabilidade, sobretudo, do professor de química.

É possível desenvolver, também, valores de solidariedade e de compromisso social, conscientizando os alunos a escolha de produtos tecnológicos adequados. Pode-se desenvolver a atitude de renúncia ao conforto pessoal de tecnologias que põem em risco o interesse da coletividade ou a preservação do meio ambiente, influenciando na melhoria de sua qualidade de vida, quer selecionando o que e como consumir, quer reivindicando medidas que melhorem as condições ambientais. Enfim, pode-se mostrar que o conhecimento químico precisa ser de domínio público, todos conseguem compreender informações técnicas básicas que o auxiliem a manipular aparelhos, bem

como compreender as consequências da utilização da tecnologia química. Os temas químicos sociais possibilitam ensinar os conceitos químicos necessários para ser capaz de julgar, compreendendo, sobretudo a responsabilidade social que tem como cidadão. É preciso compreender que o conhecimento da natureza das substâncias permite o controle e o uso racional dos produtos químicos. Situar tais informações no contexto social é conscientizar o cidadão da responsabilidade que tem ao usar produtos químicos para a sua higiene, para o seu conforto e para a sua segurança. Se isso não ocorrer sob essa perspectiva, muito pouco vai contribuir para a formação do cidadão.

O ensino para formar o cidadão participativo inclui necessariamente um núcleo comum de conceitos químicos, ou seja, um mínimo de informações inter-relacionados aos componentes tecnológicos e sociais e compreensão CTS. Tais conteúdos necessariamente implicam que o ensino tenha um caráter interdisciplinar, pois, para se evidenciar as inter-relações entre esses aspectos, devem-se considerar os fatores sociais, econômicos e históricos. Recomendam uso de temas sociais relacionados a problemas locais da comunidade, pois facilita a contextualização do problema, envolve melhor o aluno para buscar a solução. Por outro lado, o tema local tem o aspecto negativo de não ampliar o leque de conhecimento do aluno, além de ter um caráter de perpetuação da situação cotidiana da comunidade em que o aluno está inserido.

As tabelas 2, 3, 4 e 5 representam proposições dos educadores químicos sobre o conteúdo programático. A tabela 2 apresenta elementos curriculares e considerações gerais. As Tabelas 3 e 4 sugestões de temas químicos sociais e os tópicos químicos fundamentais. Na Tabela 2, relativo aos objetivos destaca-se desenvolver as habilidades básicas: participação e julgamento uso de um conhecimento mínimo de química, que rompa com o ensino como um fim em si mesmo.

Tabela 2: objetivos de propostas de ensino de química para a formação do cidadão:

Nº	Proposições	%
1	Desenvolver a capacidade de participar, de tomar decisão criticamente.	92
2	Compreender os processos químicos relacionados com a vida cotidiana.	83
3	Avaliar as implicações sociais decorrentes das aplicações tecnológicas da química.	75
4	Formar o cidadão em geral e não o especialista.	75
5	Compreender a natureza do processo de construção do conhecimento científico.	75
6	Compreender a realidade social em que está inserido para que possa transformá-la.	581

Tabela 3 – Considerações gerais sobre o conteúdo programático (itens a à h):

Nº	Proposições	%
1	Inclusão de temas químicos sociais.	100
2	Ensino de linguagem química simplificada.	92
3	Ensino de cálculos químicos sem tratamento algébrico excessivo.	92
4	Ênfase à concepção de ciência como processo sócio histórico em construção	92
5	Realização de experimentos químicos simples.	92
6	Estabelecimento de um núcleo conceitual mínimo de tópicos químicos fundamentais.	83
7	Abordagem de aspectos microscópicos do conteúdo químico, por meio de modelo simples.	83
8	Abordagem de aspectos macroscópicos do conteúdo químico.	75
9	Ênfase à concepção do que seja Química e seu papel social.	67
10	Não padronização de conteúdos programáticos	58

a) Conteúdo químico

Todos recomendam conter um núcleo comum mínimo de tópicos químicos fundamentais, não implicando uma padronização. Entre os exemplos sugerem os assuntos que afetam diretamente a sociedade, recursos energéticos, a poluição ambiental, água, minerais, etc.

b) Temas químicos sociais

Os temas químicos sociais: propiciam a contextualização do conteúdo químico com o cotidiano do aluno e facilita o desenvolvimento da participação com a capacidade da tomada de decisão. Os autores sugerem na sua abordagem a discussão em torno dos conceitos químicos e que uma organização conceitual no seu estudo, de forma a respeitar os pré-requisitos. Além disso, enfatizam que o tratamento dos temas químicos deva ser de integração entre conceitos químicos e discussão sobre aspectos sociais.

c) A linguagem deve ser simplificada e permitir interpretar o significado correspondente da simbologia química, forte nas mídias. Os cálculos químicos são fundamentais para a compreensão da fenomenologia química, bem como para a solução de problemas práticos do cotidiano. Esse deve receber um tratamento significativo, por uma compreensão qualitativa dos fenômenos em questão.

d) Papel social da Ciência

Enfatizaram a importância de elaborar uma concepção de Ciência como atividade humana em construção. Sugerem aspectos históricos do conhecimento químico. Destacaram a importância da compreensão do significado dos modelos científicos, e a compreensão do conceito de química e sua função social.

e) Experimentação: Justificaram a sua importância em função do seu papel investigativo e pedagógico de auxiliar o aluno na compreensão dos fenômenos

químicos, e não de formar cientistas. Ênfase em experimentos adequados as condições da escola;

f) Abordagem do conteúdo e articulação entre os níveis macroscópico (fenomenológico) e microscópico (teórico conceitual; atômico- molecular do conhecimento químico para a compreensão da estreita relação entre eles). Ênfase na abordagem do nível macroscópico pelo estudo de modelos simplificados, e pela problematização anterior de aspectos macroscópicos das propriedades dos materiais e de suas transformações; Para JOHNSTONE (1982) explica que o nível macroscópico caracteriza-se pela visualização concreta ou pelo manuseio de materiais ou substâncias e de suas transformações, bem como pela descrição, análise ou determinação de suas propriedades, enquanto o nível microscópico caracteriza-se por uma natureza atômico-molecular, isto é, envolvendo explicações baseadas em conceitos abstratos, como átomo, molécula, íon etc., para racionalizar, entender e prever o comportamento das substâncias e de suas transformações. Na abordagem tradicional, o sentido desses níveis é invertido. Há problemas nos livros didáticos tradicionais de química, sem articulação entre os níveis via problematizações. Geralmente, inicia-se com o estudo do átomo, sem uma abordagem prévia dos aspectos macroscópicos das substâncias e suas propriedades físicas. Enfatiza-se a sua natureza elementar. Portanto, é essencial quanto ao estudo das substâncias, enfatizar os aspectos macroscópicos, pela caracterização de suas propriedades, para atingir o estudo dos seus atributos microscópicos. E, no estudo de sua constituição, não deveria ser destacado o modelo orbital;

g) Extensão do conteúdo: O importante é ter significação social para o aluno. Sugerem partir de idéias gerais que lhes dêem um contexto, e que deve abordar o essencial para o cidadão, sem ser: conteudista, cumprir todos os tópicos superficialmente ou muito aprofundados.

h) Tópicos químicos fundamentais: são mais adequados do que listas.

A Tabela 4 verifica-se que os tópicos químicos fundamentais para o cidadão são: estudo das substâncias, de suas propriedades, da constituição e transformações químicas. Isso é essencial para os estudos de: materiais e suas transformações.

Tabela 4 – Tópicos químicos fundamentais		
Nº	Categorias	%
1	Propriedades das substâncias e dos materiais.	100
2	Constituição da matéria.	92
3	Transformações químicas.	92
4	Aspectos cinéticos das transformações químicas.	75

Continuação: Tabela 4 – Tópicos químicos fundamentais		
5	Aspectos energéticos das transformações químicas.	75
6	Química do carbono.	75
7	Aspectos quantitativos das transformações químicas.	67
8	Aspectos dinâmicos das transformações químicas.	58
9	Soluções.	50
10	Ligações químicas.	50
11	Funções químicas inorgânicas.	42
12	Energia nuclear e radioatividade.	33
13	Classificação periódica dos elementos químicos.	25
14	Estudo dos gases.	8

O conceito de transformações químicas foi considerado fundamental de forma a relacioná-la com outros conceitos e princípios, pois envolve energia, ocorre num determinado tempo em uma determinada proposição. O conceito de transformação se devem estudar algumas coisas vinculadas que são importantes, assim como as noções quantitativas, os aspectos qualitativos, as propriedades das substâncias.

Diferente do ensino atual, que abordam os tópicos químicos de maneira isolada, sem vínculo com os assuntos anteriores e por uma divisão clássica em Química Geral, Físico Química e Química Orgânica, no conteúdo sugerido, a estrutura organizacional do conteúdo programático propõe estudar conceitos básicos, sempre vinculados ao conceito central de transformação química.

Quanto aos procedimentos de ensino apontou-se que as melhores estratégias de ensino são aquelas que desenvolvam a participação ou a capacidade de tomada de decisão em atividades como: discussão estruturada, fóruns e debates, desempenho de papéis, estudo de caso, análise de dados, leitura de textos, projetos, experimentações, pesquisas de campo e ações comunitárias. Essas propiciam ao aluno compreender problemas locais, levando em conta vários fatores envolvidos (econômicos, ambientais, sociais, políticos, etc.).

É fundamental também, que a discussão dos temas químicos sociais envolvam diversos aspectos, incluindo os valores éticos. Orienta-se desenvolver atividades de discussão que levem os alunos a decidirem sobre a conveniência da continuidade de uma situação como: do programa nuclear brasileiro, sobre formas de controle da chuva ácida, etc, de forma que pudessem levantar os possíveis custos e benefícios da tecnologia química em discussão. Isso vai envolver conhecimentos relativos à legislação e aos fatores econômicos, sociais, políticos, culturais, ambientais e éticos. Outra dimensão metodológica são os princípios construtivistas, visto que formam a base de

desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão, pois o cidadão participará efetivamente da sociedade à medida que for capacitado a construir proposições visando à solução de problemas e, ao mesmo tempo, tenha uma participação ativa, condições essas que são centrais na concepção construtivista de ensino.

Os autores sugerem que o desenvolvimento de habilidades são facilitadas pelas estratégias de ensino muito bem estruturadas e organizadas. Estas devem levar em conta os conhecimentos prévios dos alunos, que pode ser feito com a contextualização dos temas sociais, a qual se solicita a opinião dos alunos a respeito do problema, antes de o mesmo ser discutido do ponto de vista da química. Dessa forma, uma vez que se devem buscar soluções genuínas para a sua problemática e que as soluções dos problemas reais não possuem respostas prontas e acabadas, percebe-se que uma construção de pensamento é fundamental no desenvolvimento da capacidade de decisão. Todos esses princípios metodológicos caracterizam o objetivo central do ensino de química para formar o cidadão participativo, e evidencia a necessidade de um adequado tratamento do conteúdo, para que alcance os objetivos propostos para o ensino.

i) **O Ensino de Química Atual e a Formação da Cidadania**

O ensino atual não tem atendido ao objetivo de formar o cidadão, desde a postura passiva dos alunos e a avaliação. Isso implica mudanças conforme a discussão:

Tabela 5 – Considerações a respeito do ensino atual de química e a formação da cidadania		
Nº	Categorias	%
1	O ensino atual não tem atendido ao objetivo da formação da cidadania.	92
2	O tratamento dos conteúdos programáticos não tem sido adequado para propiciar aprendizagem significativa.	92
3	O conteúdo programático do ensino atual não está adequado para a formação da cidadania.	83
4	Os professores não tem tido uma postura comprometida com a formação da cidadania.	50

Os educadores enfatizam que o ensino de química atual, não atende nem aos objetivos da formação a cidadania, nem a outros. Sua estruturação é tal que a maioria dos entrevistados afirmaram que ele não serve para nada.

3) Ensino de Química para a Cidadania: um novo Paradigma Educacional

A partir das considerações filosóficas em torno do conceito de cidadania e das suas relações com a educação e da concepção construtivista do processo de ensino-aprendizagem e da caracterização central (SANTOS & SCHNETZLER 1997)

sintetizam em cinco grandes tópicos orientadores de propostas de ensino de química, as quais tenham como objetivo básico a formação para a cidadania, a saber:

1) O objetivo central, do desenvolvimento de habilidades básicas da cidadania: da capacidade de participação e de tomada de decisão, com uso de debates e pela problematização de situações em que o aluno tenha de propor soluções para um problema da vida real;

2) O conteúdo será de caráter interdisciplinar, englobando conhecimentos relativos:

a) aos conceitos fundamentais da química, que são essenciais na compreensão de qualquer fenômeno químico, os quais estão vinculados ao objeto de estudo da química – propriedades e transformações químicas de substâncias e materiais e atributos dessas transformações;

b) a natureza do conhecimento científico, no qual se incluem discussões sobre a História e Filosofia da Ciência, para que o aluno a conceba como uma atividade humana, socialmente contextualizada e em contínuo processo de construção;

c) à Tecnologia, que inclui a compreensão de processos básicos de produção tecnológica e de fatores sociais, econômicos e ambientais vinculados a tal produção;

d) aos aspectos sociais, o que implica compreensão da dinâmica de funcionamento da sociedade, dos conflitos de interesse inerentes a sua forma de organização, o conhecimento dos princípios da legislação, dos mecanismos de participação dos indivíduos na sociedade e do seu poder de pressão junto a governantes e empresários;

e) à ética e à moral, para que o aluno possa emitir mais adequadamente seus julgamentos.

3) A abordagem do conteúdo requer a sua contextualização social, o que implica a inclusão de temas sociais no programa, relacionados a problemas vinculados a Ciência e à Tecnologia, a fim de que se possibilite a compreensão do caráter social do ensino e se propiciem condições para o desenvolvimento das atitudes relacionadas à cidadania;

4) Os procedimentos metodológicos se enquadram em uma perspectiva construtivista de ensino-aprendizagem, o que significa levar em conta os interesses e os conhecimentos prévios dos alunos e que o processo de ensino seja desenvolvido de forma a possibilitar que o aluno construa e reconstrua o conhecimento.

5) O planejamento e o desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem pressupõe ser assumido pelo professor, que tem o papel central na decisão sobre a seleção e organização do conteúdo, estratégias, atividades, materiais de ensino e avaliação.

Das condições para Implementação do Ensino de Química para Formar o Cidadão:

Conforme o resultado da pesquisa de (SANTOS & SCHNETZLER, 1997), tais condições se resumem em elaboração de materiais de ensino e na formação continuada de professores. Para a produção de material de ensino, é necessário ter várias fontes alternativas e apontam que quase inexistem no Brasil tais materiais. Os autores sugerem analisar e adaptar os materiais da literatura internacional ao contexto brasileiro.

Os autores reforçam a necessidade de readaptação dos materiais internacionais, pois, nesses países industrializados, o padrão de vida da população é bastante elevado. Existe um contraste visível entre eles, sendo que eles se preocupam com a qualidade de vida e no contexto brasileiro a preocupação de grande parte da população é com a própria sobrevivência, e essa realidade deve ser revista. Além disso, mesmo que se relacionem a problemas globais como, por exemplo, poluição ambiental etc., recomenda-se que o foco na abordagem de temas, a organização conceitual deve atender ao nosso contexto.

Outro ponto importante a considerar na questão do contexto onde os projetos foram desenvolvidos é que, nesses países o público em geral, tem acesso a várias fontes de informação, com as quais a população pode tomar decisão, e possui ainda mecanismos de consulta popular para avaliar e influir nas decisões em Ciência e Tecnologia. No Brasil, essas condições ainda são incipientes dadas à situação em que se encontra a população em termos de pobreza política, de não participação popular nas decisões do país (Demo, 1988). Portanto, as propostas de CTS, ao trabalharem aspectos tecnológicos específicos e ao desenvolverem atitudes de participação popular por meio de mecanismos que ainda não existem no Brasil, estão descontextualizadas de sua realidade. Para o contexto nacional há condições básicas anteriores, que ainda precisam ser superadas, como por exemplo, o acesso às informações e a organização de mecanismos populares que efetivem a participação dos cidadãos.

Estudar na escola aspectos tecnológicos e procedimentos de reivindicação popular que não são usados pelo cidadão brasileiro é educar para uma falsa cidadania, pois, o aluno pouco poderá fazer com o conhecimento obtido. Tal conteúdo poderá trazer consequências contrárias ao que se espera, à medida que pode desenvolver um modelo de desenvolvimento alienígena, que não é adequado a realidade do país e falsear a realidade, criando no aluno um modelo de sociedade democrática que não condiz com a sua realidade e na qual vai participar como futuro cidadão. Os autores sugerem trabalhar no sentido de desencadeamento de processo histórico em busca de sua

efetivação, ou seja, buscar meios de compatibilizar o real com o ideal em construção. Enfim, esse ensino necessita de uma reflexão mais aprofundada sobre o contexto.

Do Ensino de Química para Formar o Cidadão - Novo Paradigma Educacional.

Na década de 90, estava registrado em todos os resultados de pesquisa o que muitos educadores afirmaram como (CHASSOT, 1995), ou seja que o ensino de química brasileiro foi considerado como inútil, ou a serviço da dominação. O ensino da época, ou seja nos moldes tradicionais, está longe de formar o cidadão até mesmo para prosseguir no ensino superior, ou seja, não tem a menor utilidade. Todos recomendaram o ensino de química para formar o cidadão de forma a recuperar a função básica do ensino médio de química. A proposta de ensino elaborada pelos autores têm características bastante distintas do ensino que mantém essa inutilidade. Os autores concluíram que o ensino para a cidadania se configura como um novo paradigma educacional, e, portanto vai exigir uma completa reestruturação do ensino com características tradicionais. Isso requer propor novos conteúdos, metodologias, organização do processo de ensino-aprendizagem e métodos de avaliação. Esse ensino é um novo paradigma na medida em que mostra uma grande resistência para mudança de paradigma. Como afirmou (KUHN, 1989):

Na ciência, (...) a novidade somente emerge com dificuldade (dificuldade que se manifesta através de uma resistência) contra um pano de fundo fornecido pelas expectativas. Inicialmente experimentamos somente o que é habitual e previsto, mesmo em circunstâncias nas quais mais tarde se observará uma anomalia, (KUHN 1989, p.90-91, apud SANTOS & SCHNETZLER, 1997).

Por motivos diversos, é frequente a vigência do modelo tradicional de ensino com a justificativa de que ele o ensino médio tem o objetivo de preparação para prosseguir nos estudos, e para isso exige a ênfase em conteúdos tradicionais. Mas, como diz Cachapuz os educadores não concordam com essa ênfase. Portanto, evidencia a mudança paradigmática. Dessa forma, a proposição de ensino de química para formar o cidadão vem gerar uma nova visão educacional, a qual também auxiliará na (re) construção de um novo mundo. Toda a história da humanidade, da sua evolução científica e tecnológica, tem mostrado que não basta apenas o conhecimento técnico específico para que se possa construir um novo modelo de vida social. A continuidade da prática de atrocidades contra a vida humana em guerras é uma evidência do paradoxo do desenvolvimento humano que ainda insiste em utilizar o conhecimento científico como meio de impor a sua tirania e promover a destruição para atender ao seu orgulho de manter a dominação sobre o seu semelhante. O agravamento dos problemas

ambientais demonstra também, a face sombria que reside no espírito humano, da ambição e do egoísmo de cada vez obter mais para si, independente das consequências daí provenientes.

Enquanto nos limitarmos a uma educação científica pura e neutra, desvinculada dos aspectos sociais, a nossa contribuição será muito pouca para reverter o atual quadro da sociedade moderna. Essa educação alienante e defeituosa têm até mesmo reforçado o sistema de dominação humana. Tais considerações trazem à conclusão de que a educação para a cidadania é também uma educação da consciência humana para os seus valores éticos e morais. Valores que precisam ser fundamentados no princípio do respeito à vida e no princípio da igualdade, para que sejam garantidos os direitos fundamentais do Homem, ao mesmo tempo em que haja o dever do seu compromisso com a nova sociedade. Daí, a necessidade dos professores de química trabalhar a química a serviço do Homem e não da dominação imposta pelos sistemas econômicos e políticos, com a conscientização de relacionar os conceitos químicos fundamentais para a nossa existência, com os aspectos éticos, morais, sociais, econômicos e ambientais.

A pesquisa elaborada por SANTOS & SCHNETZLER (1997) que culminou nesse referencial para o ensino de Química, foi fruto da confluência entre pesquisas, materiais didáticos e projetos internacionais da linha CTS internacional relacionadas com as propostas dos educadores químicos representativos brasileiros tendo como eixo a problematização de como deve ser o ensino de Química para a formação da cidadania. Essa proposta mostra que tais reflexões, ainda hoje faz parte do debate, na discussão, nos estudos, nas pesquisas e propostas atualizadas, na revisão, que ganhou força na Didática das Ciências no Brasil, e consolidaram muitos grupos de pesquisa com propostas inovadoras. No entanto, como vimos no referencial teórico todos os autores apontam muitos desafios na Educação Química e na Educação em Ciências para formar o cidadão. Dessa forma, a discussão sobre a compreensão CTS, a implementação de proposta e revisão curricular bem como, a proposição de materiais didáticos inovadores que levem em conta o equilíbrio entre as três siglas “C” “T” e “S” são necessárias.

Portanto, tendo em vista o referencial teórico discutido, a seguir será apresentado a metodologia, bem como, as atividades elaboradas na tese, nessa perspectiva.

CAPITULO 2.0 Metodologia da Pesquisa

Do ponto de vista do procedimento metodológico, esta pesquisa se caracteriza como uma experiência de Pesquisa Ação ou Investigação na Ação na formação de alunos da educação básica, pela aplicação de uma sequência de atividades como, educar pela pesquisa, adaptadas a um contexto de problema real. Tem a pretensão de relacionar dois aspectos essenciais: a pesquisa na formação do aluno e o estudo do processo-resultados com base nos referenciais da Didática das Ciências. Segundo (CARVALHO e GIL-PÉREZ, 1993, p.61), a ação/pesquisa centrada diretamente nos problemas da classe e com participação do professor, remonta aos anos 1940 (Kurt Lewin, 1946; Corey, 1953). Consiste na análise, evidência e conceptualização sobre problemas, planejamento de programas de ação, execução, avaliação, novas evidências e repetição do processo em forma de espiral. Esse processo visa criar as condições para que os sujeitos se comprometam “com a aprendizagem e compreensão de problemas e efeitos de sua própria ação estratégica e de fomento dessa ação estratégica na prática” (DINIZ PEREIRA, 2002, p.12). No âmbito da educação é um termo usado para descrever conjunto de atividades no desenvolvimento do currículo e desenvolvimento profissional, [...] “tais atividades têm em comum a identificação de estratégias de ação planejadas que são implementadas e sistematicamente submetidas para observação, reflexão e transformação” (Carr and Kemmis 1986, apud DINIZ PEREIRA, 2002, p.13).

2.1 Considerações sobre a Abordagem Qualitativa

LUDKE e ANDRÉ (2005) consideram que toda pesquisa por se inserir numa corrente de pensamento acumulado, possui um caráter social. Dessa forma, se caracteriza em promover o confronto entre os dados, as evidências, as informações coletadas sobre determinado assunto e o conhecimento teórico acumulado a respeito dele. A pesquisa por ser uma atividade humana e social, não está imune às influências do pesquisador. Dessa forma, a sua visão de mundo, os pontos de partida, os fundamentos para a compreensão e a explicação influencia os pressupostos que orientam seu pensamento. Esses vão também nortear sua abordagem de pesquisa. Diferente dos métodos de pesquisa das ciências físicas, o fenômeno educacional não pode ser isolado, para uma análise acurada, onde as variáveis pudessem ser decompostas, analisadas e levaria ao conhecimento total desses fenômenos. As pesquisas na educação enfatizam que o fenômeno da educação é complexo, e está situado dentro de um contexto social, por sua vez inserido em uma realidade histórica,

que passa por toda uma série de determinações. A partir disso, surge a pesquisa qualitativa. Dentre suas principais características, destaca que ela tem o ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento. Como os problemas são estudados no ambiente onde eles ocorrem naturalmente, toda pesquisa qualitativa é também naturalístico. Os dados coletados são descritivos, e a preocupação com o processo é muito maior do que com o produto. Outro ponto importante é que: o significado que as pessoas dão às coisas e à sua vida são focos de atenção especial pelo pesquisador. Este deve buscar a tentativa de capturar a perspectiva dos participantes de modo diverso, tais como: observações, anotações, conversas etc. Outro aspecto importante conforme idéias das autoras, nessa modalidade de pesquisa não existe a preocupação em buscar as evidências que comprovem hipóteses. Essas, se formam no processo. Mas, o fato de não existirem hipóteses ou questões específicas formuladas à priori, não implica a inexistência de um quadro teórico que oriente a coleta e análise de dados. No caso desta pesquisa, embora a estrutura do projeto tenha sido elaborada a priori, a partir de uma base de conhecimentos que orientaram a elaboração das atividades e depois foram úteis na análise dos dados, uma parte sobre as decisões da análise dos dados surgiram com o tratamento dos dados.

As autoras enfatizam que esse tipo de pesquisa envolve a obtenção de dados descritivos. Os dados surgem do contato direto do pesquisador com a situação estudada. A ênfase recai mais no processo do que no produto e busca retratar o ponto de vista dos participantes,(BOGDAN e BIKLEN, 1982).

LUDKE e ANDRÉ (2005) explicam os pressupostos de (Wilson, 1977), o qual propõe a hipótese qualitativo-fenomenológica. Essa hipótese determina que é quase impossível compreender o comportamento humano, sem entender o quadro referencial do qual os indivíduos interpretam seus pensamentos, sentimentos e ações. Dessa forma, o pesquisador deve exercer o papel subjetivo de participante e o papel objetivo de observador, para compreendê-lo e explicá-lo.

Quanto ao método, LUDKE e ANDRÉ, (1986) destacam as idéias de (STUBBS e DELAMONT, 1976), os quais consideram que a natureza dos problemas é que determina o método, isto é, a escolha do método depende do tipo de problema estudado.

2.2 Instrumentos de coleta e forma de análises dos dados

Nesta pesquisa, os dados foram coletados através de observações e registros; questionário VOSTS, gravação em vídeo e áudio, questionários e entrevistas semi-estruturadas. O recurso utilizado para a gravação em vídeo foi LG:K10 -M250ds. O

instrumento utilizado para a gravação em áudio foi: Powerpack DVR-532.S. Em 70% das aulas a gravação em vídeo foi projetada na pesquisadora e o aparelho em áudio conduzido junto a pesquisadora. A sequência de aplicação do projeto foi: Escola B: alunos do 3ºAno, meses de outubro e novembro de 2017; Escola A: alunos do 1º Ano, meses de abril e maio de 2018, e Escola B, alunos do 2º Ano meses de agosto a outubro de 2018. O primeiro contato entre a pesquisadora e os alunos do 1º Ano, da Escola A, ocorreu um mês antes do início do projeto. Nessa ocasião, ocorreu a apresentação do projeto e a formação dos grupos. O primeiro contato e explicação do projeto e a definição dos grupos dos alunos da Escola B, 3º Ano ocorreu duas semanas antes do início do projeto. Quanto aos alunos do 2º Ano da Escola B, a apresentação e divulgação do projeto foi feito pela equipe pedagógica da Escola B, visto que, devido a ampla aceitação dos alunos do 3ºAno na participação do projeto, este foi estendido para os alunos do 2º Ano, diante do convite formulado pela coordenação pedagógica a pesquisadora. A pesquisa foi constituída de 12 aulas. Para os alunos do 1º e 3º Ano as aulas foram conjugadas de 50 minutos aula/semana, para o 2º Ano as aulas ocorreram duas vezes por semana. No 3º Ano ocorreram 10 aulas, porque a escola reorganizou o calendário e as atividades encerraram. Em cada aula, ocorreu discussão, aplicação de atividades e um questionário semi-estruturado (questões abertas e de alternativas) para avaliar o material didático, a aula e a aprendizagem do aluno. No primeiro encontro, foi desenvolvido uma atividade de discussão seguida de trabalho sobre História da Ciência – foi abordado as relações CTS dinamizadas por ferramentas de apoio (minitextos e quadros de interpretação sobre CTS). No segundo encontro, foi feito uma palestra/vídeo seguido de um debate apoiado por um roteiro e questionário. No terceiro encontro, foi desenvolvido discussões e explicações sobre como elaborar projetos e uma atividade em grupo para composição de um esboço de projeto. No quarto encontro, os alunos 1º e do 2º Ano receberam orientação dos projetos e aula de revisão de conceitos e exercícios sobre água, com base em uma apostila (Anexo 6). Os alunos do 3º Ano receberam orientação em um dia cedido por outra disciplina e apenas um grupo participou, pois o restante dos alunos estavam realizando provas e trabalhos em outras disciplinas. No quinto encontro, ocorreu os experimentos (grupos) com os alunos do 1º e 2º Ano. No sexto encontro, foi realizado a atividade de comunicação do projeto (grupos). A atividade de avaliação para os alunos do 1º e do 2º Ano ocorreu uma semana após o término do projeto. Os alunos do 3º Ano realizaram em um único encontro, a Atividade 05: experimento, Atividade 06: apresentação oral com a entrega do projeto, a Atividade

07: avaliação conceitual e preencheram o Questionário final, pois ocorreram mudanças na Escola B e todas as aulas foram encerradas.

Quanto à análise dos dados foi dividido em: a análise sobre o processo de ensino aprendizagem e a análise dos questionários e atividades.

Para a análise do processo de ensino/aprendizagem foi utilizado o referencial de análise das interações discursivas e a produção de significados em salas de aula de ciências, que representa a ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino idealizado por (MORTIMER e SCOTT, 2002). Para a avaliação sobre CTS foi utilizado o Questionário de Opinião sobre Ciência Tecnologia e Sociedade (VOSTS). Quanto a análise das questões escritas dos questionários aplicados no final de cada atividade foi utilizada a técnica de (BARDIN, 2011).

2.2.1 Referencial de análise de (MORTIMER & SCOTT, 2002)

Nos últimos anos, ocorreu um desenvolvimento gradual do interesse em estudos sobre como os significados são desenvolvidos através da linguagem e outros modos de comunicação nas salas de aula de Ciências (BUTY e MORTIMER, 2008).

A partir de uma base teórico sócio cultural (MORTIMER & SCOTT, 2002) elaboraram uma ferramenta analítica ou sistema de referência para analisar interação entre professor e aluno, para promover o processo de significação em aulas de Ciências. Esse instrumento visa entender como os significados dos fenômenos são criados e desenvolvidos por meio do uso da linguagem e outros modos de comunicação. As pesquisas realizadas com esse foco mostram que o aspecto central está em compreender a forma como os significados e entendimentos são desenvolvidos no contexto social da sala de aula e não na relação entre indivíduo/fenômeno. Os indivíduos internalizam os significados que são criados na interação social, ou seja, ocorre a negociação de novos significados com o encontro entre diferentes perspectivas culturais. As interações discursivas são consideradas constituintes do processo de construção de significados. Os significados são vistos como polissêmicos e polifônicos e nesses estudos defende-se que não ocorre a substituição de concepções prévias que o sujeito possui por novos conceitos científicos. Essa ferramenta visa desenvolver uma linguagem para descrever o gênero de discurso na idéia de (BAKHTIN, 1986), o qual propõe que a linguagem é distinta para cada campo de conhecimento ou esfera que utiliza a linguagem.

A linguagem social é “um discurso peculiar a um extrato específico da sociedade (profissional, grupo geracional) dentro de dado sistema social e um dado tempo” (Holquist 1981: 430). Todas as linguagens sociais são “pontos de vista específicos no mundo, formas de conceitualizar os mundos em palavras, visões específicas de mundo, cada uma caracterizada por seus próprios objetos, significados e valores (..) como tal elas encontram uma às outras e coexistem na consciência das pessoas reais (BAKHTIN, 1934:291-2).

Assim, a linguagem usada na aula de Ciências é a linguagem social científica escolar. Ela representa um tipo característico de linguagem social. Tal como essa, existe outras formas de linguagem social, como a linguagem científica.

Já o gênero de discurso não é uma forma de linguagem, mas uma forma típica de enunciado, “Gêneros correspondem a situações típicas de comunicação verbal, temas típicos e, conseqüentemente, também a particular contatos entre o significado das palavras e a situação concreta real sob certas circunstâncias típicas” (BAKHTIN, 1953:87). Exemplos: narrativas cotidianas, os comandos militares, artigos científicos, e todos os gêneros literários.

Na sala de aula de Ciências ocorrem mais de um tipo de linguagem social. O estudo das produções de significados que ocorre das interações na sala de aula é chamado de gêneros de discursos. Assim, enquanto uma linguagem social está relacionada a pontos de vista específicos determinados pela posição social ou profissional, o gênero de discurso é relacionado ao lugar institucional e social onde o discurso é produzido. Na sala de aula de Ciências, conforme o professor interage com os alunos para desenvolver o seu plano de ensino, surge o gênero do discurso. Este é constituído de diferentes tipos de padrões de interação na sala de aula de Ciências. Os padrões de interação são produzidos pelas intervenções que o professor faz na sala de aula para desenvolver o seu plano (estória científica). As intervenções tornam-se visíveis quando se analisam as formas de ensino ou pelas estratégias que o professor utiliza. Essas estratégias articulam os componentes do foco de ensino, que é um dos elementos da abordagem comunicativa proposta por (MORTIMER e SCCOTT, 2002) e tem relação com as intenções do professor e os conteúdos de ensino. O estudo das intervenções é importante como um guia para planejar, conduzir e avaliar as aulas. Nessa perspectiva, as interações nas aulas de Ciências e as formas como novos significados são desenvolvidos incluem os modos de expressão verbal e não verbal.

De acordo com MACHADO (2004), a abordagem sócio-cultural tem como fundamentos as idéias de Vygotsky e seus colaboradores e nos desdobramentos de sua obra no ocidente por (WERTSCH, 1985, 1991, 1998; HICKMANN, 1987; MOLL, 1990 e 1996; BRONCKART, 1985; Cadernos do Centro de Estudos Educação e Sociedade, 1991; OLIVEIRA, 1995; MORATO, 1996; ROJO, 1998). Nessa perspectiva, o estudo congrega várias áreas tais como: a psicologia, a neurolinguística, linguística aplicada, dentre outras emergindo elaborações significativas que ajudam compreender a relação do ensino aprendizagem tais como:

[..] Smolka (1997), assume que os processos psicológicos emergem relacionados com os modos de vida dos indivíduos em interação considerando que a linguagem e a cognição constituem-se mutuamente. [..] Morato (1996), sobre a relação entre pensamento e linguagem seria o fato que “não há possibilidades integrais de conteúdos cognitivos ou domínios do pensamento fora da linguagem, nem possibilidades integrais de linguagem fora de processos interativos humanos”[..] “O processo de conceitualização é concebido como prática social, dialógica (mediada pela palavra) e pedagógica (mediada pelo outro)” Fontana, 1996, (MACHADO, 2004, p. 49-50).

Com o foco na significação, a ferramenta para analisar discursos em aulas de Ciências, proposta por (MORTIMER & SCOTT, 2002) possibilita aos professores planejar e guiar as interações que resultam na construção de significados sobre os conteúdos nas aulas de Ciências. A estrutura analítica para analisar discursos baseia-se em cinco aspectos inter-relacionados, que focalizam o papel do professor. Estas são agrupadas em termos de foco do ensino, abordagem e ações, como é apresentado a seguir na Tabela 1.

Tabela 1: A estrutura analítica: uma ferramenta para analisar as interações e a produção de significados em salas de aula de ciências, (MORTIMER & SCOTT, 2002 p.285).

Aspectos da Análise	
i. Focos do ensino	1. Intenções do professor 2. Conteúdo
ii. Abordagem	3. Abordagem comunicativa
iii. Ações	4. Padrões de interação 5. Intervenções do Professor

2.2.1.1 Principais aspectos da estrutura analítica (MORTIMER & SCOTT, 2002)

1) Intenções do Professor

MORTIMER & SCOTT, 2002 elaboraram com base na teoria sócio-cultural de Vygotsky, a estrutura analítica para o ensino de Ciências, mostrando que o trabalho de desenvolver a ‘estória científica’ no plano social da sala de aula é central, no que eles chamaram de ‘performance pública’. Esta é constituída e dirigida com base no plano, o

‘roteiro’ do professor, que é visível ao desenvolver as suas atividades. Eles sugerem contemplar outras intenções importantes no que chamaram de “performance pública”. Estas decorrem de outros aspectos da teoria sociocultural e de suas pesquisas implementadas, como é apresentado a seguir no Quadro nº 1.

Quadro1: Intenções do Professor, (MORTIMER & SCOTT, 2002)

1-Intenções do professor	Foco
Criando um problema	Engajar os estudantes, intelectual e emocionalmente no desenvolvimento inicial da ‘estória científica’.
Explorando a visão dos estudantes	Elicitar (provocar) e explorar as visões e entendimentos dos estudantes sobre idéias e fenômenos específicos.
Introduzindo e desenvolvendo a ‘estória científica’	Disponibilizar as idéias científicas (incluindo temas conceituais, epistemológicos, tecnológicos e ambientais) no plano social da sala de aula.
Guiando os estudantes no trabalho com as idéias científicas, e dando suporte ao processo de internalização	Dar oportunidades aos estudantes de falar e pensar com as novas idéias científicas, em pequenos grupos e por meio de atividades com toda a classe. Ao mesmo tempo dar suporte aos estudantes para produzirem significados individuais para internalizar essas idéias.
Guiando os estudantes na aplicação das idéias científicas e na expansão de seu uso, transferindo progressivamente para eles o controle e responsabilidade por esse uso.	Dar suporte aos estudantes para aplicar as idéias científicas ensinadas a uma variedade de contextos e transferir aos estudantes controle e responsabilidade (Wood et al, 1976) pelo uso dessas idéias.
Mantendo a narrativa: sustentando o desenvolvimento da ‘estória científica’	Prover comentários sobre o desenrolar da ‘estória científica’, de modo a ajudar os estudantes a seguir seu desenvolvimento e a entender suas relações com o currículo de ciências como um todo.

2) O conteúdo do discurso em sala de aula

Os autores destacam que existe uma diversidade de conteúdos importantes para desenvolver as interações entre o professor e os estudantes nas aulas de Ciências. Como exemplos citaram a ‘estória científica’, aspectos procedimentais, questões organizacionais e de disciplina e manejo de classe. Com base em pressupostos de BAKHTIN, (MORTIMER & SCOTT, 2002) definiram como categorias distintas da ciência escolar: a descrição, explicação e generalização, pois é essencial na linguagem social da análise de discursos na aula. Isso está apresentado a seguir no Quadro 2.

Quadro 2: Categorias para analisar os discursos em aulas de ciências, (MORTIMER & SCOTT, 2002)

Categorias	Significado
Descrição	Envolvem enunciados que se referem a um sistema, objeto ou fenômeno, em termos de seus constituintes ou dos deslocamentos espaço-temporais desses constituintes.
Explicação	Envolve importar algum modelo teórico ou mecanismo para se referir a um fenômeno ou sistema específico.
Generalização	Envolve elaborar descrições ou explicações que são independentes de um contexto específico.

É preciso distinguir as categorias propostas como conceituais e modelos do conhecimento científico no sentido de serem empíricas ou teóricas. As categorias empíricas são descrições e explicações diretamente observáveis. As categorias teóricas não são diretamente observáveis. Um exemplo de categorias teóricas pode ser os modelos para a matéria. Esses são criados por meio do discurso teórico das ciências, (MORTIMER & SCOTT, 2002, p.287).

3) Abordagem comunicativa

Este conceito é central na estrutura analítica, pois permite articular as intenções e o conteúdo do ensino. Isso é propiciado pelas intervenções pedagógicas, que resultam em padrões de interação diferentes. Existem quatro classes de abordagem comunicativa que são definidas a partir do discurso entre professor e aluno, ou entre alunos em termos de duas dimensões: discurso dialógico ou de autoridade; discurso interativo ou não interativo. O discurso dialógico ou de autoridade representa dois extremos das intervenções. No primeiro deles, o professor considera o que o estudante tem a dizer do ponto de vista do próprio estudante; mais de uma ‘voz’ é considerada e há uma inter-animação das idéias, recebe o nome de uma abordagem comunicativa dialógica. No segundo extremo, o professor considera o que o estudante tem a dizer, apenas do ponto de vista do discurso científico escolar em construção. É uma abordagem comunicativa de autoridade. Nessa, apenas uma ‘voz’ é ouvida e não há inter-animação de idéias. Os autores destacam que:

Uma característica importante da distinção entre as abordagens dialógicas e de autoridade, à comunicação em sala de aula, é que uma sequência discursiva pode ser identificada como dialógica ou de autoridade independentemente de ter sido enunciada por um único indivíduo ou interativamente, (MORTIMER & SCOTT, 2002, p. 288).

O que torna o discurso funcionalmente dialógico é o fato de que ele expressa mais de um ponto de vista – mais de uma ‘voz’ é ouvida e considerada – e não que ele seja produzido por um grupo de pessoas ou por um só indivíduo. Esse último aspecto está relacionado à segunda dimensão da abordagem comunicativa. Essa dimensão distingue entre o discurso interativo, aquele que ocorre com a participação de mais de uma pessoa, e o discurso não interativo quando ocorre com a participação de uma única pessoa. Essas duas dimensões podem ser combinadas para gerar quatro classes de abordagem comunicativa, como mostrado no Quadro 3, a seguir.

Quadro 3: Quatro classes de abordagem comunicativa, (MORTIMER e SCOTT, 2002)

Discurso	Interativo	Não-Interativo
Dialógico	Interativo/Dialógico	Não Interativo/Dialógico
De Autoridade	Interativo/De Autoridade	Não-Interativo/De autoridade

As quatro classes se aplicam na caracterização da interação entre professor e estudante e também apenas entre estudantes. Exemplo, em pequenos grupos: a) Interativo/dialógico: professor e estudantes exploram: idéias; formulam perguntas autênticas e consideram e trabalham vários pontos de vista. Nessas interações, o professor considera o que o aluno tem a dizer do ponto de vista do próprio estudante; mais de uma ‘voz’, ou horizonte conceitual, é considerado, o que caracteriza uma abordagem comunicativa dialógica. b) Não-interativo/dialógico: O professor reconsidera, na sua fala, vários pontos de vista, destacando similaridades e diferenças; c) Interativo/de autoridade: O professor geralmente conduz o grupo por meio de uma sequência de perguntas e respostas, com o objetivo de chegar a um ponto de vista específico e d) Não-interativo/de autoridade: O professor apresenta um ponto de vista específico, apenas uma ‘voz’ é ouvida e um único horizonte conceitual é considerado.

4) Padrões de Interação

Estes componentes emergem na medida em que o professor e alunos alternam turnos de fala na sala de aula. O mais comum são as tríades I-R-A (Iniciação do Professor, Resposta do aluno, Avaliação do Professor). Existe também interação por meio de intervenções curtas, em que geralmente o professor repete parte do que o estudante acabou de falar ou fornece um feedback, para que o estudante elabore um pouco essa fala. Essa interação gera cadeias de turnos não triádicas do tipo I-R-P-R-P... ou I-R-F-R-F.... onde P significa uma ação discursiva que permite continuidade da fala do aluno e F um feedback que exige reelaboração por parte do estudante. Os padrões que não tem o formato IRA, são caracterizados por cadeias de interação fechada ou aberta. Na cadeia fechada, à iniciação do professor pode gerar diferentes respostas, que podem ser feedbacks intermediários do professor e são finalmente encerradas com uma avaliação. Já na cadeia de interação aberta esta possui o mesmo formato anterior, mas sem a avaliação final do professor. Outro formato de padrões pode surgir quando uma mesma pergunta do professor gera diferentes respostas dos alunos. Neste caso, a interação pode tornar-se mais complexa, pois a resposta de um terceiro aluno, por exemplo, pode ser um comentário a duas respostas anteriores e não necessariamente

uma resposta ao professor. Pode ocorrer que os próprios alunos iniciam uma interação. Dessa forma, o padrão pode ser desse tipo, ou fugir das regras, conforme explicam (SANTOS e MORTIMER, 2009 apud MORTIMER e SCOTT, 2003).

5) A intervenção do professor

O Quadro 4 apresenta as seis formas de intervenção pedagógica, as quais relacionam o foco e as ações do professor conforme idéias de (SCOTT, 1998).

Quadro 4: Formas, foco e ação do professor (MORTIMER & SCOTT, 2002, p.289)

Intervenção do Professor	Foco	Ação – o Professor
1.Dando forma aos significados	Explorar as ideias dos estudantes	*introduz um termo novo; *parafraseia uma resposta do estudante; *mostra a diferença entre dois significados.
2. Seleccionando significados	Trabalhar os significados no desenvolvimento da história científica	*considera a resposta do estudante na sua fala; * <i>ignora a resposta</i> de um estudante.
3.Marcando significado chaves		+*repete um enunciado; *pede ao estudante que repita um enunciado; *estabelece uma sequência I-R-A com um estudante para confirmar uma ideia; usa um tom de voz particular para realçar certas partes do enunciado.
4.Compartilhando significados	Tornar os significados disponíveis para todos os estudantes da classe	*repete a ideia de um estudante para toda a classe; *pede a um estudante que repita um enunciado para a classe; *compartilha resultados dos diferentes grupos com toda a classe; *pede aos estudantes que organizem suas idéias ou dados de experimentos para relatarem para toda sala.
5. Checando Entendimento dos estudantes	Verificar que significados os estudantes estão atribuindo em situações específicas	* pede a um estudante que explique melhor sua ideia; *solicita ao estudante que escreva suas explicações; *verifica se há consenso classe sobre determinados significados.
6. Revendo o progresso da história científica	Recapitular e antecipar significados	*sintetiza os resultados de um experimento particular; *recapitula as atividades de uma aula anterior; *revê o progresso no desenvolvimento da história científica até então.

2.2.2 Referencial de análise de conteúdo de (BARDIN, 2011)

O referencial de (BARDIN, 2011) é chamado de análise de conteúdo. Consiste em um conjunto de técnicas de análise de comunicações para obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens. Embora essa técnica tenha semelhança com certos procedimentos da análise documental, existem diferenças essenciais como: a) A documentação trabalha com documentos; a análise de conteúdo com mensagens (comunicação); b) A análise documental é feita, principalmente, por classificação-indexação; a análise categórica temática é, entre

outras, uma das técnicas da análise de conteúdo e c) O objetivo da análise documental é a representação condensada da informação, para consulta e armazenamento; objetivo da análise de conteúdo é a manipulação de mensagens (conteúdo e expressão desse conteúdo) para evidenciar os indicadores que permitam inferir sobre outra realidade além da mensagem. No caso desse trabalho, as categorias de análise foram elaboradas durante a análise dos dados. Essas tem relação com as fontes teóricas do trabalho.

2.2.3 Questionário de Opinião sobre Ciência Tecnologia e Sociedade (VOSTS)

A opção pelo uso do questionário Opinião sobre Ciência Tecnologia e Sociedade do inglês Views on Science-Technology-Society (VOSTS) como instrumento de avaliação da Atividade 1, sobre quais as concepções os participantes desta pesquisa possuem sobre CTS explica-se por: a) ter relação com a proposta desse trabalho, b) é um instrumento eficaz para levantar e compreender as opiniões de alunos e professores sobre relação entre CTS e a NdC e por ter validação internacional, devido a sua ampla aplicação e uso em pesquisa na educação em ciências, (AIKENHEAD, RYAN, 1992; AIKENHEAD, RYAN e FLEMING, 1989). O questionário VOSTS possui 114 questões com alternativas. Estas, visam investigar oito dimensões, conforme a Tabela 2. O VOSTS consiste em associar para cada questão, uma afirmação sobre as interações CTS. Cada questão possui várias alternativas. O aluno deve marcar X, na alternativa que represente o seu ponto de vista. A análise das respostas dos alunos para cada questão é feita por meio de categorias formuladas por especialistas, classificadas em: Relistic/HasMerit/Naive (R/HM/N), com o significado de: concepção mais adequada (R), concepção aceitável mas não tão completa (HM) e concepção inadequada (N). Em todas as questões do VOSTS existem as opções de: i) não compreendi; ii) não sei o suficiente sobre o assunto e iii) nenhuma destas escolhas está de acordo com a minha idéia. Segundo (AIKENHEAD et al., 1989) esse modelo foi feito para superar lacunas de outros instrumentos, sobre esses estudos.

Dentre os educadores que recomendam este instrumento, HODSON (2009) caracteriza o VOSTS como um tipo de avaliação não tradicional, porque representa um diagnóstico confiável e fidedigno sobre atitudes e crenças dos alunos sobre questões CTS, por diversas razões a saber: ajuda a superar questões metodológicas que envolvem a avaliação das atitudes da abordagem de conteúdos CTS, visto que o pesquisador (que é o proponente do questionário) e os participantes da pesquisa não compreendem o texto de um questionário da mesma forma. Outra razão é que o VOSTS contém um universo amplo de questões de investigação sobre o tema. Além disso, o

questionário VOSTS e adaptações deste permitem evitar os vieses dos métodos qualitativos, pois, embora sejam considerados mais eficazes, podem ocultar alguns aspectos-chave da pesquisa em particular. Isso compromete a análise dos dados.

AULER e DELIZOICOV (1999) compararam as diferenças entre vários questionários. Os autores mostram que o questionário de escala Likert caracteriza-se por ser constituído de parágrafos escritos e de múltipla escolha. Esse questionário traz limitações porque oferece somente uma suposição sobre a crença dos estudantes e as chances do avaliador supor/adivinhar acuradamente são muito remotas e recaem em uma ambigüidade freqüente de até 80%. Há também, os questionários que possibilitam as respostas em forma de parágrafos – ambigüidade é de 35 a 50%. Quanto às entrevistas semi-estruturadas oferecem os dados mais lúcidos e acurados com ambigüidade em torno de 5%, porém esse tipo de instrumento requer muito tempo para organizar e analisar os dados. Já os testes de múltipla escolha, empiricamente derivados como por exemplo o VOSTS reduzem a ambigüidade para o nível de 15 a 20%. Portanto, o VOSTS é um instrumento diferenciado, pois contém as idéias dos estudantes e é eficaz, pois seu formato facilita a coleta de dados.

Segundo MIRANDA (2008), o instrumento VOSTS permite obter resultados qualitativos, pois não se enquadra em um paradigma empirista dos métodos quantitativos, devido ao processo pelo qual foi construído. Isso lhe confere validade e confiabilidade para aplicação em uma nova população, pois segue parâmetros que o torna um instrumento legítimo válido. A construção das alternativas de respostas e idéias para cada questão do VOSTS foi obtido por método empírico com milhares de participantes sobre (o que os participantes consideram importante sobre o assunto?). Existem várias adaptações do VOSTS, como o COCTS (Questionário de Opiniões sobre Ciência e Tecnologia e Sociedade) adaptado por (ACEVEDO DÍAZ, 2002). Segundo o autor, o COCTS utiliza 100 questões do VOSTS. É uma versão mais precisa porque o método de validação das questões é feito por juízes, que avaliam todas as opções existentes em cada uma das questões, por um tratamento estatístico.

No Brasil MIRANDA (2008) selecionou 15 questões do VOSTS, submeteu a validação e aplicou as questões em uma pesquisa de mestrado sobre concepções de professores de ciências das escolas públicas no município de São Carlos, sobre CTS. Para validar o questionário participaram professores especialistas de várias áreas do conhecimento com nível de doutorado e/ou pós doc das universidades públicas brasileiras, os quais julgaram cada uma das questões selecionadas como Realistas,

Plausíveis e Ingênuas, antes da sua aplicação. Das questões eleitas, a pesquisadora retirou do questionário original, as alternativas i) não compreendi; ii) não sei o suficiente sobre o assunto e iii) nenhuma destas escolhas está de acordo com a minha ideia. Visto que, o questionário adaptado por MIRANDA (2008) tem relação com a proposta deste trabalho, optou-se em utilizá-las como instrumento de avaliação desta pesquisa, com a diferença que as três últimas questões do formato original do VOSTS, foram mantidas, a saber: i) não compreendi; ii) não sei o suficiente sobre o assunto e iii) nenhuma destas escolhas está de acordo com a minha idéia, para ver se os resultados acompanham os dados da literatura. A seguir a Tabela 2, representa as dimensões e sub-dimensões das 15 questões com seus códigos originais do VOSTS, conforme Miranda.

Tabela 2- Esquema do questionário VOSTS, utilizado por (MIRANDA, 2008)

Tabela 2 – Esquema do questionário V-CPIS, utilizado por (MIRANDA, 2009)			
Dimensão	Subdimensões	Questões	
		Código	Número
Definições			
Definição de Ciência e Tecnologia	Definição de Ciência.	10111	1
	Definição de Tecnologia.	10211	2
	Interdependência da Ciência e da Tecnologia	10431	3
Sociologia externa à Ciência			
Influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia	Ética.	20411	4
	Instituições Educativas.	20511	5
Influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade	Responsabilidade social dos cientistas e dos tecnólogos.	40111	6
	Criação de problemas sociais.	40311	7
	Resolução de problemas sociais e	40412	8
	Contribuição para o bem estar econômico	40531	9
	Contribuição para o pensamento.	740711	10
Sociologia interna a Ciência			
Características dos cientistas	Motivação pessoal dos cientistas.	60111	11
	Ideologias dos cientistas.	60311	12
Construção social do conhecimento científico	Decisões dos cientistas.	70212	13
Construção Social da Tecnologia	Decisões Tecnológicas.	80211	14
Epistemologia			
Natureza do conhecimento científico	Aproximação científica para investigações.	90641	15

2.3 Sujeitos

Trata-se de uma amostra representativa e compõem-se de alunos de duas escolas públicas estaduais do ensino médio regular, período matutino, que foram definidas por

Escola A (1º ano – 33 alunos) e Escola B (2º ano 35 alunos, e 3º ano 15 alunos), localizadas no município de São Carlos/SP e a pesquisadora. Os critérios para a definição das escolas foram: aceitação da proposta com possibilidade de algumas adaptações, ter laboratório e preferencialmente ter aulas conjugadas. Foi feito contato com as escolas de ensino médio regular e agendado algumas visitas para explanação do projeto. De doze escolas consultadas, três responderam aos critérios definidos na pesquisa. Optou-se por escolher uma escola localizada no centro do município e outra em bairro distante. O projeto foi apresentado por escrito e oralmente a equipe pedagógica da escola, diretor, coordenador e ao professor regente em mais de um contato, discutindo sobre os seus objetivos, a abordagem e a relação com os conteúdos do currículo do nível médio de ensino. Uma vez aceito o projeto, ficou a cargo da escola o contato com os pais para solicitar a autorização para participação dos alunos no projeto, que aprovou a realização do trabalho, para fins de pesquisa na educação preservando-se o anonimato dos participantes. O projeto segue o protocolo de pesquisa conforme diz o sistema CEP/CONEP em síntese: a pesquisadora realizou contatos preliminares com a escola, apresentou e entregou por escrito a proposta a equipe pedagógica e obteve anuência documentada dos participantes da pesquisa, com a garantia de não identificação das pessoas e contribuição social e que a aplicação da proposta não oferece riscos aos participantes. O cronograma de desenvolvimento da pesquisa foi definido com o coordenador da escola e o professor regente. Todas as aulas foram acompanhadas pela equipe pedagógica, tais como: a coordenadora da escola, o professor regente da disciplina Química, professores de Biologia, e estagiários.

2.4 Fontes

Propõe um quadro referencial para o ensino de processos com base em diferentes experiências educativas, com foco nos estudos que tratam da construção e acompanhamento de atividades formativas, utilizando um tema de relevância social, acompanhados pelos pressupostos CTS e da Didática das Ciências conforme discutidos.

2.5 Caracterização das escolas participantes

Conforme foram feitas entrevistas a dois coordenadores pedagógicos, a Escola B tem mais de cinquenta anos de existência. Ela atende a alunos de diferentes regiões da cidade. Localiza-se a cerca de 7 km do centro da cidade de São Carlos. A Escola B possui uma boa infra-estrutura com vinte e cinco salas de aula: sala para a direção, sala

para funções pedagógicas, secretaria e controle de materiais, um Laboratório de Ciências, uma Biblioteca, um Laboratório de Informática, copa, cozinha, cantina, quadra de esportes, pátio amplo. Atende cerca de 1.800 alunos dispostos em 13 salas do ensino médio e fundamental no período matutino, 16 salas de aula do período vespertino voltados para o ensino fundamental e 4 salas do ensino médio noturno. Possui um corpo docente com cerca de 90% efetivos. A escola possui projeto pedagógico e tem como objetivo preparar o aluno para ter autonomia e ocupar postos de trabalho. Especificamente na área de Ciências Naturais visa fazer com que os alunos desenvolvam o gosto pela Ciência, despertem a curiosidade científica e que possam ter condições para o ingresso na universidade. As atividades pedagógicas da Escola consiste em fazer o seu planejamento anual, realiza reuniões pedagógicas para discutir como despertar o interesse para melhorar a aprendizagem do aluno e recebe projetos e estagiários de diversas instituições. Com isso tem obtido um bom desempenho, na participação no exame do Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP) em torno de 3,2. A escola se destaca na matemática.

A Escola A, também foi inaugurada há mais de cinquenta anos. Está localizada no centro de São Carlos. Possui 42 salas e atende a 2.190 alunos de 28 bairros da cidade, inclusive da zona rural. Atende alunos de ensino médio e fundamental no período matutino, ensino fundamental no período vespertino e ensino médio no período noturno. A escola possui uma boa infra-estrutura com uma sala da diretoria, sala da secretaria, almoxarifado, uma sala dos professores, duas salas de coordenação pedagógica, sala de controle de materiais, laboratórios de Ciências, uma Biblioteca, um Laboratório de Informática, uma Sala de Leitura, copa, cozinha, cantina e pátio amplo. Possui um corpo docente com cerca de 90% efetivos. A Escola A possui projeto pedagógico, o qual passa por revisões constantes conforme as avaliações do SARESP, que são parâmetros que informam os pontos que devem melhorar. A Escola A tem como o principal objetivo garantir uma Educação pública de qualidade. Para atender a diversidade de alunos a escola recebe várias instituições que oferecem projetos em várias áreas. Os projetos são idealizados e desenvolvidos pelas Instituições proponentes. O professor regente assiste a sua aplicação. A partir do ano 2020, no Estado de São Paulo, foi implantado o Programa Inova. Esse programa introduz três disciplinas novas. Para a sua implantação diminuiu cinco minutos da carga horária em todas as disciplinas do currículo. As Escolas A e B receberam uma capacitação EAD, por aulas em vídeo.

2.6 Procedimentos de coleta de dados

A base desta pesquisa é o estudo de (SANTOS e SCHNETZLER, 1997). A Tabela 3 mostra o cronograma desenvolvido nas escolas Escola A e B:

Tabela 3 - Programação de Atividades

Aula	Período	Sequência de Atividades
1º e 2ª	Out/nov 2017 Ab/maio 2018 Ag/out 2018	1.Introdução: Relações entre CTS. Objetivo: Identificar e compreender as relações CTS usando modelo de Niilnuoto. Atividade 1: As dimensões CTS através de exemplos na história da ciência e tecnologia. Objetivo: Relacionar as dimensões propostas com aspectos CTS, nos exemplos. Método: discussão, apresentação das produções, discussão e sistematização. Questionário 01: Avaliação da Atividade 01.
5ª e 6ª	Out/nov/2017 Ab/maio2018 Ag/out 2018	Aula de Planejamento: como elaborar um projeto? Estudos: Modelo V de Gowin através de exemplos e o problema projeto. Atividade: A partir do problema use o V de Gowin e elabore o esboço do Projeto Objetivos: Aprender como elaborar um projeto e a pesquisa. Aplicação de Questionário: aula de planejamento. Encaminhamento ao Aluno: pesquisar e definir o problema, esboçar os tópicos da atividade experimental e trazer no 4º encontro.
7ª e 8ª	Out/nov/2017 Ab/maio Ag/out. 2018	Orientação: Análise das propostas de atividade experimental dos alunos. Estudos: Revisão de alguns conceitos sobre água e métodos de tratamento de água. Aplicação de questionário; Aula de conceitos e exercícios.
9ª e 10ª	Out/nov.2017 Ab/maio/ Ag/out. 2018	Apresentação das atividades experimentais dos alunos. Apresentação final do projeto (slydes tempo apres:15min). Aplicação de questionário. Atividades: 04 (escrita), 05(experimento) e 06 (apresentação) Avaliação - entrega do projeto escrito (ou em cd).
Tópicos do Projeto: Definir o problema e elaborar o projeto com os tópicos: 1-Tema, 2- Problema, 3- Objetivo, 4 – Hipótese, 5 – Método, 6 - Fontes Teóricas, 7- Discussão e análise, 8 - Resultados e conclusão. Fontes de consulta: livro: Química Cidadã. PEQUIS ,Vol.2, 2ªsérie, Ens.Médio, Wildson Luiz Pereira dos Santos e Gerson de Souza Mól.(coords). 2ª ed, Editora AJS,SP.2013; 2. Química v.1,Mortimer e Machado (2001). 3: ANEXO-8.		

A seguir a Figura 1, representa etapas de aplicação das Atividades da pesquisa:

Figura 1: As sete atividades desenvolvidas nesta pesquisa:

2.7 Descrição geral das Atividades e Análise dos dados

As atividades foram organizadas em capítulos, a saber: No capítulo 3. História da Ciência; 4. Debate, 5. Planejamento: esboço do projeto (Escrita), 6. Experimento, 7. Apresentação do projeto e 8. Avaliação dos conteúdos. Partiu de um problema de relevância social, definiu-se o tema e conceitos, em uma perspectiva CTS. O tema água tem relação com questões locais, regionais e mundiais, como em:

a identificação de um contexto vivencial que, sendo conceitualmente rico para diversos campos da Ciências demonstre a potencialidade de ser problematizado e tematizado enquanto eixo articulador de aprendizados que permitam significar conteúdos, conceitos e temas escolares. A organização interdisciplinar do currículo rompe a linearidade do conhecimento escolar, relacionando dialeticamente saberes específicos a cada área/ciência entre si e com contexto cotidianos trazidos das vivências cotidianas, produzindo aprendizados significativos e uma formação escolar socialmente relevante, (MALDANER et al., 2007, p.115-116).

A estrutura da pesquisa possibilita ao aluno estabelecer relação entre: o que é a Ciência, o que é Tecnologia e quais as suas relações no processo histórico com o meio social e relações com problemas contemporâneos, como argumentam os autores:

[..] deve começar a por diagnosticar as pré-concepções e interesses com que os indivíduos e grupos de alunos(as) as interpretam a realidade e decidem sua prática. Ao mesmo tempo, deve oferecer o conhecimento público (filosofia, história, física, biologia, química etc.) como ferramenta inestimável de análise para facilitar que cada aluno/a questione, compare e reconstrua suas concepções vulgares, seus interesses e atitudes condicionados, assim como as pautas de conduta [...] (Giemeno Sacristán & Pérez Gómez, 1998,p.25 apud BASTOS et al.; 2004).

A estrutura dos conteúdos dos minitextos da Atividade 01, desta pesquisa pauta-se nas orientações de (ACEVEDO DÍAZ, 2002; 2006) e o referencial de (VIDAL e PORTO, 2012). Ambas, mostram critérios significativos para produção e análise de materiais didáticos sobre a História da Ciência, conforme expresso no Quadro 5:

Quadro 5: Dimensões para analisar conteúdos sobre História da Ciência em livros didáticos de química (VIDAL e PORTO, 2012)

Dimensão 1: vida dos personagens (filósofos, pensadores, cientistas)
1.1 Biografia: nome, datas de nascimento e morte
1.2 Características pessoais: (sentimentos, caráter, humor, etc..
1.3 Episódios/Curiosidades: (casado com..., decapitado por ...
Quando um texto apenas cita data e nomes, sem descrever a dimensão humana não favorece a superação de estereótipos atribuídos ao cientista como gênios isolados, por possuírem uma inteligência exclusiva de uma ínfima parcela da população (CACHAPUZ et al, 2005).
Dimensão 2: Abordagem das idéias/descobertas
2.1 Faz menção a uma idéia científica/descobertas (apenas é citado).
2.2 Descrição de uma idéia científica (menciona e inclui explicações. Exemplo: a metodologia, teoria, circunstâncias, enfim fornece alguma idéia sobre como a idéia foi originada.
Continua Quadro 1

Término do Quadro 1: Dimensões para analisar conteúdos sobre história da ciência em livros didáticos de química (VIDAL e PORTO, 2012)
Dimensão 3: Evolução da ciência
<p>3.1) Menção a períodos discretos (dois ou mais períodos ou idéias são mencionados, mas não são relacionados entre si). Isso ocorre quando o texto não inclui um encadeamento explícito entre duas ou mais ideias científicas ocorridas em períodos distintos.</p> <p>3.2) Evolução linear e direta (um período é relacionado ao seguinte, mantendo uma direção). Isso ocorre quando o texto apresenta diversos eventos em sequência, sugerindo que um seguiu naturalmente o anterior. Exemplo:</p> <p style="padding-left: 40px;">Os autores exemplificaram mostrando que o mundo científico habituou-se a ver o físico francês Henri Becquerel e o casal franco-polonês Pierre e Marie Curie como os pioneiros da radioatividade”. Mas, isso é parcial, pois foi o trabalho teórico de dois físicos, Ernest Rutherford, da Nova Zelândia, e Frederic Soddy, da Inglaterra, que explicou o fenômeno radioativo. e publicaram em 1902 e 1903, cinco artigos em que apresentavam a hipótese de que a radioatividade está associada a fenômenos atômicos de desintegração [...]. (BIANCHI; ALBRECHT; MAIA, 2005, p. 78).</p> <p>3.3) Evolução real: (movimento de “idas e voltas” entre opiniões, incluindo controvérsias). São casos em que as idéias científicas são apresentadas de maneira a sugerir descontinuidades, controvérsias, retomadas de idéias antes abandonadas, Exemplo desse item, a seguir:</p> <p style="padding-left: 40px;">Planck e outros cientistas de sua época tiveram dificuldades em aceitar a teoria quântica, que mudava completamente a maneira de ver os fenômenos em escala atômica. Essa teoria, no entanto, abriria um novo caminho para entender o átomo, com a proposta de Niels Bohr de um modelo para o átomo, (MORTIMER; MACHADO, 2005, p. 104).</p>
Dimensão 4: Quem faz a ciência
<p>4.1) Cientistas, filósofos ou pensadores individuais (um personagem é apresentado como sendo o único responsável por uma idéia ou descoberta).</p> <p>4.2) Grupo de filósofos, pensadores ou cientistas (dois ou mais personagens trabalharam juntos com o mesmo propósito).</p> <p>4.3) Comunidade científica (cientistas, filósofos ou pensadores de um período são responsáveis pela ideia ou descoberta, sem que haja especificação de nomes).</p> <p>Nessa dimensão deve ser observado que uma caracterização mais adequada do empreendimento científico deveria incluir seu caráter coletivo, procurando fazer com que os alunos compreendessem que o conjunto de conhecimentos, procedimentos, ferramentas e costumes característicos do fazer científico atual resultam da dinâmica da comunidade de pesquisadores.</p>

Tais dimensões seguem a nova historiografia da ciência, ou seja, interpretam a evolução histórica da ciência através de: “saltos” ou descontinuidades e rupturas, fugindo da estrutura linear de conceber a evolução da C&T, idéias fundamentadas nas reflexões do filósofo francês Bachelard e a obra de Kuhn, respectivamente, (VIDAL e PORTO, 2012).

CAPÍTULO 3.0 Atividade 01: Parte 01

3.1 CTS através da História da Ciência e da Tecnologia

Na proposta curricular de formação do cidadão de (SANTOS e SCHNETZLER, 1997) enfatizam que a perspectiva CTS inclui como objetivo importante atividades como os estudos de crenças e opiniões sobre a natureza da Ciência e da Tecnologia e suas relações com a sociedade. Para SANTOS (2007) a abordagem de temas CTS no ensino de ciências na perspectiva crítica amplia o olhar sobre o papel da C&T na sociedade e a discussão na aula, sobre as questões econômicas, políticas, sociais, culturais, éticas e ambientais. Neste estudo optou-se por incluir aspectos da história da C&T, os quais exploram temas associadas aos conteúdos científicos relacionais. Foram elaborados minitextos que possibilitam dinamizar as discussões de aspectos sócio-científicos (ASC). O objetivo desta atividade 1, consistiu em analisar através da história alguns aspectos sobre as relações entre a Ciência, Tecnologia e a Sociedade, para ampliar a visão dos alunos sobre C&T. Cada tópico mostra mais de um dos aspectos citados, sobretudo, aqueles que permitem perceber que a Ciência é dinâmica e que os conceitos sobre C&T mudaram ao longo do desenvolvimento da humanidade. Dentre os exemplos propostos na Atividade 1, a anestesia e a vacina são controvérsias científicas, outros exemplos são invenções ou conhecimentos práticos que sofreram ou não, diferentes graus de influência do conhecimento científico, tais como a roda, a imprensa, ácidos e bases etc. Os mini textos elaborados são ferramentas de apoio para desenvolver o plano proposto, ou seja, a história científica. Todos os exemplos dos mini textos têm alguma relação com: a) o homem, a natureza e a sociedade; b) desenvolvimento da C&T e problemas; a forma como os cientistas trabalham; evolução da C&T e como a sociedade influi na atividade científica e tecnológica e vice versa, dentre outras possibilidades.

Da mesma forma que afirma FOUREZ (1995, p.175), na Atividade 1 entende-se que “a história da ciência pode ser relacionada a múltiplos aspectos: vínculo entre a C&T, condicionamento da comunidade científica, interação entre a Ciência e outras instituições sociais, etc”. Isso possibilita o estudo de várias faces importantes do tema, as quais, contribuem para uma visão contemporânea sobre CTS.

Dentre as atividades com bons resultados sobre o assunto, ACEVEDO DÍAZ et al., (2005) destacam aquelas que estão embasadas na pesquisa científica; na História e

Filosofia da Ciência; contextualizadas; com um enfoque CTS do tipo – Investigação sobre Ciência ou Ciência a partir de questões (Issue-Oriented-Science-IOS), as quais são capazes de relacionar o mundo real e a realidade dos alunos. Além disso, é importante observar que os conceitos e relações sobre C&T com o meio social foram mudando ao longo do tempo. Assim, por exemplo, a abordagem sobre a história da técnica contribui para compreender as dimensões da Tecnologia, além do aspecto técnico como produtos. Essa abordagem passa a incluir dimensões de: processo, organização, cultural e afetivo.

CACHAPUZ (2011) destaca que a Ciência e a Tecnologia estão completamente relacionadas e seu estudo possibilita uma apreciação global da C&T como empreendimento da cultura e mostrar como da História da Ciência (HC), a natureza da Ciência (NOS) e a natureza da Tecnologia (NOT) influem na vida. O autor sugere a visão multidimensional de AC, idéias de BYBEE:

estende-se mais além do vocabulário, dos esquemas conceituais e dos métodos procedimentais, para incluir outras dimensões da ciência: devemos ajudar os estudantes a desenvolver perspectivas da ciência e da tecnologia que incluam a história das ideias científicas, a natureza da ciência e da tecnologia e o papel de ambas na vida pessoal e social, (CACHAPUZ et al., 2005, p.23).

O interesse desta perspectiva nos currículos na educação científica surgiu nos anos 90 e cresce mundialmente, conforme se observa no número de pesquisas, pois afirma-se que ao incluir AC, idéias de BYBEE causará um impacto positivo sobre o pensamento dos indivíduos e, conseqüentemente melhora a sociedade e cultura.

Na mesma linha ANGOTTI et al., (2007) destacam que a AC no currículo leva a percepção da Ciência como parte integrante da cultura. Isso implica em diminuir a visão desconectada entre C&T e a cultura da população em geral, pois usar tecnologia, não implica necessariamente estabelecer relação do técnico com aspectos de Ciência e Tecnologia como cultura.

AULER e DELIZOICOV (2001) enfatizam um conceito relacional CTS, a partir de situações reais. Isso contribui para romper os mitos ainda muito presentes nas concepções vigentes na sociedade de uma forma geral, tais como: i) a crença na “superioridade do modelo de decisões tecnocráticas”; ii) a “perspectiva salvacionista da CT”; iii) “determinismo tecnológico”.

MATTHEWS (2012) destaca que desde o século XIX enfatiza-se que a História da Ciência é indispensável para a compreensão da cultura intelectual em geral. Dentre as sugestões sobre a abordagem da NOS, cita a) pesquisar a História da Ciência, b)

discutir questões éticas na Ciência. Além disso, sugere abordar questões de investigações propostas no Lederman Seven, que é uma lista criada pelo grupo Lederman em torno da questão: o que é a Ciência e qual é a essência da Ciência? Eles definem a NOS como: “à epistemologia e sociologia da Ciência, a Ciência como forma de saber, ou os valores e crenças inerentes ao conhecimento científico e seu desenvolvimento”. Essas questões são acessíveis aos alunos da escola e podem ser úteis aos cidadãos. Como na Seven Lederman pode-se explorar na Atividade 1, idéias como: a Ciência como uma construção humana é praticada no contexto de uma cultura e portanto, ela influencia e é influenciada por essa cultura; o mito do método científico: afirma-se que não existe um método único que garante o desenvolvimento do conhecimento infalível; e a natureza provisória do conhecimento científico: afirma-se que embora seja duradouro e confiável, nunca é absoluto ou certo.

No caso de temas que envolvem as questões sociocientíficas, RATCLIFFE (1998) considera que possibilita melhorar a argumentação. Essa competência ajuda alunos a desenvolverem uma ação social responsável, diante de questões vinculadas à sua realidade, “pela análise das diferentes fontes de informações, comparando as razões que conferem confiabilidade a cada uma das alternativas”, (SANTOS, MORTIMER, e SCOTT, 2001). É importante destacar que ASC está inserido em perspectiva CTS.

A aula com os alunos da Escola A, 1º Ano iniciou com a distribuição dos materiais para todos os alunos, a saber: um guia e os Anexos (1: Figuras 2 e 3 CTS, 2: Minitextos, 4: Texto: A Prática Científica e a Prática Tecnológica e 5: Questionário da Atividade 01). Na sequência, foi retomado o cronograma do projeto e explicado cada atividade, o método e a avaliação. O primeiro contato com os alunos da Escola A e a pesquisadora ocorreu um mês antes de iniciar o projeto. Nesse encontro, os alunos puderam conhecer e tirar dúvidas sobre o projeto e definir os grupos. Dessa forma, quando iniciou o projeto, a programação foi revista em dez minutos. A Atividade 01, contém duas partes. Na 1ª parte foi feita uma discussão sobre o que é CTS. Esta discussão relacionou as idéias dos alunos com os conteúdos dos materiais propostos (minitextos sobre História da Ciência e da Tecnologia e o texto sobre modelos de (NIINILUOTO, 1997) para interpretar Ciência e Tecnologia. A 2ª parte da Atividade 01, consistiu na aplicação de exercícios sobre o que foi discutido na 1ª parte da Atividade 01, ou seja, o que é CTS. Após a realização dos exercícios feitos em grupos de alunos, eles preencheram individualmente o Questionário da Atividade 01 (Anexo 5). A aula foi gravada em áudio com um tempo de uma hora e quarenta e quatro minutos. A

gravação em vídeo está dividida em (1ª parte, 44 minutos e a 2ª parte, 33 minutos). Após a introdução da aula, a discussão sobre os minitextos foi feita em 60 minutos e a realização de exercícios em 20 minutos. Os alunos foram iniciados em diálogo explicativo sobre a importância de uma proposta CTS, conforme a explicação das Figuras (2, 3: Anexo 1 e 4: Anexo 4). Além disso, foi explicado aos alunos o que é um trabalho com temas e problemas de relevância social e a importância de aprender a desenvolver projeto. As idéias exploradas nos minitextos são: o que é Tecnologia, o que é Ciência, qual é a importância da Tecnologia e da Ciência? O que é, quando e por quê surgiu a Ciência e a Tecnologia? Quem eram as pessoas que faziam Tecnologia e Ciência? A Tecnologia é sempre boa? A Ciência sempre traz progresso? A sociedade influencia nos rumos da C&T ou vice versa? Foi elaborado um roteiro, mas a aula representa uma mesclagem dos tópicos do material proposto no plano, com as idéias dos alunos. Em alguns momentos, as estratégias consistiram em fazer perguntas e em outros re-contextualização de textos introdutórios. No contexto desta pesquisa, a proposta e o desenvolvimento da Atividade 01, levou em conta a harmonia dos três conteúdos “C” “T” “S” e a imersão dos alunos na discussão. Essa atividade tem como intenção contribuir para elaborar formas mais adequadas de entender a inter-relação entre C&T, no contexto social, a partir de discussões. O foco de ensino (conteúdos) são as idéias dos minitextos e as relações com os modelos propostos por NIINILUOTO (1997), para interpretar C e T. O vídeo foi transcrito, organizado e analisado, segundo o referencial de análise de interações discursivas elaborado por (MORTIMER & SCOTT, 2002).

A seguir, será apresentado o episódio discursivo completo, da aula da Atividade 01 sobre CTS, desenvolvida com os alunos do 1º Ano do Ensino Médio da Escola A, mostrando as interações entre a pesquisadora e os alunos. Foram utilizadas abreviaturas numeradas da palavra Turno (T1, T2 etc.), para indicar cada enunciado feito pelos participantes na discussão. A cada turno foi identificado o aluno e o seu respectivo grupo. Após cada turno indicou-se o participantes, a saber: ‘P’ é a pesquisadora; os alunos estão representados por: a letra Aa (meninas) e Ao (meninos) seguido pelo nº do aluno e do grupo G1, G2, etc. (Exemplo: Aa1G1 é a aluna 1 do Grupo 1, Ao1G3 é o aluno 1 do Grupo 3. Indicou-se por Als quando todos os alunos emitiam enunciados. No início do encontro foram definidos os grupos para facilitar a organização das atividades e a identificação dos alunos. Foi colocado entre parênteses quando foi possível classificar a fala, as letras que representam os tipos de gênero do discurso como [I-R-A: I=iniciação da fala, R=responde a pergunta, A= avalia a resposta), [P= indica que o

professor repete a fala do aluno], [F=feedback indica que o professor faz uma pergunta solicitando uma resposta mais explicativa do aluno]. Esses são os padrões elaborados no referencial de análise de (MORTIMER & SCOTT, 2002) para explicar o significado da interação entre professor e alunos, ou entre alunos. Em alguns turnos, a pesquisadora colocou entre parênteses alguns comentários (**Com:...**), para explicar as interações. Esses comentários não são dados transcritos e sim o significado interpretado pela pesquisadora. As iniciações identificadas como **Texto** são dados transcritos da aula que a pesquisadora classificou como estratégia. Foram utilizados os símbolos (//) na ocorrência de pausa, e poucas pontuações (?) e (!). O tempo da aula dividiu-se em 50 minutos para as discussões, 10 minutos para distribuição de material e orientações, 20 minutos realização dos exercícios e 10 minutos para preenchimento do Questionário de avaliação da Atividade 01.

3.2 Episódio da Atividade 01, com alunos da Escola A: 1ºAno

A análise do episódio da Atividade 01, com alunos da Escola A: 1º Ano para desenvolver a estória científica (plano) sobre CTS, permite identificar que a estratégia mais frequente que a pesquisadora utilizou foi à discussão apoiado em textos, que podem ser divididos em quatro momentos interligados. No primeiro momento, a pesquisadora levanta as concepções dos alunos sobre o que é a Ciência, o que é Tecnologia e o que vem antes e qual a natureza da Ciência e da Tecnologia. No segundo momento, a pesquisadora utiliza um elo produzido na discussão no primeiro momento, para conectar e introduzir as ferramentas de apoio (mini textos e os cinco modelos de NIINILUOTO, 1997, Anexos 2 e 4) propostos na estória científica (plano), para desenvolver a compreensão dos conteúdos dessas ferramentas, com os exemplos dados pelos alunos. No terceiro momento, a pesquisadora introduz uma linha do tempo, que articulados com os modelos de (NIINILUOTO, 1997) reforça, expõe novos elementos e retoma os assuntos em andamento na aula. Além disso, contribui para discutir os novos exemplos, com alguns aspectos do plano, os quais foram relacionados de forma a aproximar o novo com o já dito, tanto pelos alunos, quanto por outras vozes incorporadas de outras fontes de conhecimentos e provocar a interação e os processos de significação na aula de Química. Esse momento está centrado na enunciação da pesquisadora. A partir da intenção da atividade desenvolve a estória científica buscando interagir com os alunos para ver se eles estavam compreendendo cada modelo do plano,

até ocorrer o fechamento da Atividade 01. Quanto ao quarto momento, este corresponde aos exercícios de aplicação sobre o conteúdo da discussão, com a intenção de oportunizar aos alunos expressão da fala e pensamento com as novas idéias sobre o tema, produzir e internalizar significados individuais e transferir para os estudantes controle e responsabilidade nas tarefas. Essa fase permitiu também verificar se os alunos ampliaram suas concepções sobre CTS, feitas na primeira parte da Atividade 01. A condução da discussão gerou um processo interativo marcado pela alternância de turnos, em que ocorreram 135 enunciados. Desses, 73 turnos correspondem a enunciações da pesquisadora e 62 são falas dos alunos. Foram utilizadas como estratégia para o desenvolvimento da estória científica, a composição de catorze textos com funções diversas, a saber: retomar o assunto, introduzir coisas novas, dar algumas pistas para o aluno avançar, solicitar explicações, dar instruções, solicitar que os alunos optassem entre duas alternativas (tipo concordam ou não concordam), confirmar a posição da classe sobre as idéias levantadas na discussão, levantar questionamentos para ver a atenção dos alunos no processo e o seu entendimento, solicitar aos alunos a interpretação sobre as questões levantadas, solicitar análises comparativas para propiciar a diferenciação de aspectos centrais dos temas da proposta, provocar a argumentação justificada, organizar a sala, etc. Os textos possuem também a função de apresentar as ferramentas de apoio (mini textos e os modelos de NIINILUOTO, 1997), como material de suporte para interpretar a História da Ciência e da técnica, em suas várias relações na evolução da humanidade, fazendo um papel de ferramenta de generalização sobre o tema CTS, pois pode ser aplicada em qualquer época. Enfim, tais estratégias buscam também dinamizar elementos teóricos/práticos produzidos em diferentes contextos, incluindo as produções em tempo real. A intenção é familiarizar e aproximar o diferente ao cotidiano do aluno, para contribuir à reconstruir interpretações de concepções primárias sobre a realidade, para formas de compreensão em que se enunciam textos secundários construídos por elaborações próprias, a partir das diferentes vozes existentes nesses contextos. Esses aspectos visam auxiliar a ampliar as concepções CTS, tendo em vista que a apropriação dessas significações possibilitam construir concepções importantes, as quais, no caso dessa atividade incluem uma visão dinâmica sobre a Ciência e a Tecnologia (C&T) porque inclui o elemento social nessa relação. Isso pode levar o aluno desenvolver uma postura mais crítica sobre elementos que estão despercebidos em sua vivência e reconheça o seu papel social, frente a essas dimensões

poderosas que compõem CTS e que devem ser valorizadas, tanto na sua vida pessoal, como coletiva, com compromisso social.

A seguir foi organizada em Trechos (1 a 10), a sequência discursiva do episódio da Atividade 01, desenvolvida com os alunos da Escola A, 1º Ano, do Ensino Médio, para compreender como ocorre o processo de interações entre a pesquisadora e alunos e entre os alunos na discussão sobre CTS. A análise do processo de dar sentido ao ensino/aprendizagem em sala de aula pautou-se na ferramenta para analisar as interações de significados em salas de aula de ciências, elaboradas por (MORTIMER e SCOTT, 2002), as quais possibilitam compreender como ocorre o processo de significação nas interações sociais, com o uso da abordagem comunicativa que se materializam, através das duas dimensões, a saber: dialógico/de autoridade e interativa/não interativo. A visibilidade ocorre conforme a pesquisadora faz intervenções. Isso aciona o foco do ensino, que contém as intenções e os conteúdos de ensino, os quais emergem, através das intervenções que a pesquisadora faz (ao usar estratégias de ensino) para desenvolver a estória científica.

3.2.1 Episódio da Atividade 01: Descrição e análise, trecho 01:Turnos T01 ao T07

No trecho 01, corresponde aos turnos T1 ao T7. A pesquisadora inicia a estória científica com a intenção de desenvolver o plano (ampliar as concepções sobre Ciência e Tecnologia) com os alunos da Escola A: 1º Ano. No turno T1, o ponto de partida foi a leitura de uma frase presente no texto de apoio (Anexo 4), em que o autor convida as pessoas a pensarem sobre, qual a sua relação com a Ciência no seu dia a dia? A questão colocada pelo autor mostra que geralmente o assunto não é fruto de nossa reflexão diária. Por isso, é importante introduzir o aluno a pensar na relação dele com a Ciência, pois ela está fortemente relacionada com a Tecnologia e traz influências boas ou não. Para aproximar essa questão do pensamento dos alunos, foram introduzidas aos poucos, idéias familiares, informações acessíveis para ele pensar sobre as suas concepções e formular as suas respostas e gradualmente começar a ver, discutir e a pensar sobre as outras dimensões que são essenciais para formar um conhecimento mais coerente e completo do que era perguntado. A pesquisadora dirige e questiona os alunos na sequência da leitura do texto, se eles concordam ou não com essa idéia, que é nova para os alunos. Além disso, ela acrescenta perguntas centrais, que são essenciais para se compreender sobre CTS. Isso gera interações, conforme observam-se a seguir:

T1. P: Vamos ler essa frase inicial "[...] A ciência e seus esforços para promover o conhecimento teórico tem pouco efeito sobre as pessoas comuns de qualquer lugar", Bom gente a frase aí diz que as pessoas não tem uma familiaridade com a Ciência. Mas, porque a ciência não é tão familiar O que é ciência O que é tecnologia (?) (**I**)

T2. Ao1G3: aparelhos eletrônicos (**R**)

T3. P: Dá um exemplo (?) (**P**)

T4. Als: celular foguete (**R**)

T5. P: Sim (**A**) (**Texto 1**): Então tudo que está ao nosso redor são tecnologias a tecnologia produz coisas que usamos mas para usar as tecnologias o celular e outras tecnologias precisamos entender como elas foram feitas (?) (**I**)

T6. Als: Não (**R**)

T7. P: Não (**A**) Tecnologia é o meio artificial

Trecho 01: Análise dos turnos T01 ao T07

As interações formadas nessas enunciações são constituídas por cadeias fechadas com uma avaliação no final. I-R-P-R-A nos turnos T1 a T5 e I-R-A nos turnos T5 a T7. No turno T2, o aluno Ao1G3 resume o mundo da tecnologia em aparelhos eletrônicos. O enunciado do aluno gera o turno T3. A pesquisadora utiliza o tipo de padrão (P) com o significado de intervenção rápida, ou seja, esse padrão sinaliza uma permissão para o aluno prosseguir em sua fala (MORTIMER e SCOTT, 2002). Tal intervenção da pesquisadora gera o turno T4 com a participação de todos os alunos da sala Als no turno T4. A pesquisadora faz uma avaliação positiva da turma, no turno T5. Nos turnos T1 ao T5 foi observado que ocorre um processo interativo devido à alternância de turnos. Os tipos de padrões nos turnos T1 a T5 são: I-R-P-R-A. Esses são classificados como cadeia fechada, pois o assunto em discussão é encerrado por uma avaliação da pesquisadora. Quando ocorre fechamento da cadeia no final, a abordagem comunicativa é classificada como uma tendência de autoridade. Ou seja, considerando que a dimensão dialógica/de autoridade ocorre num contínuo de extremos opostos, pode-se dizer que o fechamento da cadeia vai indicar que há um deslocamento no sentido do extremo de autoridade. Foi observado que no turno T5, a pesquisadora elabora a sua estratégia de **Texto 1**, estabelecendo uma dimensão para a Tecnologia como coisas existentes ao nosso redor. No **Texto 1**, ela inclui em seu enunciado uma palavra dita pelos alunos e faz um questionamento, remodelando o texto do autor que expressa o papel da Ciência em nosso dia a dia. Assim, ela abre a discussão sobre ter ou não, necessidade de saber como a Tecnologia foi produzida para poder utilizá-la. Note que ao fazer isso, a pesquisadora tem a intenção de alinhar seu propósito com as respostas formuladas pelos alunos e prosseguir a conversa. O turno T5 gera a participação de todos os alunos Als no turno T6. A pesquisadora avalia esse turno e isso

forma um padrão triádico I-R-A. No turno T7, a pesquisadora também enuncia uma frase sobre Tecnologia e reforça dessa forma, sua idéia do turno T5. De acordo com (MORTIMER e SCOTT, 2002) a ocorrência do padrão I-R-A geralmente é interpretado como respostas dos alunos a questões já exploradas pelo professor que ocorrem em aulas de revisão. Isso, pode causar inibição ao longo do processo, se não surgirem cadeias que contenham padrões elicitativos (que provocam respostas mais completas) tipo I-R-F-R-F... em que a letra F significa que o professor está fornecendo um feedback (uma resposta), que vai contribuir para o avanço dos alunos. Nesse caso, a cadeia não tem avaliação no final (fogem ao formato I-R-A).. Os feedbacks instigam os alunos a buscarem respostas mais elaboradas e formam o diálogo. Do contrário, o aluno se preocupa em dar apenas as respostas certas e há pouco espaço para o seu desenvolvimento cognitivo, a partir de elaborações criativas.

Nessa aula, o assunto foi totalmente novo aos alunos, pois, tais questões não são frutos da reflexão no dia a dia, da maior parte das pessoas. Os padrões formados no trecho 01, dos turnos T1 ao T7 evidenciam que foi constituído a abordagem comunicativa interativa de autoridade. Foi observado que ocorreu certo controle da pesquisadora para preparar o avanço na discussão. A opção pela estratégia de compor o **Texto 1** para desenvolver a estória científica provocou a interação entre os participantes e desempenha a função de reunir logo no início da atividade, as questões essenciais que são importantes. Isso compõem a base para alcançar a intenção da atividade, pois traz uma relação e uma definição da Ciência e Tecnologia, que foram retomadas ao longo do desenvolvimento da estória científica.

3.2.2 Episódio da Atividade 01: Descrição e análise, trecho 02: Turnos T08 ao T28

O trecho 02, turnos T8 ao T28, a pesquisadora continua a estória científica com a intenção de desenvolver o plano (ampliar as concepções sobre Ciência e Tecnologia) com os alunos da Escola A: 1º Ano. A discussão ocorre em torno da relação entre a Ciência da Tecnologia com questionamentos do tipo: a Ciência e Tecnologia é a mesma coisa? O que surgiu antes Ciência ou Tecnologia? O que é Química? Essas interações envolveram a pesquisadora o aluno Ao1G3, a participação de todos os alunos Als e a aluna Aa1G3. Nesse trecho, a pesquisadora utiliza várias formas de intervenção para conduzir as perguntas essenciais. Essas formas de intervenção são: no T10: repete partes da fala das respostas, solicita e faz uma intervenção rápida para prosseguir a conversa;

redireciona idéias formuladas; solicita explicações dos alunos; solicita organização da participação dos alunos; dá atenção a um aluno específico e procura interpretar e organizar as falas dos alunos, conforme podem ser observados nos turnos T08 ao T28, a seguir:

Trecho 02: Análise dos turnos T08 ao T28:

Dando sequência a cadeia interativa, no turno T8 a pesquisadora inicia com um questionamento sobre o que é Ciência. No turno T9, o aluno Ao1G3 responde a pergunta associando à Ciência como o estudo da natureza. A pesquisadora repete a fala do Ao1G3 no T10, ou seja, avalia a sua resposta do turno T09 e após introduz algo novo e estabelece uma relação com os estudos e o significado da ciência Química. A fala da pesquisadora gera a resposta do aluno Ao1G3 no turno T11 que associa a Química como a ciência das bruxas. No turno T12 foi observado que a pesquisadora redireciona a fala do aluno Ao1G3 do turno T11, e introduz a pergunta (C é igual a T?), pois opta em usar outra estratégia para ajudar o aluno a compreender que a Química não é mágica. Essa estratégia é considerada nesse estudo, como um Feedback (F), pois foi observado que após essa intervenção, metade dos alunos, nos turnos T13 e T14, se posicionaram em dois momentos, seguindo a idéia que C é diferente que T, conforme podem ser observados nos turnos T8 ao T14, a seguir:

T8. P: O que é ciência (?) (I)

T9. Ao1G3: é o estudo da natureza (R)

T10. P: Sim é o estudo da natureza (A) O que nós estudamos Química não é uma ciência (?) (I)

T11. Ao1G3: é a ciência das bruxas (R)

T12. P: Ciência e tecnologia é a mesma coisa (?) (F)

T13. Als: Não (R) (Com 7: parte dos alunos mostrou posicionamento)

T14. Als: Não (R) (Com 8: a outra parte dos alunos também mostrou o mesmo posicionamento)

No turno T15, a pesquisadora insiste e pergunta se C é igual a T e obtém uma dupla confirmação de todos os alunos, com a mesma idéia sustentada no T13 e 14. Após essas respostas de todos os alunos, a pesquisadora no turno T17 solicita uma explicação sobre a posição dos alunos: por que C é diferente de T? A pergunta da pesquisadora no T17 foi respondida pela aluna Aa1G3. Ela explica que, a Tecnologia é a influência da Ciência. O aluno Ao1G3 entra na discussão no T19 e enfatiza uma fala contrária a Aa1G3, dizendo que a tecnologia não é a influência da Ciência. As falas dos turnos T18 e T19, entre as posições contrárias da aluna Aa1G3 e o aluno Ao1G3 gera uma

discussão de todos os alunos entre si, sobre o assunto no turno T20. A pesquisadora faz uma intervenção no turno T21, para solicitar a organização dos alunos para a fala. Em seguida, no turno T22, a pesquisadora projeta novamente a pergunta dizendo: então, o que seria a Ciência e qual a relação com a Tecnologia? Novamente, a aluna Aa1G3 intervém e reexplica no turno T23: ‘É o resultado é o embrião da Ciência’. Essa cadeia de interação foi observada nos turnos T15 ao T23, a seguir:

T15. P: É igual (?) (I)

T16. Als: Não (R)

T17. P: Por que não é igual (?) (F)

T18. Aa1G3: Não (!) a tecnologia é a influência da ciência (R)

T19. Ao1G3: Não (!) a tecnologia não é a influência da ciência (R)

T20. Als: (Com 8: todos discutem ao mesmo tempo sobre as ideias dos turnos T18 e 19)

T21. P: Gente vamos organizar todos podem falar mas um de cada vez (I)

T22. P: O que seria a ciência e qual a relação com a tecnologia (?) (I)

T23. Aa1G3: É o resultado é o embrião da ciência (R)

Em seguida, no turno T24, a pesquisadora atende a solicitação do aluno Ao1G3 que acena que queria falar. O aluno Ao1G3, no turno T25 retoma novamente e contrasta a fala da aluna Aa1G1, sobre: ‘Tecnologia não é a influência da Ciência’, turno T18. Ele afirma que o enunciado da aluna do turno T23 partiu dele. Nos turnos T26 e T27, a pesquisadora compreende que as idéias partiram do aluno Ao1G3, pois ele explicou claramente a idéia, mas ele falava baixinho. Mas, a aluna Aa1G3 enunciava com uma forte entonação, partes do que ouvia e além disso, a sua fala no T18 é parcial. Naquele momento, a pesquisadora aceita a idéia do Ao1G3 que confirma novamente no turno T28 que ele era o autor da idéia do T27, conforme podem ser observados, nos turnos T24 a T28, a seguir:

T24. P: Como é o seu nome fala (?) (I) (Com: P dirige a fala ao aluno Ao1G3)

T25. Ao1G3: Não é não (!) não é a influência da Ciência é o resultado da Ciência fui eu que falei isso (!) (R)

T26. P: ah tá então Ao1G3 tem a mesma ideia que a Aa1G3 partiu dele a idéia

T27. P: entendi (//) foi o Ao1G3

T28. Ao1G3: Sim eu que falei isso

Nos turnos T08 a T28 ocorreu a formação de padrões do formato da tríade I-R-A e padrões longos I-R-F-R-R-I-R-F... de cadeia aberta, ou seja não houve avaliação (A) no final da cadeia. Os turnos T26, T27 e T28 tem a função de esclarecimento. Conforme explicam (MORTIMER e SCOTT, 2002) quando o desenvolvimento da estória científica geram padrões do tipo I-R-F... o (F) representa um feedback elaborativo do professor para o aluno. Isso conduz ao diálogo. As perguntas elicitativas

(provocativas) visam à participação do aluno, para ampliar a sua fala. Esses tipos de enunciados resultam na materialização da produção de textos dialógicos. Esses desempenham a função de sustentar a resposta do aluno, que pode estar expressando um universo conceitual diferente do discurso científico escolar e estes são valorizados, discutidos pelo professor que considerada a sua posição. Nesse caso, nos turnos T08 a T28 foram observados padrões que evidenciam que o discurso é interativo e está deslocado para a dimensão dialógica considerando o contínuo dialógico de autoridade, que tem relação com a intenção da pesquisadora em explorar as idéias dos alunos. Nesse cenário, mais de uma voz ou horizonte conceitual é considerado na discussão. Portanto, o discurso formado corresponde a abordagem comunicativa interativa/dialógica.

3.2.3 Episódio da Atividade 01: Descrição e análise, trecho 03: Turnos T29 ao T36

No trecho 03, corresponde aos turnos T29 ao T36. A pesquisadora continua a estória científica com a intenção de desenvolver o plano (ampliar as concepções sobre Ciência e Tecnologia) com os alunos da Escola A: 1º Ano. Conforme algumas concepções sobre C e T anteriores, nos turnos T29 ao T36, a pesquisadora utiliza como estratégia para continuar à estória científica fazer uma síntese e compartilhar idéias ditas com os alunos. Em seguida dinamiza a sequência dos turnos em torno da questão: o que surgiu antes a Ciência ou a Tecnologia? Dessa forma, no trecho 03 foi observada uma interação entre a pesquisadora e o aluno Ao1G3 que faz referência sobre as origens do Universo, ou antes da existência do ser humano. A pesquisadora aceita a colocação do aluno e na discussão, outros alunos intervêm com seus posicionamentos até que, a pesquisadora delimita o assunto direciona a discussão para a estória científica, conforme foram observados nos turnos T29 a T36, a seguir:

Trecho 03: Análise dos turnos 29 a 36:

No turno T29 a pesquisadora reúne várias idéias das falas dos alunos, sobre as suas concepções a respeito de C e T desde o turno T2 e faz uma nova pergunta, com a intenção de avançar a discussão sobre o que é Ciência e o que é Tecnologia, a seguir:

T29 P: Então alguém já falou um de vocês falou que a Ciência é o estudo Tecnologia é o resultado e alguém falou que o celular é uma tecnologia e tudo o que está ao nosso redor é tecnologia o que veio antes Ciência ou Tecnologia (?) (F)

Notem que, a síntese seguida de um novo questionamento no turno T29 gera o turno T30, com a participação do aluno Ao1G3. Ele apresenta uma idéia que extrapola a pergunta, pois ele remete as origens das coisas. A pesquisadora solicita explicação no T31. O aluno formula uma explicação coerente. Isso dá abertura para vários tipos de discussões, no turno T32. A resposta do aluno suscita a enunciação da pesquisadora no turno T33. Ela entende e projeta a resposta dele, com a idéia de um princípio criador acima de tudo e ao Big Bang que é uma teoria aceita pela Ciência e muito conhecida por todos, pois circula em vários meios de comunicação, inclusive em desenhos animados. Nos turnos T30 a T33, podem ser observados:

T30. Ao1G3: A sociedade a sociedade o ser humano (**R**)

T31. P: Você tá dizendo que no mundo o que veio antes foi a sociedade (?) (**I**)

T32. Ao1G3: Não né tem coisa que veio antes que o humano (**R**)

T33. P: Ah tá eu entendi o seguinte (A): sobre as origens essas coisas há um criador de tudo, mas então à medida que surgiu o que os cientistas falam o Big Bang (**F**)

Conforme ocorre a discussão no turno T34, a aluna Aa1G3 intervém e reúne a idéia da pesquisadora no turno T33, com a formulação implícita do aluno Ao1G3 no turno T32 e enuncia a sua opinião. Foi visto que essa discussão surge no T08 e continua até o turno T33. A pesquisadora aceita a fala da aluna Aa1G3. Mas ela constrói o **Texto 2** enfatiza e convida os alunos a falarem sobre o que é Ciência. Depois retoma a pergunta feita no T29. Imediatamente no turno T36, seu enunciado gera o turno T36 em que os alunos Als conversam entre si sobre o assunto, conforme podem ser observados nos turnos T34 a T36, a seguir:

T34. Aa1G3: Pode ser isso (?) na verdade existe o Big Bang mas o mandante é Deus (**R**)

T35. P: Sim há um princípio que fez tudo isso (**A**)

(**Texto 2**): bom gente cada um com a sua crença mas tem um princípio de tudo e nós não vamos entrar pelo lado das crenças mas gente falando de Ciências mas o que veio antes Ciência ou Tecnologia (?) (**I**)

T36. Als: (**R**) (**Com:** todos os alunos começaram a falar sobre o assunto)

Nos turnos T29 ao T36 formaram-se cadeias com padrões I-R-F-R-A e I-R-A, fechadas. Isso representa um processo interativo devido à participação dos alunos, com a mudança dos turnos. As interações no início desse trecho indicam que as estratégias iniciaram com uma tendência para a dialogia, mas no turno T35 a pesquisadora utiliza o discurso de autoridade, pois as idéias formuladas inicialmente pelo aluno Ao1G3, desenvolvido e explorado pela aluna Aa1G3 foram redirecionadas para o plano, que não contempla o horizonte conceitual dos alunos. Portanto, no trecho 03 existe uma tendência, com deslocamento no sentido da abordagem interativa de autoridade.

3.2.4 Episódio da Atividade 01: Descrição e análise, trecho 04: turnos T37 ao T62

No trecho 04, nos turnos T37 ao T62, a pesquisadora continua a estória científica com a intenção de desenvolver o plano (ampliar as concepções sobre Ciência e Tecnologia) com os alunos da Escola A: 1º Ano. No Trecho 04, entre os turnos T37 ao T62 foi observado que a pesquisadora solicita respostas mais explicativas para avançar a discussão inicial, com o foco direcionado para diferenciar a Ciência da Tecnologia. Uma das formas que a pesquisadora utiliza para levantar as concepções dos alunos foi propor que os alunos fizessem escolhas entre uma ou outra posição, para mostrar e confirmar o que eles pensavam. Conforme ela obteve as respostas dos alunos, ela busca o aprofundamento das indagações, com as respostas em relação aos porquês destas posições. Foi observado que um aluno formula uma explicação sobre o que veio antes a Ciência ou a Tecnologia e a sua explicação amplia enunciados já declarados inicialmente, mas com novas idéias. Dessa forma, surgem frases como: a Tecnologia é o resultado da Ciência e que ela representa o estudo da natureza, ato de pensamento etc. No desenvolvimento da estória científica surge uma resposta com uma idéia nova, divergente, marcando dessa forma, duas posições diferentes sobre o que veio antes e qual é a natureza da Ciência e da Tecnologia. A resposta também tem relação em alguns aspectos com idéias dos turnos T09 e T42. No movimento discursivo entre os alunos e a pesquisadora surge contra argumentos de outra aluna. Ela opta por uma, das duas posições existentes e usa para isso, uma ilustração. Ao fazer isso, ela reforça e prepara uma longa discussão, por todo o episódio da Atividade 01. Isso contribui para a pesquisadora encadear as idéias dos alunos com as intenções da estória científica e os conteúdos de ensino, até atingir o propósito da atividade: melhorar as concepções dos alunos sobre CTS, conforme podem ser observados nos turnos T37 ao T62, a seguir:

Trecho 04: Análise dos turnos T37 ao T62:

No turno T37, a pesquisadora retoma novamente algumas idéias e busca respostas mais explicativas. Solicita a participação de todos os alunos, indica e reforça o foco para diferenciar a Ciência da Tecnologia. Muitos alunos da sala, no turno T38 se posicionam favoráveis à idéia de: Ciência cria a Tecnologia. Essa concepção foi formulada pelo aluno Ao1G3. No turno T39, a pesquisadora faz uma pergunta para obter a confirmação dos alunos. A pergunta exige do aluno fazer uma escolha sobre o

que veio antes C ou T. Cerca de dez alunos Als confirmaram essa posição, no turno T40. Depois, no turno T41, a pesquisadora faz uma pergunta para o aluno aprofundar essa posição, por que a Ciência surgiu antes que a Tecnologia. O aluno Ao1G3, no Turno 42 explica que tudo o que é inventado depende de um estudo prévio. O mesmo já tinha defendido que a Tecnologia é o resultado da Ciência e que a Ciência é o estudo da natureza. A resposta no turno T42 gera a pergunta da pesquisadora no T43. Ela solicita aos alunos se concordam com o enunciado proposto pelo aluno Ao1G3. A aluna Aa1G3 dá uma resposta no turno T44, que diverge das idéias do aluno Ao1G3, conforme os turnos (T38, T40 e T42). Ela discorda de todos os enunciados e apresenta um nova concepção. O novo elemento introduz a idéia que as técnicas iniciais não necessitaram de raciocínio para serem criadas. Nessa posição, ela também sustenta que a Ciência envolve abstrações, pensamento, que não eram características nos primórdios de tais invenções. A resposta também se refere às formulações dos turnos T09 e T42. Portanto, o padrão de interação foge a tríade I-R-A – pois a aluna retoma enunciados ditos. A aluna Aa1G1 no turno T45 discorda da aluna Aa1G3, mas foi interrompida em sua fala pela aluna Aa1G3, no turno T45. Mas, ela não aceita ser interrompida. No turno T47, a pesquisadora dirige a todos os alunos e realça que todas as opiniões são importantes e que tem que respeitar a fala do outro, para manter um equilíbrio na sala. A aluna Aa1G1 aceita e diz que essa forma de falar é por elas serem do mesmo grupo. No turno T49, a pesquisadora solicita a aluna Aa1G1 que ela explicasse o que ela pensa. A aluna responde no turno T50 voltando à posição do aluno Ao1G3 e dos alunos Als conforme os turnos T40 e T42. Mas, ao explicar a aluna Aa1G1 introduz um exemplo novo, de uma técnica remota que consiste em: como transformar uma pedra num machado? Ela enfatiza a relação da Ciência com ato de pensamento, conforme podem ser observados dos turnos T37 ao T50, a seguir:

T37. P: Então vamos organizar você (I)

T38. Als: Ciências cria a tecnologia (R)

T39. P: Quem acha que a ciência veio antes (?) (I)

T40. Als: (R) (Com: todos concordam que a ciência cria a tecnologia)

T41. P: Por que você acha que a ciência veio antes que a tecnologia (?) (F)

T42. Ao1G3: Porque a ciência precisa de estudo (R)

T43. P: Todos concordam com ele que precisa de estudo para criar a Tecnologia (?) (I)

44. Aa1G3: Não não (!) porque quando eles começavam a criar as coisas eles não pensavam (R)

T45. Aa1G1: Não não (!) (R)

T46. Aa1G3: Eu estou falando com ela cale-se (!) (I)

T47. P: Todas as opiniões são importantes tem que respeitar (F)

T48. Aa1G1: ela era do meu grupo por isso ela fala desse jeito (I)

T49. P: Tá. Então... e você qual é o seu nome qual é a sua opinião por que você não concordou com o que a **Aa1G3** falou (?) **(I)**

T50. Aa1G1: Não eu penso assim para transformar uma pedra num machado, ele teve que raspar a pedra, deixar ela cortante para conseguir cortar alguma coisa, teve que pensar. **(R)**

As respostas dos alunos entre os turnos T40 ao T50 dá origem a interações complexas que estabelecem relações com todos os outros enunciados. A fala do turno T50 não segue o padrão I-R-A, e concorda com a idéia do aluno Aa1G3 do turno T42. Diante das posições diferentes no turno T51, a pesquisadora parafraseia as idéias da aluna Aa1G3, do turno T44 e pede confirmação da aluna, que forma-se no turno T52. Ela faz o mesmo com o enunciado proposto pela aluna Aa1G1. Para isso, ela utiliza como estratégia a elaboração dos **Textos 3 e 4**. Note que quando ela parafraseia a idéia da aluna Aa1G3, introduz elementos formulados pela aluna Aa1G1 que não estavam presentes na fala da aluna Aa1G3, mas foi importante para esclarecer uma relação existente em sua proposta sem alterar as posições divergentes das alunas. Depois, ela desenvolve o **Texto 4** e relaciona ao exemplo com ato de pensamento e pede a confirmação dos alunos, os quais confirmaram essa posição, conforme foram observados nos turnos T51 ao T62, a seguir:

T51. P: Bom vamos tentar interpretar as duas opiniões a **(Texto 3): Aa1G3** disse assim a tecnologia veio antes porque aquelas pessoas lá no início que criaram por exemplo aquelas pedras cortantes aquelas machadinhas para cortar a carne para usar como arma de defesa elas não fizeram um estudo antes para produzir (.) foi isso **Aa1G3** (?) **(I)**

T52. Aa1G3: Foi isso **(R)**

T53. P: Aa1G1 Agora ela falou assim olha só gente ela já falou assim qual é o seu nome (?) **(I)**

T54. Sou Aa1G1 (R)

T55. P: Vou tentar dizer o que você falou **(I)(//)** **(Texto 4):** naquele tempo eles fizeram instrumentos cortantes mas só que antes dele fazer ele não pensou (?) Eu vou usar isso daqui para cortar para melhorar as coisas. Ele fez aquilo para ter uma utilidade (.) e ela, acha assim: não é tecnologia por ele ter pensado é ciência. Então ela relacionou ciência com o ato de pensar dizendo que a tecnologia é gerada por esse pensamento

T56. P: Foi isso que você quis dizer **Aa1G1** (?) **(I)**

T57. Aa1G1: sim **(R)**

T58. P: Alguém tem alguma opinião diferente (?) toda opinião é importante. Alguém concorda com a opinião da **Aa1G1** sobre pensar ou não para fazer tecnologia (?) **(I)**

T59. Als: (R) (Com 36: cerca de 10 alunos concordaram com a Aa1G1 ideia explicada no T50, os alunos reafirmaram o que já tinham defendido)

T60. P: E quem concorda com Aa1G3? **(I)**

T61. Aa2G3 (R)

T62. P: Todas as opiniões são importantes, há opiniões divergentes para dialogar, tá (?)

Foi observado que quase a totalidade das concepções dos alunos apoiaram as idéias enunciadas pelo aluno Ao1G3, ou seja, a Ciência é o estudo que gera a Tecnologia. Para os alunos, isso significa: a Ciência surgiu antes que a Tecnologia porque uma invenção requer ato de pensamento e isso é propiciado pela Ciência. Notem que a aluna Aa1G3 inicia a sua participação no T20. Ela mostra habilidade de relacionar várias idéias formuladas na discussão. Mas, no turno T46 a aluna Aa1G3 discorda da posição do aluno Ao1G3 que é aceita pelos alunos. Nesse turno, a aluna Aa1G3 realmente mostra uma posição diferenciada ao enunciar que ‘os primeiros homens não estavam preocupados com Ciência, é um saber prático’ no início as invenções não tinham relação com a Ciência, para responder a questão: o que vem antes Ciência ou Tecnologia. A intervenção da aluna Aa1G1 volta-se para a posição do aluno Ao1G3 sustentada por todos os alunos da sala. Mas, ela demonstra isso de uma forma nova. Ela utiliza o exemplo do machado, para construir a sua argumentação e sedimentar a idéia que, Ciência tem relação com ato de pensar e quando os homens criaram o machado utilizaram do ato de pensamento. Portanto, ela conclui que Ciência é uma atividade humana que inclui pensamento, raciocínio e já existia naquela época. Todos deram uma contribuição na discussão. O aluno Ao1G3 mostra suas concepções pioneiras, logo no turno T2, sobre as questões que foram propostas com base no texto introdutório de ACEVEDO DÍAZ (2002). A aluna Aa1G3 captava as idéias, reunia elementos na discussão e colocava como suas. Mas, num determinado momento, ela realmente mostra um enunciado diferenciador em relação às concepções dos alunos da sala. Quanto a aluna Aa1G1 ela contribuiu com o elo perfeito que a pesquisadora estava esperando surgir no processo. Isso possibilitou a pesquisadora estabelecer uma conexão entre a idéia formulada pelos alunos e os conteúdos presentes nos mini textos. Dessa forma, a pesquisadora introduz o seu plano e desenvolve a estória científica, de modo que familiarizasse os conteúdos presentes em sua ferramenta de apoio, os mini textos e pudesse avançar com a introdução dos cinco modelos de (NIINILUOTO, 1997) para interpretar a evolução da Ciência e da Tecnologia e técnica, na história da humanidade. Considerando o conjunto dessa sequência discursiva fica evidente que o machado pode ser considerado um divisor no episódio do discurso sobre CTS, visto que esse exemplo permitiu que a pesquisadora efetuasse a passagem de uma forma de intervenção em que estava levantando as concepções prévias dos alunos sobre CTS, para a segunda fase da estória científica, ou seja, a introdução das coisas essenciais que levariam os alunos a pensarem sobre outras formas de compreender, pensar e falar sobre CTS, a saber, a

Ciência e a Tecnologia articuladas aos cinco modelos para interpretar a prática científica e a prática tecnológica proposta por (NIINILUOTO, 1997). A pesquisadora entendeu e estendeu a compreensão expressa pelos alunos no exemplo do machado, com o exemplo da roda, pois, ambos são técnicas de uso e de conhecimento de qualquer pessoa e a origem destas, retorna ao limiar da história da humanidade. A partir da introdução da roda, a pesquisadora introduz outros elementos diferenciados para cada modelo, componentes da segunda ferramenta de apoio elaborada com a intenção de manter a narrativa da Atividade 1. Para checar o significado dos enunciados das alunas Aa1G3 e a Aa1G1 a pesquisadora parafraseia as falas destas.

Foi observado no desenvolvimento da estória científica, no Trecho 04, com os alunos da Escola A: 1º Ano, a formação de uma cadeia em que ocorre os tipos de padrões interativos de formato I-R-I-R-I-R abertos. Um tipo de cadeia que foge ao formato da tríade I-R-A, é aberta, ou seja, sem avaliação no final. Conforme MORTIMER e SCOTT (2002), nesse caso, a cadeia caracteriza processos que favorece a abordagem comunicativa interativa/dialógica pois forma-se enunciados autênticos entre pesquisadora e alunos, os quais, nesse trecho 04, resultaram em avanço de concepções dos alunos, que se configuraram em duas posições divergentes sobre a concepção de Ciência e de Tecnologia, como serão discutidas no trecho 05, a seguir:

3.2.5 Episódio da Atividade 01: Descrição e análise, trecho 05: turnos T63 ao T78

No trecho 05, turnos T63 ao T78, a pesquisadora continua a estória científica com a intenção de desenvolver o plano (ampliar as concepções sobre Ciência e Tecnologia) com os alunos da Escola A: 1º Ano do Ensino Médio. A partir das enunciações dos alunos, discutidas nos trecho 04, a pesquisadora utiliza as estratégias de leitura pausada, perguntas e explicações para dinamizar o Trecho 05. Foram retomadas duas idéias divergentes dos alunos da Escola A: 1º Ano, a respeito do que veio antes Ciência ou Tecnologia. A primeira posição defende a concepção de que a Ciência e a Tecnologia possuem natureza diferentes. A Ciência surgiu antes que a Tecnologia e ela produz a Tecnologia. A Ciência tem relação com estudos e ato de pensamento em qualquer época. Essas concepções foram enunciadas pelo aluno Ao1G3 e apoiadas pela Aa1G1 que utiliza como ilustração o machado, para ampliar essa posição. Essa posição foi aceita pela maior parte dos alunos Als. Na outra posição, a aluna Aa1G3 argumenta que Ciência e a Tecnologia são coisas diferentes, tem relação

com estudos e abstração, mas quando surgiu a técnica no início da humanidade, os homens não estavam pensando em Ciência. Tratava-se de um conhecimento prático.

A pesquisadora interage com os alunos para relacionar as posições diferentes com outras vozes presentes na ferramenta de apoio (mini textos). Depois, dá forma ao desenvolvimento da história científica, com as intervenções que articularam as intenções e os conteúdos para entrelaçar os horizontes conceituais dos alunos e as diferentes vozes, com o intuito de ajudar os alunos a efetuarem a passagem para construções mais elaboradas de interpretar o que vem antes, Ciência ou Tecnologia e iniciar o estudo sobre a natureza da Ciência e da Tecnologia. O prosseguimento da história científica com os alunos da Escola A: 1ºAno do Ensino Médio, podem ser observados nos turnos T63 ao T78, a seguir:

a) Trecho 05: Análise dos turnos T63 ao T78:

Partindo dessas concepções dos alunos, a pesquisadora faz uma indagação no turno T63, e inclui as idéias da primeira posição anunciada no turno T50, a saber: será que naquela época, os homens estavam pensando quando fizeram aqueles instrumentos de pedra? A maioria dos alunos confirma essa posição, através da comunicação por gestos afirmativos. Nos turnos T65 e T66, a pesquisadora prossegue a história científica convidando os alunos para fazerem a leitura do texto de apoio. O texto de apoio de ACEVEDO DÍAZ (2002) versa sobre a prática científica e a prática tecnológica. A leitura inicia com a aluna Aa1G3, no turno T67. A leitura aponta para alguns aspectos característicos da natureza da Ciência, os quais são aceitos pela nova Historiografia da Ciência, tais como: explicações dos por quês, relação com problemas, suposições, método, pesquisa etc. No turno T70, a pesquisadora solicita uma pausa na leitura e chama a atenção dos alunos para algumas características da Ciência apontadas no texto. Ela retoma as idéias formuladas na primeira posição T50, questiona os alunos que necessitam elaborar uma explicação que depende de uma análise comparativa, tal como: naquela época no início da humanidade, as atividades tinham relações com procedimentos de Ciência? No turno T71 a aluna Aa1G3 conclui que não, conforme podem ser observados nos turnos T63 ao T71, a seguir:

T63. P: agora aquelas pessoas que fizeram instrumentos de pedra será que elas estavam pensando (?) **(I)**

T64. Als. (R) (Com 38: Todos mostram concordância com gestos afirmativos, que são vistos como atos cinésicos, Santos e Mortimer, 1999)

T65. P: Bom então antes vamos ler no texto sobre o que é Ciência (?) **(F)**

T66. P: Gente olha aqui embaixo no texto a ciência e a prática científica na folha sobre as características da ciência localizaram (?) então alguém leia o item *i* **(I)**

T67. Aa1G3 é um processo de pesquisa sistemática e conhecimento resultante **(R)**

T68. P: Agora, outra pessoa leia o item *ii*

T69. Aa1G3: originou de um corpo de conhecimentos ordenado em princípios leis e teorias que explicam o mundo natural que nos rodeia matéria energia e vida atomo, célula é uma organização de pessoas (cientistas) que tem idéias e usam métodos e técnicas para desenvolver novos conhecimentos, etc. No entanto, desde o seu nascimento entre os séculos XVI e XVII a ciência moderna não se limitava a substituir as explicações teleológicas ou finalistas da ciência helenística clássica explicações do tipo para quê em relação aos motivos e intenções por explicações causais da estrutura do mundo natural explicações do tipo por que SEM AVAL

T70. P: Então gente a partir dos problemas eles fizeram uma pesquisa para dar respostas aos problemas eles fizeram suposições criaram um método para entender o que eles estavam propondo chegaram a acordos e foi ou não aceito a divulgação das suas pesquisas (.) os homens lá no início fizeram pesquisa (?) O que fizeram os primeiros homens? **(I)**

T71. Aa1G3: Não professora então professora a tecnologia veio primeiro **(R)**

No turno T72, a pesquisadora pergunta aos alunos se compreenderam que a Tecnologia veio antes. Depois, no turno T73, a aluna Aa1G3 prossegue a leitura com o tema Tecnologia. Fica claro que a definição da dimensão técnica no texto de apoio mostra uma forte relação com a idéia formulada na primeira posição dos alunos, a qual foi ilustrada com o exemplo da ferramenta de pedra, pela aluna Aa1G1. Dessa forma, no turno T73 foi observado que ocorre um encaixe perfeito entre o exemplo do machado como instrumento, técnica, artefato e que essa concepção, não tem relação com procedimentos de Ciência, ponto que difere da concepção formulada por quase todos os alunos. Dando sequência a leitura, no turno T75, o segundo aspecto sobre Tecnologia presente no texto introduz palavras e conceitos novos como processo, know how, que causaram surpresa a aluna Aa1G3 que solicita uma confirmação da pesquisadora. No turno T76, a pesquisadora confirma a pergunta da aluna, faz uma adaptação no texto do autor e cria os **Textos 5 e 6** para discutir sobre o aspecto da Tecnologia como processo, visão sistêmica. Foi observado que, inicialmente a pesquisadora estabelece uma relação entre Tecnologia com objetos do cotidiano para explicar o aspecto técnico, para depois explicar a concepção de Tecnologia como processo. A estratégia de recontextualização dos textos mostra que a pesquisadora busca dialogar com os alunos ao construir textos. Esses textos, além de incluir os alunos na estória científica, propõem que eles pensem sobre a idéia simplista que geralmente todos temos sobre Tecnologia, limitada a objetos.

Assim, a pesquisadora chama a atenção dos alunos e argumenta que o conceito de Tecnologia envolve outros componentes alheios a nossas reflexões. Dentre os aspectos, ela enfatiza que é importante pensar em Tecnologias, a partir da extração dos materiais, dos processos descritos até o descarte do produto, pois, se na produção não seguirem as regras, isso traz consequências sociais e ambientais. A pesquisadora questiona os alunos sobre o que eles fariam se comprassem um artefato com defeito. Esse é um exemplo de uma pergunta elicitativa, pois convida e avança para coisas que não estavam previstas, mas passaram a fazer parte daquele contexto e coloca os alunos na perspectiva mínima de pensamento reflexivo. A aluna Aa1G3 formula uma resposta sintética e precisa no turno T77. Foi observado que a estratégia de inserir as concepções dos alunos e coisas do cotidiano para familiarizar o assunto, contribui para o processo de significação. A pesquisadora recompõe o texto de ACEVEDO DÍAZ (2002) na estória científica, para o contexto em que ocorreram as enunciações. Ao fazer isso, a pesquisadora cria um novo texto, em que inclui as vozes de todas as pessoas comuns que formulam o conceito de Tecnologia como técnica, mas que existem outras possibilidades de compreensão que contribui para melhorar a vida pessoal e coletiva. Essa estratégia foi à forma como a pesquisadora desenvolveu a estória científica, para possibilitar aos alunos a passagem de uma idéia pontual, para outra essencial sobre Tecnologia, conforme podem ser observados nos turnos T72 ao T78, a seguir:

T72. P: Então vamos ver o que é a definição de Tecnologia (I)

T73. Aa1G3: O conjunto de produtos artificiais fabricados por pessoas ferramentas instrumentos máquina dispositivos e todos os tipos de sistemas)

(Com: a aluna leu o item *a* do texto de apoio) (R)

T74. P: Deu pra entender (?) (I) Então agora leiam o item b

T75. Aa1G3: know how é isso (?) É Saber fazer (?) (//) (I)

T76. P: Sim. (A) gente percebeu aí na letra *b* (?) (I)

(Texto-5): Na letra *a* já diz que é um conjunto de técnicas artefatos usado no dia a dia desde a geladeira a TV o lápis nossa roupa etc. muita coisa é feito pela tecnologia agora na letra *b* já fala sobre o conjunto de conhecimentos técnicos metodologia know how então é o que dá suporte é o processo para fazer a tecnologia porque a gente tá acostumado a pensar na tecnologia como produto mas aí tem todo o processo que envolve a criação o designers a extração do material os cuidados a parte de habilidades e também a tecnologia o produto tá (//) e aí vocês comprem uma TV geladeira o celular e dá defeito depois de um mês de uso o que vocês fazem (?) (I)

T77. Aa1G3: Manda para a assistência técnica (R)

T78. P: Então pessoal à assistência técnica está embutido no conceito de tecnologia

(Texto-5): Então a tecnologia não cria apenas o objeto o artefato o aparelho para o nosso uso mas estão embutidos aí na assistência técnica as normas antes dela chegar ao mercado ela é testada existem os órgãos como o INMETRO que regulam o tipo de material que compõem as tecnologias por exemplo as coisas de plástico o tipo de plástico que vai compor os brinquedos tudo tem uma norma então a tecnologia não é só

o produto final ela tem todo um processo de produção de know how a mão de obra especializada então existe as políticas os controles que regularizam o tipo de produto que são usados para produzir aquela tecnologia e usa energia água gera resíduos então todo o sistema de controle que regulam também faz parte da tecnologia então a gente costuma pensar num primeiro momento que a tecnologia é apenas técnica só o produto mas por traz disso tem todo um processo e o fato de a gente começar a perceber que a tecnologia tem um processo de produção de entrega de assistência técnica de leis de controle da extração dos materiais ao descarte do produto ali por exemplo o que fazer com os resíduos no caso das lâmpadas fluorescentes as bateria de celular e tudo o mais (?) então nesse caso o conceito de tecnologia se amplia de uma coisa que é um objeto que é útil para nós para uma coisa que está inserida em todo o processo social de controle e que também nos afeta se não seguirem as regras e a medida que eu gosto de uma tecnologia um tipo de celular e a sociedade começa a gostar isto vai acabar influenciando nas empresas contemplar o que agradou o que está vendendo mais então vai influir nos produtores daquela determinada tecnologia e surge as imitações e tudo por que o público desenvolve uma relação com a tecnologia de aprovação ou não e isso serve para tudo ok

O **Texto 5** permite compreender que, a medida que a pesquisadora desenvolve as explicações, move a atenção dos alunos para a necessidade da problematização em relação ao aspecto Tecnologia como um processo e o papel que as pessoas precisam desenvolver na sociedade, visto que o social é uma dentre as dimensões que deve estar presente em todas as decisões tecnológicas e a relação que as pessoas estabelecem com as Tecnologias podem resultar em benefícios ou não à sociedade e ao meio ambiente, conforme podem ser observados na continuação do **Texto 5**, turno T78 a seguir:

T78. P: (**Texto 5 continuação**) então essa relação pode se ampliar na medida que você entende também o significado da tecnologia como produto que a gente usa é apenas um aspecto da tecnologia e começar a entender e fazer as perguntas tais como o que é isso como é produzido que materiais são usados eles usam e tratam a água e o meio ambiente para produzir essa tecnologia e a bateria de celular que é feito de cádmio material tóxico como ela vai ser descartada então você vê que vai gerar um resíduo ok (?) então a sua posição em relação a tudo isso vai controlar e pode mudar o produto e a forma de produção (.) Então ampliou a noção de tecnologia (?) (**I**)

Nos turnos T72 a T78, a pesquisadora usa os textos como estratégias para retomar falas e incluir exemplos dos alunos, identificar coisas do cotidiano, avaliar, comparar, definir, ampliar, diferenciar, chamar a atenção, questionar, direcionar para a leitura e introduzir novos elementos e palavras e articular as explicações do autor com aspectos que estão implícitos na vida das pessoas de forma acrítica. Essas estratégias têm como intenção criar novos sentidos, para iniciar os alunos a uma nova forma de falar e pensar e agir em relação às Tecnologias e suas relações com a realidade.

A pesquisadora introduz essas explicações durante cinco minutos em que trata da dimensão de processo, visão sistêmica da Tecnologia que amplia o conceito. Utiliza

a estratégia de reelaboração de textos buscando exemplos acessíveis para a vida do aluno, tais como: o que você faz se você comprar um produto e dar defeito?

A dimensão sobre Tecnologia como processo é um conceito que em princípio não tem relação com o pensamento dos alunos, e um discurso focado nessas idéias pode ser considerado de autoridade, se for um discurso unívoco, da pesquisadora para os alunos, pois está apresentando conceitos que não tem relação com o pensamento da reflexão diária do estudante. Mas, conforme a pesquisadora mescla as idéias do autor com as idéias que surgiram no contexto da aula e exemplos do cotidiano sobre situações da vida, isso aumentou a possibilidade de aproximar esse aspecto, com coisas latentes na vida do aluno, mas que o afeta. Isso provoca a aproximação do horizonte conceitual dos alunos. A intenção de ajudar a(o)s aluna(o)s ampliarem as dimensões sobre a Tecnologia, para além do aspecto simplista de técnica, contribui para os alunos da Escola A, 1º Ano do Ensino Médio, a uma compreensão gradual de modo que, os alunos formulassem e explicassem o aspecto essencial. A idéia essencial é composta por quatro dimensões, propostas por PACEY (1983) para interpretar o que é a prática científica e a prática tecnológica. Portanto, com essa intenção foi observado que a pesquisadora desenvolve sozinha um enunciado longo, em que ela entrelaça as vozes (as idéias) do modelo de PACEY, com o mundo cotidiano, situações que geralmente são comuns a qualquer pessoa no dia a dia. Nesse enunciado longo ocorre uma tendência a dialogia visto que ele é formado com a inter-relação de diferentes vozes, para compor os **Textos 5 e 6** reelaborado no contexto para contribuir para a significação na sala de aula e ajudar a atingir a intenção de ampliar o conceito de Tecnologia na visão PACEY. Os padrões de interação identificados no episódio da Atividade 01, Trecho 05 desenvolvido com os alunos da Escola A, 1º Ano, do Ensino Médio, nos turnos T72 a T78 foram I-R-F-I I-R-R-I-A-I. Algumas das enunciações, como a leitura não foram marcados. Os padrões nesse trecho são classificados como interativos devido à alternância de turnos e as formas utilizadas pela pesquisadora nesse trecho demonstra que ocorreu o encontro de diferentes vozes. Portanto, dessa forma, a abordagem comunicativa dos turnos T72 a T78 é interativo, com tendência a abordagem dialógica.

MORTIMER e SCOTT (2002) destacam que, a abordagem comunicativa é classificada como dialógico independente de estar sendo falado por uma única pessoa ou por um grupo. O que torna um padrão dialógico é, se o professor está incluindo outras vozes, e se nessas vozes inclui o horizonte conceitual do aluno. A visão de Tecnologia como processo desenvolvido no turno T78 possibilitou estabelecer uma

relação com outros campos tais como: a política, os órgãos que controlam a segurança sócio ambiental, da extração ao descarte do produto, do consumidor, etc. Essa relação amplia as possibilidades de compreender sobre a importância de incluir a dimensão social da Tecnologia, ou seja, o aluno compreender que é importante participar dos assuntos que envolvem Tecnologia porque o que está em jogo é o seu interesse. Esses componentes da Tecnologia podem influenciar e favorecer as concepções dos alunos, no sentido de estabelecer uma reflexão e participação com análise dos riscos e benefícios que a tecnologia pode trazer aos seus interesses e aos interesses coletivos, quando ele se torna um agente crítico e começa a pensar sobre: O que é isso e como é produzido? Que materiais são usados? A água de produção recebe tratamento? E a bateria do celular que é feito de cádmio como ela é descartada? Em que condições trabalham quem produz, os trabalhadores são os consumidores? etc. tal como foi contemplado nesse trecho, com as intervenções utilizadas pela pesquisadora. Uma vez que foi desenvolvido as dimensões da Tecnologia a pesquisadora conclui a parte sobre as dimensões sobre a Tecnologia, continuando a ampliar o assunto.

3.2.6 Episódio da Atividade 01: Descrição e análise, trecho 06: turnos T78 ao T86

No trecho 06 turnos T78 ao T86, a pesquisadora continua a estória científica com a intenção de desenvolver o plano (ampliar as concepções sobre Ciência e Tecnologia) com os alunos da Escola A: 1º Ano. Para dar sequência, a pesquisadora fez no final do T78 uma finalização dos aspectos da Tecnologia através do **Texto 5**. Nessa parte do turno T78 observa-se uma intervenção explicativa que foi colocada nesse trecho como **Texto 6**, visto que a pesquisadora anuncia e introduz um novo aspecto, para fortalecer as dimensões da Tecnologia como processo e sobre o que é a Ciência. Depois, prossegue para novas relações que fizessem sentido aos alunos.

Trecho 06 Análise dos turnos T78 o T86:

Foi introduzido no turno T78 um desenho da linha do tempo. Para explicar a linha do tempo, a pesquisadora elaborou o **Texto 6**. O **Texto 6** inicia a discussão sobre os 5 Modelos de (NIINILUOTO, 1997). Esse modelo ajuda a interpretar o que é a Ciência e a Tecnologia através da história. A linha do tempo tem a função de identificar o que é tratado como o marco histórico da Ciência, de modo a estabelecer a

diferenciação não apenas quanto o nascimento da Tecnologia e da Ciência, mas, sobretudo, sobre certa forma de explicar sobre a natureza que diferencia a Ciência da Tecnologia, conforme podem ser observados nos turnos T78 a 86, a seguir:

T78 (Texto-6): Vendo isso então a gente viu que a Ciência é um processo sistemático de pesquisa e no passado lá as primeiras pessoas não estavam interessadas elas não faziam Ciência porque a Ciência dessa forma como uma pesquisa surgiu bem depois então gente pensando num marco a Ciência surgiu (//) olha aqui gente isso é essencial conforme vocês vêm aqui vou fazer um esquema que representa a linha do tempo no quadro (//) a Ciência surgiu olha aqui

(Texto-6, continuação): então alguns desses cientistas aqui tão no texto que nós lemos da prática científica é considerado um marco essencial porque nessa época observa-se o surgimento da Ciência em torno do século XVI-XVII e isso ocorreu porque alguns cientistas como tá aí Copérnico Bacon Descartes Galileu e outros começaram a realizar o que se pode chamar de procedimentos que faz parte de pesquisas a partir de bases teóricas, pensamento racional e com o aperfeiçoamento dos instrumentos puderam realizar às vezes seus experimentos e testar as suas hipóteses que levaram a validação e aperfeiçoamento ou não dos princípios leis e teorias propostas (.). O que eles criaram e explicaram mudaram as crenças aceitas e acho que a mais conhecida foi essa que rompeu com a ideia que a Terra não é o centro do universo (.). antes do marco da Ciência o conhecimento era focado em experimentos sem uma base racional era uma mistura de conhecimento prático e tinha relações com explicações místicas que fogem aos procedimentos de Ciência (//) como o próprio texto diz algumas pesquisas foram para dar respostas a problemas sociais ou seja gerar resultados (//) desde o início então nessa época com o desenvolvimento dessas formas de tratar os fenômenos como por exemplo os cientistas estavam interessados em quais eram as causas dos fenômenos por que isso ocorre na natureza (?) buscavam conhecimentos fazendo perguntas como (//) qual a origem dos seres vivos por que os alimentos se decompõem o que é a luz a eletricidade por que as coisas se transformam o que causam as doenças etc. então a busca de respostas para essas questões eles propunham as suas hipóteses faziam previsões e as vezes pesquisavam durante anos e faziam observações sistemáticas (//) mas eles criavam um método para a sua testagem que tinham relação ou não com o que eles projetavam surgiram ou aperfeiçoavam se os modelos que eram previstos (.). então

vocês vão ver nesses modelos que eu passei (//) que as entidades da Ciência são diferentes das pertencentes a da Tecnologia (.) que entidades seriam isso (?) isso pode ser desde o método as coisas que ela produz no caso da Ciência suas representações e significados princípios e ela vai mostrar isso por exemplo através dos modelos atômicos e sua evolução que foram feitos por cientistas e não por tecnólogos (.) então vamos ver os exemplos nos exercícios (?) agora vou dar um exemplo das ferramentas de apoio que eu pedi que vocês lessem

No **Texto 6**, turno T78 foi observado que a pesquisadora reforça os pontos de diferenciação entre o que é Ciência e Tecnologia e discute sem interação com os alunos, sobre a natureza dos dois conceitos e mostra vários pontos que as distinguem sem fazer perguntas. A pesquisa foi definida como uma das características que distingue a Ciência da Tecnologia. Ela chama a atenção para a compreensão que, no início os homens faziam o conhecimento prático. A linha do tempo foi utilizada como uma forma prática de situar alguns pontos discutidos e foi estabelecido como marco, o Século XVI, representando o antes e depois do surgimento da Ciência. Mas, a introdução da linha do tempo ocorre somente após os alunos confirmarem compreensão do assunto. Existe, na nova Historiografia da Ciência, uma demarcação a partir da qual surge uma preocupação em medir, controlar, fazer previsões e explicar os por quês dos fenômenos e problemas. Foi explicado o que são as entidades da Ciência e da Tecnologia e como elas se diferenciam. A pesquisadora prossegue as explicações até que solicita aos alunos atenção para os exemplos presentes nos mini textos que são as ferramentas de apoio.

Na sequência, para ver se os alunos compreenderam, a pesquisadora faz perguntas de formas diferentes nos turnos T79 e T84 usando o exemplo da roda. Nesse trecho foi evidenciada a forma que a pesquisadora busca conectar um conhecimento distante da realidade do aluno, com um exemplo acessível à sua realidade e como essa estratégia dá sentido aos alunos, porque o exemplo utilizado tem uma forte relação de contexto com o exemplo fornecido pela aluna Aa1G1 (machado), durante a discussão anterior, conforme podem ser observados nos turnos T79 ao T86, a seguir:

T79. P: A roda surgiu antes ou depois (?) (I)

T80. Als. Antes da Ciência (R)

T81. P: E vocês lembram quem usavam as rodas (?) (I)

T82. Als: Os egípcios (R)

T83. P: ok, vários povos usaram a roda (A)

T84. P: Então vocês acham que no caso da roda tem relação com a Ciência (?) (I)

T85. Als. Não (R)

T86. P: Isso gente (A) isso foi uma coisa prática não tem haver com Ciência (//) a Ciência não existia naquela época e eles inventaram a roda porque era uma coisa útil para a vida deles para facilitar o trabalho deles. Outro exemplo do mini texto é a mumificação que era feito com vários materiais e tal eles tiravam o cérebro as vísceras

introduziam uma série de substâncias depois de um tempo eles tiravam secavam embrulhavam em bandagem tudo isso gente eles não tinham ciência era técnica usavam materiais da natureza e inventavam técnicas eles não estavam pensando em pesquisa e gerar conhecimentos tais como princípios leis não era (//) era apenas uma coisa útil para resolver problemas ok (A)

A análise dos turnos T79 a T86 demonstra que todos os alunos identificaram que a roda surgiu antes que a Ciência e estabeleceram relações com o Modelo 1, de (NIINILUOTO, 1997), ou seja Ciência e Tecnologia são conceitos diferentes e nesse caso, o uso da roda é um conhecimento prático. Isso ocorreu no turno T80 e foi confirmado no T85. A introdução dos Modelos de (NIINILUOTO, 1997), possibilita identificar, classificar e compreender diferentes relações sobre os aspectos da Ciência e da Tecnologia no processo histórico. Para isso, a pesquisadora propõe um exemplo como meio de facilitar a conexão entre o que foi proposto pelos alunos (o machado), com um exemplo presente nos mini textos, para desenvolver a estória científica e os modelos em discussão. A pesquisadora estabelece a roda, pois além de ser um objeto familiar, é conhecido e usado desde épocas remotas. Dessa forma, a roda cumpre a função de elo que ajuda a conectar idéias dos alunos com as ferramentas de apoio formadas pelos mini textos e os cinco modelos de (NIINILUOTO, 1997). A roda foi estabelecida no plano e dependia de uma idéia do aluno, para entrar na estória científica.

O trecho 06 mostra que o processo é interativo entre os turnos T79 a T86, pois ocorreu variação nos turnos. Foi observado no T78, que a estratégia de compor o **Texto 6** para explicar características da Ciência com o uso da linha do tempo contribuiu para aumentar a significação do tema. Isso vai muito além da função cronológica dos fatos que geralmente se atribui ao uso da linha do tempo no ensino. A pesquisadora utiliza a linha do tempo articulando aspectos sobre a natureza da Ciência e da Tecnologia e mostra a diferença entre o conhecimento do início da humanidade e após o marco da Ciência. Ou seja, enfatiza que no início, o conhecimento prático tem relação com a sobrevivência e não tem relação com as descobertas com características científicas. Note que os tópicos discutidos no **Texto 6**, não fazem parte do conhecimento do dia a dia dos alunos. Foi observado que embora o assunto do **Texto 6**, represente um conhecimento distante da vida dos alunos, a pesquisadora resgata e relaciona as explicações sobre as características da Ciência e da Tecnologia, a partir do questionamento feito no final do **Texto 6**, sobre a roda. Isso contribuiu para processos interativos e para os alunos compreenderem os questionamentos sobre a roda, que foram feitos de duas formas diferentes, conforme podem ser observados nos turnos T81 e T84.

As respostas a essas perguntas exigiam dos alunos uma habilidade complexa, estabelecer relação entre a linha do tempo às características da Ciência e da Tecnologia e o Modelo 1, que mostra que Ciência e técnica são independentes. Os padrões formados são I-R-P-R-A de cadeia interativa fechada e tríade I-R-A, com avaliação. Esses padrões são interativos seguindo para o extremo não dialógico, pois limitam os processos criativos (MORTIMER e SCOTT, 2002). Foi observado que ocorreu direcionamento para o desenvolvimento do plano da pesquisadora. Portanto, no Trecho 06, a abordagem comunicativa constituída é classificada como interativa de autoridade.

3.2.7 Episódio da Atividade 01: Descrição e análise, trecho 07: turnos T87 ao T103

No trecho 07, Turnos 87 a 103, a pesquisadora continua a estória científica com a intenção de desenvolver o plano (ampliar as concepções sobre Ciência e Tecnologia) com os alunos da Escola A: 1º Ano. Para isso, nesse trecho, a pesquisadora retoma a problematização dos Modelos de (NIINILUOTO, 1997) e solicita que os alunos movessem a atenção para os modelos 2 a 5, os quais foram desenhados no quadro. A pesquisadora inicialmente explica aos aluno, qual a função dos modelos e também que, essa discussão e perguntas sobre a natureza da Ciência e da Tecnologia são assuntos de interesse de muitos pesquisadores. A partir disso, ela começa a indicar e mostrar as diferenças entre os cinco modelos. Tem a intenção de explorar os exemplos propostos nos mini textos, relacionar com os modelos de (NIINILUOTO, 1997) e a linha do tempo, para ampliar e aprofundar as relações em discussão, de modo a levar os alunos a compreenderem e usarem essas ferramentas de apoio, para analisar qualquer episódio que envolva Ciência e a Tecnologia e suas relações, conforme podem ser observados nos turnos T87 ao T104, a seguir:

Trecho 07: Análise dos turnos T87 ao T104:

Nos turnos T87 e T89, a pesquisadora solicita aos alunos que utilizassem os modelos de (NIINILUOTO, 1997). Depois inicia a explicação sobre a sua importância, explica que esse conhecimento vai além de localizar as datas sobre os fatos que sucederam a História da Ciência e da Tecnologia e realça que as respostas para essas questões surgiram da problematização de muitos estudiosos. Para o desenvolvimento dos modelos foi elaborado o **Texto 7**. Inicialmente no turno T88, a pesquisadora explica

e compara cada modelo. Depois, complementa as explicações do turno T88 e enfatiza o turno T89 indagando aos alunos se a explicação facilitou a percepção que a Tecnologia veio antes. Por fim, realça novamente que o ponto de marcação o Século XVI representa que tudo que vem antes é Tecnologia e esta difere nas formas de explicar os fenômenos do mundo, conforme podem ser observados nos turnos T87 ao T89, a seguir:

T87. P: Agora peguem aquele esquema com os 5 modelos de Ciência e Tecnologia bom vou colocar no quadro os modelos e explicar

T88. P: Então, todo mundo olhando o modelo. (I)

(**Texto 7**): Então gente os autores que estudaram sobre o que é Ciência e Tecnologia vendo o que havia no passado sobre a Tecnologia houve concordância que a Ciência surgiu a partir do século XVI tá mas aí eles começaram a estudar muito e fazer perguntas como (//) foi a Ciência que gerou a Tecnologia ou foi a Tecnologia que gerou a Ciência (?) e como elas se relacionavam (?) então eles criaram esses modelos aqui (**Com:** a pesquisador indicou a figura do quadro Modelos 1 e 2) esses dois modelos aqui são chamados de dualista o que significa isso (?) olha aqui no Modelo 1 Ciência e Tecnologia são coisas diferentes cada uma delas são independentes cada uma tem seus elementos são entidades então a Ciência para entender o átomo ela tem a sua própria forma de realizar o estudo os seus próprios métodos suas técnicas a pesquisa e ela criou modelos símbolos fórmulas que explicam aquela parte da realidade para falar sobre a matéria seus componentes suas propriedades e suas alterações então as entidades da ciência é um aspecto independente da Tecnologia e isso é o Modelo 1(.)

T89. P: Então deu para perceber que a tecnologia veio antes? (I)

Então se aceita que antes do século XVI a Tecnologia veio antes houve uma mudança nos modos de explicar como funciona o mundo.

Após essa síntese, faz uma pergunta no turno T90, para os alunos identificarem se a pedra lascada era o Modelo 1 ou 2 e isso provoca um processo reflexivo nos alunos, no turno T91. A pesquisadora reformula a pergunta de forma mais clara, para: os instrumentos da idade da pedra lascada representava o dualista (Modelo 2)? Essa pergunta do T92 gera a resposta da aluna Aa1G3 no turno T93 que explica que não era o Modelo 2. No turno T94, a pergunta que tinha uma resposta no formato de escolha foi estendida a todos os alunos. Para isso, a pesquisadora faz o **Texto 8**, breve citando outros exemplos como, a escrita e a mumificação. Após, ela pergunta novamente se os exemplos são ou não independentes, ou seja se representam o Modelo 1. Essa pergunta gera o turno T95, com o enunciado de todos os alunos que concordaram que os exemplos dados são independentes. Essa associação representa a tripla confirmação dos alunos, sobre a roda associada ao Modelo 1. A confirmação ocorre também nos turnos T80 e T85, por todos os alunos Als. No turno T96, a pesquisadora fez uma pergunta mais complexa e os alunos ficaram em silêncio no turno T97. A resposta exigia que os alunos relacionassem três aspectos, a saber: associar a roda com o Modelo 1, (a roda

independente de Ciência); o Modelo 2 em que a Ciência está relacionada a Tecnologia e o Modelo 3, Ciência produz Tecnologia. Foi observado que a pesquisadora reformulou a pergunta do T96 através do **Texto 9**, pois entendeu que a reestruturação dessa pergunta poderia melhorar a compreensão dos alunos. Isso facilitou o entendimento da pergunta, que foi respondida pela aluna Aa1G3 no turno T98. A resposta da aluna Aa1G3 é uma confirmação dupla, em que ela associa a roda ao Modelo 1. A estratégia de reformular e dirigir a pergunta a aluna Aa1G3 teve a intenção de ver se os alunos estavam entendendo. Note que ocorre a alteração em uma parte da pergunta no turno T100 e a inclusão do Modelo 2. Essa mudança na pergunta facilitou a resposta. Esse turno deu origem ao turno T103, com a resposta de todos os alunos afirmando que a roda corresponde ao Modelo 1 e não ao Modelo 2. Assim, os alunos fizeram uma confirmação quádrupla de associar a roda ao Modelo 1. A resposta dos alunos no turno T103, gerou o turno T104, em que a pesquisadora enuncia o **Texto 10**, entendendo que os alunos sabiam diferenciar entre os Modelos 1 e 2. Depois que os alunos confirmaram que entenderam os exemplos vistos incluindo a roda, a pesquisadora sistematiza e generaliza marcando a linha do tempo, como uma espécie de marco divisor, em que se pode ver a diferença entre o que é o que não é Ciência, conforme podem ser observados nos turnos T90 ao T104, a seguir:

T90. P: e a gente já viu aqui na linha do tempo (**Com:** a pesquisadora apontou para o desenho do quadro) que olhando por esse Modelo 1 como fica a invenção da pedra lascada a invenção dos objetos da pedra lascada, foi exemplo do modelo 2 (**I**)

T91. Als: Silêncio. (**R**)

T92. P: A invenção da roda a gente pode associar no modelo dualista? Sim ou não? (**I**)

T93. Aa1G3: Não naquele momento não era esse modelo porque ela é um coisa separada (**R**)

(**Com:** essa ideia foi confirmada pelos Als nos turnos T80 e T85)

T94. P: Quem acha que Modelo 2 (?) (**I**)

(**Texto 8**): Olha os autores sempre falam para a gente analisar o momento histórico para concluir a gente vai analisar a invenção da roda da pedra lascada da mumificação a escrita são exemplos de coisas independentes ou é um processo relacionado

T95. Als: É independente (**R**)

(**Com:** tripla confirmação sobre a roda $\leftrightarrow$ Modelo 1, vide turnos T80 e T85)

T96. P: (**Texto 09**): Gente pode-se dizer que a roda é uma coisa independente? A tecnologia independe da Ciência ou a Tecnologia é o produto da Ciência? (?)

T97. Als: silêncio. (**R**). (**Com 51:** não respondeu, mas já tinham confirmado em **T80** e **T85**).

T98. P: Olha aqui gente esse Modelo 2 (**Com:** P apontou o modelo no quadro) que também é dualista: diz que Tecnologia é uma coisa e Ciência é outra mas elas estão relacionadas. No caso da roda eu posso dizer que a tecnologia estava relacionada com a ciência? (**I**)

T99. Aa1G3: Não. (**R**)

(**Com 53:** dupla confirmação roda $\leftrightarrow$ Modelo 1 para a roda)

T100. P: Não (A) então naquele momento era o Modelo 1(?) (I) Ela é independente, uma coisa separada. Quem acha que é 2? (I)

T101. Als: É 1 (R)

(Com 54: Confirmação quadrupla roda ↔ Modelo 1)

T102. P: Olha para concluir a gente tem que ver sempre a história (.) A gente vai analisar a invenção da roda da mumificação da escrita se ela é um processo independente ou é o processo que tem relação (A)

T103. Als: ela é independente, não tinha ciência. (R)

(Com 56: Confirmado cinco vezes a relação roda ↔ Modelo 1)

T104. P: Então gente agora a partir do modelo (Texto 10) se antes não havia Ciência então tudo o que foi inventado antes desse período pode-se se dizer que foi um conhecimento prático e não pode ser o Modelo 2 pois nesse modelo a Ciência se relaciona com a tecnologia

No trecho 07, referentes aos turnos T87 ao T104 foi observado que a pesquisadora desenvolve um enunciado longo da estória científica, em que foram introduzidos aspectos novos, com o uso da estratégia de compor os Textos 07 a 10 para desenvolver os modelos. Ocorre a articulação com palavras e idéias já ditas em trechos anteriores. Ela explica que os modelos são formas de representar e dar respostas sobre o tema C&T e muitos estudiosos fazem as mesmas questões que estavam sendo desenvolvidas na Atividade 01. A introdução dos Modelos 1 e 2 dualistas contribuiu para diferenciar a Ciência da Tecnologia, pela discussão sobre o significado de entidades. Isso possibilitou estabelecer quase um consenso sobre a idéia que a Tecnologia precedeu a Ciência. Conforme foram estabelecidos os Modelos 1 e 2 com novos exemplos dos mini textos, ela resgata e faz uma relação com exemplos definidos pelos alunos e enuncia várias perguntas solicitando que os alunos fizessem uma leitura das coisas ditas com os novos (os Modelos 1 e 2). Foi evidenciada a formação de perguntas que foram complexas para os alunos e a pesquisadora faz intervenções e modifica a sequência destas ou altera algum aspecto. Isso contribuiu para compreensão dos alunos que forneceram respostas, as quais foram confirmadas por cinco vezes considerando outras passagens. Mas, é importante dizer que, em cada situação em que ocorreram concordâncias ou não, as perguntas e o contexto eram diferentes, ou seja, novas relações, exemplos e perguntas de formatos diferentes contribuíram para atingir os objetivos. Isso sinaliza que os alunos estavam atentos e mostravam posicionamentos em relação a discussão. Isso pode ser explicado por:

A concordância é uma das formas mais importantes de relações dialógicas. A concordância é muito rica em variedades e matizes. Dois enunciados idênticos em todos os sentidos (“belo clima!” – “belo clima”), se realmente são dois enunciados pertencentes a diferentes vozes e não um só enunciado, estão ligados por uma relação dialógica de concordância. Trata-se de um

determinado acontecimento dialógico nas relações mútuas entre os dois e não de um eco. Porque também também podia não haver concordância, etc. BAKHTIN, 2015, p.331) .

Na sequência discursiva do trecho 07, turnos T87 ao T104 foi observado interação com a formação de cadeia longa aberta com o formato I-R-I-R-I-R.. ou seja, sem avaliação no final. Esse formato de cadeia representa dialogia, aceitação da fala e que a pesquisadora e os alunos formularam e desenvolveram perguntas e respostas autênticas. Cada enunciado representa um texto não unívoco, ou seja, no processo de compreensão os alunos transformaram as palavras, a pesquisadora reformula as suas perguntas e resgata coisas ditas e aceitas inserindo-as no novo contexto mostrando que foi necessário fazer a re-contextualização no processo de mediação, que culmina na compreensão de todos os alunos. Dessa forma, foi observado que o discurso é interativo e a abordagem comunicativa é classificada como interativa/dialógica. A formação de padrões dialógicos no Trecho 07 demonstra que independente do discurso estar sendo enunciado de forma solitária como no Turno T88, as relações estabelecidas com as idéias novas e as já existentes promoveram interações que foram articuladas no T90, com as idéias dos alunos mostrando que o horizonte conceitual deles foi contemplado. Além disso, foram propostas e discutidas perguntas autênticas entre os professores e os alunos. Portanto, no Trecho 07, nos turnos T87 ao T104, o discurso entre a pesquisadora e os alunos da Escola A: 1º Ano pode ser classificado como, abordagem comunicativa interativa e dialógica.

3.2.8 Episódio da Atividade 01: Descrição e análise, trecho 08: Turnos T105 a T123

No trecho 08, turnos T105 ao T123, a pesquisadora continua a estória científica com a intenção de desenvolver o plano (ampliar as concepções sobre Ciência e Tecnologia) com os alunos da Escola A: 1º Ano. Para isso, nesse trecho foi desenvolvido o Modelo 2, de (NIINILUOTO, 1997). Ela inicia a estória científica no turno T105 e desenvolve a explicação do exemplo dos mini textos sobre a anestesia, compondo o **Texto 11**. Após o relato sobre o tema anestesia, a pesquisadora faz uma série de perguntas aos alunos para ver se eles estabeleceram relações para compreender o Modelo 2. O processo provoca interações entre a pesquisadora e vários alunos para a compreensão. Neste trecho foi observado que uma aluna interpreta de forma errônea um aspecto sobre o desenvolvimento da anestesia, porém a aluna teve uma argumentação

coerente para a sua idéia. Para elucidar tal interpretação a pesquisadora formula e complementa as perguntas com falas explicativas elaboradas com base no **Texto 11**, de forma que possibilitasse a aluna AaiG3 a rever as suas idéias e preencher as lacunas existentes, para outra interpretação mais coerente.

Trecho 08: Análise dos turnos T105 ao T123

O turno T105 evidencia o desenvolvimento do Modelo 2 de (NIINILUOTO, 1997). A pesquisadora utiliza a estratégia de composição do **Texto 11** para desenvolver esse modelo que faz parte do plano, e explora o exemplo da anestesia que tem relação com vários aspectos sobre o que é Ciência e o que é Tecnologia. A pesquisadora desenvolve um trecho longo sobre um assunto desconhecido dos alunos. Depois faz perguntas, conforme podem ser observados nos turnos T105 ao 107, a seguir:

T105. P: Agora vamos ao MODELO 2. O modelo 2 tem relação com o exemplo da vacina, a lâmpada. **(F)**

(Texto 11): Então aconteceu que inúmeras pessoas eram operadas ou extraíam dentes e sofreram muito com dores não havia anestesia até que o óxido nitroso (N_2O) foi sintetizado por um cientista inglês chamado Priestley na Inglaterra (//) só que quando ele produziu essa substância ele estava pensando em usá-la como um conservante em alimentos (//) aí ele testou as propriedades mas ele viu que não serviu e ele abandonou esse estudo não tinha aplicação (//) depois disso um contemporâneo e amigo de Priestley farmacêutico passou a trabalhar no laboratório desse cientista e fazia experiência com gases ele fez uma experiência com o óxido nitroso em si mesmo e ficou intoxicado e viu que ele não tinha dor quando utilizava essa substância (//) ele concluiu que ela era anestésica mas essa ideia não foi aceita (//) essa substância que é um gás tinha efeito de provocar o riso e foi chamada de gás hilariante.

T106. Als: (Com 59: todos os alunos deram muitas risadas)

T107. P: (Texto 11 continuação): Isso (A) (//) essa substância tinha ação sobre o sistema nervoso a pessoa não sentia dor e começava a rir só que isso ficou no esquecimento ele abandonou esse estudo (.) Então um ex-estudante de medicina dos EUA tomou conhecimento desse gás e de suas propriedades anestésicas e começou a fazer palestras sobre o assunto e a fazer demonstrações em espetáculos viajando por várias partes do país (//) nesses espetáculos algumas pessoas inalavam e ficavam eufóricas em um dessas demonstrações uma pessoa inalou o gás ficou sob efeito e acabou se ferindo mas não sentiu dores (.) Na platéia havia um dentista que ao presenciar o acontecimento associou ao óxido nitroso uma propriedade anestésica e ele se submeteu a extração do seu próprio dente com essa substância e obteve um bom resultado e a partir disso ele passou a aplicar em várias pessoas visto que ele era um dentista (//) só que ele resolveu divulgar isso fazendo uma demonstração na Universidade que credencia novas descobertas mas ele foi mal sucedido pois injetou uma dose insuficiente e o paciente que se submeteu a extração de um dente sentiu muita dor (//) com essa experiência ele ficou desacreditado e nunca mais recuperou e além disso teve outras experiências de insucesso (//) mas ele tinha um amigo que teve motivação para dar continuidade porém ele se atentou para as dosagens e aplicou com maior cuidado e utilizou outra substância menos tóxica e mais potente e já conhecida há muitos anos porém não utilizada o vapor de éter sulfúrico (//) ele também fez uma demonstração em uma cirurgia mais complicada e obteve sucesso que foi muito divulgado tornando conhecido o nascimento da anestesia (.) Mas depois surgiram mais

peessoas como um médico que já havia aplicado o éter em operações como anestésico há seis anos antes desse evento porém não fez a divulgação de sua descoberta com isso houve uma disputa interminável para definir quem foi o descobridor da anestesia por quatro pessoas o primeiro dentista que não teve sucesso o segundo dentista e estudante de medicina que fez uso e divulgou com sucesso um terceiro era um químico que sugeriu o uso do éter e reivindicou fazer pesquisas com essa substancias há muito tempo e o quarto um médico que era desconhecido e vinha usando o éter em muitas cirurgias com sucesso mas nunca divulgou (.) Com a divulgação feita pelo segundo dentista a anestesia passou a ser utilizada nos EUA Europa e espalhou-se mundialmente (.) Por longos anos houve uma disputa pela patente mas o mérito não foi definido visto que de alguma forma todos os quatro contribuíram no estudo ou na aplicação da anestesia com todos os erros e acertos isso ficou conhecido como a controvérsia sobre o éter (.) Assim as quatro pessoas tiveram diferentes reconhecimentos em partes do mundo diferentes de diferentes formas

No turno T105 a pesquisadora explica o Modelo 2 (dualista), ou seja a Ciência e a Tecnologia são independentes, mas existe uma relação entre elas. A composição do **Texto 11**, com o uso dos mini textos sobre a descoberta da anestesia permite explorar várias características do Modelo 2. A abordagem desse tema facilita entender que a Ciência é uma atividade dinâmica, uma construção humana no contexto social determinado. Dessa forma, pode ser observado nesse turno, que a pesquisadora desenvolve idéias que mostram vários aspectos das relações do contexto em que, de um lado existe um problema social, a falta de uma substância anestésica eficaz em procedimentos médicos e odontológicos; de outro um aspecto histórico sobre as propriedades anestésicas que já eram conhecidas, mas não eram aplicadas para esse fim; um terceiro aspecto mostra que essa substância fez parte da pesquisa científica e depois foi abandonada. Mostra também as propriedades dos materiais e fins de aplicação; a observação diferenciada de profissionais da saúde como, dois dentistas, um médico e um químico; a investigação empírica; procedimentos e mudança na aplicação; a visão de erros naquele contexto; o papel da divulgação na atividade científica e a disputa pelo reconhecimento da descoberta ou uso; o conhecimento acadêmico sobre as propriedades desses materiais e a esfera política. A explicação desse episódio sobre a anestesia no T105 evidencia que houve uma preocupação em destacar que inicialmente havia uma linha de estudos científicos que projetou e sintetizou o óxido nitroso para certos fins por um cientista, mas, a pesquisa foi abandonada devido à substância não ter tais propriedades previstas. Depois, mostra uma descoberta nova sobre o óxido nitroso, por outro cientista contratado nesse mesmo laboratório de pesquisa, para testar a propriedade dos gases, o qual sugeriu que o óxido nitroso poderia ser útil em operações cirúrgicas, devido a propriedades anestésicas e o efeito riso (gás hilariante). Mas, tal

idéia não foi aceita. Outro ponto importante que pode ser identificado neste turno é a intenção de retratar que a essa substância até ser reconhecida pela academia para tais fins, migrou do laboratório de pesquisa para os espetáculos públicos, como gás do riso, até que, em uma das demonstrações públicas, ocorreu um acidente com uma pessoa da platéia, e um dentista presente no local associou a ausência de dor ao efeito anestésico do óxido nitroso. A partir daí ocorre uma sucessão de fatos históricos, que mostram uma série de testes em humanos, para fins de extração de dentes e em cirurgias complexas. O desenvolvimento do **Texto 11** mostra também que as pessoas que utilizaram a anestesia submeteram seus conhecimentos a demonstração em hospital de referência que credencia as novas práticas propostas e que houve erros que levou ao descrédito e a exclusão de um dentista do meio profissional. O trabalho prosseguiu por outro dentista que realizou novos testes com outro material e dosagens (o uso de vapor de éter sulfúrico). Isso deu bons resultados, foi aprovado, reconhecido e divulgado nascendo assim à anestesia. Além disso, a discussão desse tema permite aos alunos conhecerem e pensarem que, até a anestesia ser aceita ocorreu um processo longo, marcado por várias adversidades que envolveram quatro pessoas: dois dentistas, um químico e um médico e que nem todas as pessoas se conheciam. A pesquisadora finaliza o **Texto 11** e acrescenta que ocorreu uma disputa pelo mérito da descoberta ou uso da anestesia e da patente. Mas, não foi estabelecido o consenso em relação a quem atribuir o mérito quanto a questão e o caso ficou conhecido como a controvérsia sobre o éter. As quatro pessoas são retratadas como homens que deram uma grande contribuição a descoberta/uso da anestesia.

No turno T105 é evidente que o conteúdo sobre a anestesia não faz parte do conhecimento que as pessoas possuem, ou são muito vagos. A pesquisadora desenvolve o tema como uma mini palestra explicativa que foi interrompida no turno T106, porque grande parte dos alunos acharam engraçado a passagem que mostra a auto aplicação do óxido nitroso pelo cientista e seu efeito anestésico. A reação dos alunos leva a pesquisadora a realçar os efeitos que o óxido nitroso causa nas pessoas, e destacar que na época, esse conhecimento passou a representar a descoberta da propriedade do óxido nitroso testado na prática, mas não foi aceito inicialmente no meio acadêmico. Conforme a pesquisadora finaliza a explicação sobre a anestesia, ela faz questionamentos para ver se os alunos compreenderam e se eles estabeleciam relações com o Modelo 2, conforme podem ser observados nos turnos T108 ao T123, a seguir:

T108. P: Então alunos, no caso da anestesia a gente pode dizer que a Tecnologia é o modelo 2 (?) **(I)**

T109. Aa1G1: É a ciência **(R)**

T110. P: O que vocês acham nesse caso o que veio antes a Tecnologia ou a Ciência (?) **(I)**

T111. Aa1G1: Ciência **(R)**

T112. Aa1G3: Tecnologia. **(R)**

T113. P: Quem falou Tecnologia (?) **(A)**

T114. Als: foi a **Aa1G3 (R) (Com 61:** todos os alunos falaram e apontaram a aluna Aa1G3)

T115. P: **Aa1G3** por que você acha que foi a Tecnologia? **(I)**

T116. Aa1G3: porque eles não fizeram um estudo sistemático sobre o gás se eles tivessem feito um estudo sistemático eles saberiam que ia dar uma reação no dente do indivíduo cientista não erra **(R)**

T117. P: Tá mas quem começou com um estudo sistemático foi o inglês Priestley só que ele estava pensando em usar como conservante e nesse caso da anestesia houve erro na dosagem na precisão **(F)**

(Com: P retomou ideias do **T105**, mostrando que ela estava se referindo ao erro de dosagem, enquanto a fala da aluna **Aa1G3** indica que ela faz referência que se em procedimentos científicos não ocorrem falhas)

T118. Aa1G3: Tá, então ele fez **(R)**

T119. P: Só que não serviu para ser um conservante de alimentos mas o colega dele que também era um estudioso descobriu ele acreditava que pelas propriedades do material ele poderia ser anestésico e ele fez a experiência com ele mesmo **(F)**

(Com: P recontou, reforça o T115 que tem relação com a controvérsia da anestesia reforçando o T105)

T120. Aa1G3: Ah ..então a ciência veio antes **(R)**

T121. P: Então alunos foi Tecnologia antes ou um processo de Ciência (?) **(I)**

T122. Als: foi ciência **(R)**

T123. P: Então nesse caso a gente diz que a Ciência veio antes e foi aplicada e isso melhorou muito a vida das pessoas

Foi observado nos turnos T108 ao T123, que a intenção do questionamento do T108 consistia em saber se os alunos compreenderam e relacionavam o novo tema ao Modelo 2. Isso gerou a resposta no turno T109, da aluna Aa1G1 que associa esse exemplo a ideia a Ciência precedeu o uso da anestesia. No turno T110, a pesquisadora pergunta de outra forma para ver se os alunos identificaram o que veio antes Ciência ou Tecnologia. Surgiram duas respostas. A resposta no turno T111 da aluna Aa1G1, afirma que Ciência veio antes e no turno T112, a aluna Aa1G3 fornece uma resposta com a ideia que a Tecnologia veio antes. Isso gerou o turno T113, em que a pesquisadora pergunta quem pronunciou a resposta do turno T112. Todos os alunos Als. indicaram que foi a aluna Aa1G3, no turno T114. A pesquisadora, no turno T115, pede explicação para a aluna Aa1G3 sobre o por quê ela atribuiu tal resposta. No turno T116 a aluna Aa1G3 explica que não considera como processo científico, porque se houvesse um processo sistemático de pesquisa (associado a dosagem certa, cuidados) não teria acontecido o acidente, ou seja, a previsão evita os erros. Ela considerou que o dentista

fez o procedimento de forma empírica por tentativas. Ao mesmo tempo, mesmo que fosse um processo científico não implica que não possa dar erro, ou ter uma reação. A aluna passa a idéia que a Ciência tem um controle total sobre os efeitos e que a Ciência é infalível. A resposta da aluna Aa1G3 gerou a resposta da pesquisadora no T117, que retoma os turnos T105 e T107 retrocedendo ao estudo inicial de Priestley para mostrar que essa substância começou por um estudo científico e destaca que esse caso tem relação com erro de dosagem e não da propriedade anestésica. No turno T118 a aluna Aa1G3 concorda com a resposta da pesquisadora. Mas, foi observado que a aluna não estava muito convencida com essa idéia do turno T117. Então, a pesquisadora atenta para um complemento essencial que poderia ter sido formulado no turno T117 e retoma uma parte da explicação feita no turno T105, sobre essa questão e formula um feedback no turno T119, explicando que a pesquisa inicial não foi confirmada para ser um conservante de alimentos e o conhecimento da propriedade anestésica surge com o colega deste cientista, que fez uma aplicação da substância em si mesmo. Além disso, ele sugere a existência dessa propriedade, até então desconhecida. Esse feedback altera a resposta da aluna Aa1G3. Isso foi observado pelo tom da resposta formulada pela aluna Aa1G3 no turno T120, que foi diferente da resposta não muito satisfeita no turno T118 e ajudou a tirar a dúvida formulada pela aluna no T116. Depois a pesquisadora dirige a pergunta a todos os alunos da sala no turno T121, os quais deram uma resposta afirmativa mostrando um entendimento geral, no turno T122. No turno T123, a pesquisadora foi convencida que os alunos compreenderam o exemplo da anestesia. Ela resolve finalizar o assunto, ressaltando que a Ciência veio antes e foi aplicada e isso melhorou muito a vida das pessoas. No fechamento realça que a anestesia é um exemplo de transição Tecnologia/Ciência.

No Trecho 08, turnos T105 ao T123, foi evidenciado que as formas de intervenções utilizadas pela pesquisadora ajudou a articular as intenções e os conteúdos e a ajudar os alunos a construírem o Modelo 2 que faz parte de um dos modelos de interpretar o que é Ciência e o que é Tecnologia. Formou-se uma longa cadeia com padrões do tipo I-R-I-R-R-I-R-I-R-F-R-F-R-F-I-R. Os padrões representam processo interativo devido à alternância de turnos. A sequência das interações foi desencadeada quando a pesquisadora inicia a estória científica com perguntas para identificar se os alunos estabeleciam relações da anestesia com o Modelo 2, de (NIINILUOTO, 1997) através de questões que exigiam avaliar se, no caso da anestesia, a Tecnologia antecedeu ou não a Ciência. Foram observadas duas posições contrárias. A aluna

Aa1G1 identifica e confirma a ideia certa e em outro enunciado todos os Als. também emitiram a mesma compreensão que atribui que é um caso de Ciência. A outra posição foi enunciada pela aluna Aa1G3 que atribui o caso da descoberta da anestesia a Tecnologia. A pesquisadora solicita uma explicação da resposta da aluna Aa1G3 que explica que ela caracteriza a anestesia como Tecnologia porque ela entendeu que se fosse Ciência não poderia ocorrer falhas. A pesquisadora emite feedbacks que constituem diálogos autênticos com a aluna Aa1G3 e os alunos Als. Assim formou-se uma cadeia com padrões do tipo I-R-F-R-F-R... aberta, os quais constituíram a abordagem comunicativa interativa dialógica.

3.2.9 Episódio da Atividade 01: Descrição e análise, trecho 09: Turnos T124 a T126

No trecho 09, turnos T124 ao T126, na sequência discursiva do desenvolvimento da história científica com a intenção de ampliar as concepções dos alunos sobre o que é Ciência, o que é Tecnologia, a pesquisadora usou as ferramentas de apoio para o ensino/aprendizagem do Modelo 3. Para isso, a estratégia foi construir os **Textos 12 e 13** para fazer os questionamentos. O **Texto 12** representa retomar as coisas já vistas tais como o Modelo 1 e discutir e estabelecer a diferenciação em relação a outros modelos já vistos. No **Texto 13** a pesquisadora retoma e reforça sobre o sentido do uso da linha do tempo, e enfatiza mais uma vez que esse instrumento é eficaz, a partir do momento que se têm as noções dos modelos, conforme podem ser observados nos turnos T124 ao T126, a seguir:

Trecho 09: Análise dos turnos T124 ao T126

No Trecho 09, turnos T124 a T126, a pesquisadora continua a história científica com a intenção de ampliar o plano (ampliar as concepções sobre Ciência e Tecnologia) com os alunos da Escola A: 1º Ano. Para isso, nesse trecho foi desenvolvido o Modelo 3, de (NIINILUOTO, 1997). Ela utiliza a estratégia de composição dos **Textos 12 e 13**, que são os feedbacks construídos no contexto, para ajudar os alunos da Escola A: 1º Ano a estabelecerem relações entre os exemplos e o modelo. No turno T124 a pesquisadora solicita aos alunos que acompanhassem a ideia desenhada no quadro, referente ao Modelo 3, chamado de monista. Depois faz o **Texto 12**, propondo uma afirmação e uma dúvida. A afirmação tem o significado de: a Tecnologia é o resultado

da Ciência, será isso mesmo? No turno T125, a aluna Aa1G3 disse que essa frase não é verdadeira e ainda ressalta que esse assunto já estava conversado. A pesquisadora concorda com a aluna no turno T126 e finaliza o assunto com o **Texto 13** e lembra que a linha do tempo também confirma isso, tudo que vem antes do marco da Ciência é Tecnologia, conforme podem ser observados nos turnos T124 a T126, a seguir:

T124. P: Olha aqui gente agora vamos ver os modelos monistas esse Modelo 3 quer dizer (**Texto 12**): a Tecnologia só existe porque existe a Ciência quer dizer que se não existe o processo de Ciência não existe Tecnologia será isso (?) (**I**) A gente pode dizer isso para a roda (?) (**I**)

(**Com 65: P** Introduziu um novo modelo, mostrando as diferenças no quadro. Depois retomou o exemplo da roda, porque esse exemplo é familiar ao aluno e possibilita uma conexão)

T125. Aa1G3: Não professora a gente acabou de falar que essa Tecnologia veio antes ela não depende da outra (**R**)

T126. P: Sim claro já falei só é para vocês familiarizarem (**A**)

(**Texto 13**): olha então se você usar a linha do tempo a partir daqui tudo que veio antes da Ciência não pode ser esse modelo 3 a Ciência gerou a Tecnologia porque não havia ciência nessa época ok (?) (**I**)

O Trecho 09, nos turnos T124 a T126, a discussão sobre o Modelo 3, ocorreu apenas em três turnos e seguiu o padrão I-R-A. A resposta da aluna a pergunta da pesquisadora indica que a identificação da Ciência e da Tecnologia com o uso do Modelo 3 estava consolidado. O enunciado da aluna Aa2G3 gerou o turno T126 e mostra que a pesquisadora entendeu o enunciado. Para finalizar ela retoma a idéia sobre o uso da linha do tempo e elabora o **Texto 13** e realça novamente, que o uso desse esquema permite entender que se a Ciência surgiu a partir do século XVI, e as tecnologias existem desde os primórdios da humanidade. Então, não tem lógica pensar que a Tecnologia é produto da Ciência e tudo o que veio antes é Tecnologia. O desenvolvimento do trecho 09 evidencia que para estabelecer o avanço e incluir o Modelo 3, a discussão foi conduzida como um assunto de revisão e pela recontextualização das perguntas associadas ao conteúdo tratado. Isso deu origem à formação do padrão triádico I-R-A, característicos de aula de revisão. Portanto, no Trecho 09, o discurso constituiu uma abordagem interativa de autoridade.

3.2.10 Episódio da Atividade 01: Descrição e análise, **Trecho 10:** Turnos T126 a T135

No Trecho 10, nos turnos T126 a T135, a pesquisadora continua a estória científica com a intenção de desenvolver o plano (ampliar as concepções sobre Ciência

e Tecnologia) com os alunos da Escola A: 1º Ano. Nesse trecho, a abordagem dos Modelos seguiu a sequência organizada no texto de ACEVEDO DÍAZ (2002). Dessa forma, na sequência a ordem da discussão seguiu: os Modelos 5 e 4 referentes aos cinco modelos de (NIINILUOTO, 1997). A discussão se articula com a revisão dos Modelos 1 a 3 e após foi feito o fechamento do assunto. A pesquisadora utiliza como estratégia para desenvolver a estória científica a composição dos **Textos 13 a 16**. O desenvolvimento dos textos introduziram os novos modelos e exemplos da história da C&T, os quais foram articulados aos modelos e exemplos. O foco nesse trecho foi o conteúdo dos mini-textos de apoio: o Projeto Manhathan e a máquina a vapor. Depois foi feita uma comparação entre os vários exemplos e os Modelos 1, 2 e 3, para reforçar e finalizar a discussão. Inicialmente nesse trecho ocorreu a introdução do assunto sobre o Modelo 5, uma pausa e algumas perguntas que formaram a dinâmica da sequência discursiva, conforme podem ser observados nos turnos T126 ao T134, a seguir:

Trecho 10: Análise dos Turnos T126 ao T135

No Trecho 10, turnos T126 a 135, a pesquisadora desenvolve o Modelo 5, de (NIINILUOTO, 1997), através da estratégia da composição do **Texto 13**, cujo conteúdo é o Projeto Manhattan. Ela faz uma explanação sobre o contexto do surgimento, o significado e a evolução da Macrocência até o surgimento da Tecnociência, explicando o significado do Modelo 5. O desenvolvimento do conteúdo não corresponde ao universo conceitual do aluno, mas faz parte de mídias populares. A abordagem do Modelo 5 mostra que a pesquisadora introduz o Modelo 5, pausa e faz perguntas nos turnos T127 ao T133, para introduzir o conteúdo, os quais provocaram interesse e interação. Dando sequência no turno T134, a pesquisadora elabora o **Texto 14** e desenvolve todo o conteúdo do Projeto Manhattan até o turno T134, conforme podem ser observados, nos turnos T126 a T134, a seguir:

T126. (Texto 13: continuação): Agora vamos ver este Modelo 5 Tecnociência é um modelo que diz assim no começo ela tinha um nome que era Macrocência e aí eu dei esse exemplo a Macrocência que surgiu da união entre a Ciência e a Tecnologia (//) foi todo um investimento de pesquisa reunindo cientistas físicos químicos engenheiros pessoas da sociedade militares autoridades etc. em prol de uma causa social neste caso aqui foi para fins militares então o Projeto Manhattan gente foi um exemplo de Macrocência porque até então o que se sabia eu vou colocar aqui em cima no quadro era que $E=mc^2$

T127. P: Então gente até então o que se sabia é que havia o conhecimento de Einstein que matéria se transformava em energia isso ficou representado assim $E=mc^2$ vocês já ouviram falar nisso isso tem haver com o que (?) (I)

T128. Als: Silêncio total (**R**)

T129. P: Alguém ensaiou falar alguma coisa (?) (**I**)

T130. Als: (**Com 67:** todos os alunos conversam entre si sobre o assunto)

T131. P: um cientista famoso lembram-se dele (?)

(**Com:** essa fala é do professor regente)

T132. Ao1G3: foi o Einstein (**R**)

T133. Als: R (**Com:** todos os alunos conversam entre si sobre o assunto)

T134. P: Sim (**A**) vou explicar de uma forma simples o **Modelo 5** de C&T tá

(**Texto 14**) eu vou explicar de uma maneira simples e isso tem haver com química também ele era físico (//) olha quando você relaciona a massa com a velocidade da luz ao quadrado gera energia então o Einstein foi um cientista que fazia experimentos mentais tá (?) ele não fez experiência sobre isso mas ele pensava assim o que acontece quando um corpo um material com uma massa que ele chamou de 'm' se deslocar a velocidade da luz ao quadrado (?) Ele concluiu que a massa se transforma em energia isso foi em 1905 aí ele foi entrevistado e falaram assim mas como fazer isso tá perto de conseguir isso (?) Einstein sorriu e disse não (!) é muito difícil fazer isso mas se a massa se mover com a velocidade da luz ela vira energia (.) mas nós estamos muito longe de conseguir isso mas isso é algo previsto (.) Então aí nós temos o conhecimento, mas não a tecnologia ele nem estava pensando nisso (.) Só que gente o que aconteceu lá no ano de 1940 (?) a gente estava no período da II Guerra Mundial e o Einstein que morava nos EUA recebeu uma visita de um amigo físico da Alemanha ele falou olha vocês tem que fazer alguma coisa porque a Alemanha estava vencendo a guerra e os alemães estão muito próximos de inventar a bomba atômica eles já estão fazendo testes (.) nessa hora o Einstein fez uma carta e enviou ao presidente Roosevelt e disse para ele tomar uma ação pois no caso eles dominariam porque eles tinham um pensamento autoritário e racista porque milhões de judeus já tinham sido perseguidos e mortos e eles já tinham invadido vários país e (//) e foi nesse contexto que surge o Projeto Manhattan então tá aqui nesse texto que eu entreguei a vocês (.) O Projeto Manhattan é um exemplo de Macrociência que evoluiu para Tecnociência com o passar dos anos (.) O que significa gente (?) (//) olha tinha a Ciência mas ainda não tinha a Tecnologia e todos ali em três laboratórios super especializados eles passaram a trabalhar com aquele material radioativo, no caso o Urânio 235 de difícil purificação. Eles tiveram que criar as tecnologias os mecanismos o material anti-detonante tudo isso foi uma inovação fantástica que mobilizou engenheiros tecnólogos cientistas e envolveu cento e trinta mil pessoas comuns jovens na faixa de 20 anos para controlar o processo a cada minuto e aquelas máquinas que geravam ali todo o processo no reator nuclear (//) então gente macrociência é quando existe um problema de interesse que precisa reunir especialistas em pouquíssimos laboratórios é o caso do projeto Genoma do OGM ou para o controle de doenças como o zika vírus envolve pessoas e laboratórios e recebem uma boa parte do PIB para gerar resultados (.) Então a Macrociência no início e depois foi se aperfeiçoando transformando na Tecnociência é um exemplo de Tecnologia associada a Ciência é uma fusão entre a Ciência e a Tecnologia principalmente a partir de 1975 ocorre a união entre Ciência e Tecnologia porque tem apoio da tecnologia que utiliza de poderosos computadores e materiais para a pesquisa científica (.)

No Trecho 10, turnos T126 ao T135, a pesquisadora compõe no turno T126, o **Texto 13**. Nesse texto, ela faz uma relação entre C & T em que enfatiza que é através dessa junção, feita com a participação de especialistas de várias áreas do conhecimento, em um contexto de problemas que surgiu o que é denominado Macrociência. Ela destaca que a Macrociência inicia com o Projeto Manhattan e foi resultado de um investimento de pesquisa que reuniu além de cientistas, pessoas da sociedade e militares

autoridades etc. em prol de uma causa social, neste caso, de fins militares para solucionar um problema mundial, a II Guerra Mundial. A pesquisadora estava ciente que o conteúdo histórico do tema é pouco explorado na escola, e, portanto não faz parte da realidade dos alunos. Mas, não é incomum, a presença de filmes e desenhos animados de ficção científica, vídeos, tele-aulas, portais eletrônicos, programas populares sobre ciências, paradidáticos, jogos e documentários com diferentes níveis de aprofundamentos, com o foco nas descobertas/estudos do cientista Einstein. Levando em consideração tais aspectos, no turno T127, a pesquisadora usa como estratégia para provocar o interesse dos alunos, algumas perguntas para ver quais as concepções dos alunos sobre o tema e também para provocar o interesse e talvez buscar re-contextualizar o seu texto. Nesse turno, enfatiza que Einstein sistematizou o conhecimento em que prevê que a matéria se transforma em energia. Ela escreveu a fórmula no quadro e pergunta aos alunos se já ouviram falar nisso e em que se aplica. Isso gerou no T128, o silêncio dos alunos. A pesquisadora insiste na pergunta, até que o aluno Aa1G3 no turno T132 declara que já ouviu falar no Einstein. Foi observado que nos turnos T130 e T133, todos os alunos conversavam entre si sobre o assunto, sinalizando que de alguma forma ouviram falar do assunto. Depois, a pesquisadora aprofunda as idéias iniciadas no **Texto 13**, e compõe o **Texto 14** e problematiza sobre o Projeto Manhattan, no Turno T134. Para isso, a pesquisadora toma como exemplo e ressalta o papel importante que desencadeou o conhecimento científico de Einstein para explicar a relação entre a Ciência e a Tecnologia que representa o Modelo 5. Em seguida, descreve, escreve e explica de uma forma simples e um esquema no quadro, que representa o aspecto central da teoria desse cientista (matéria se transforma em energia em certas condições) e enfatiza que, foi definido um conhecimento científico baseado em previsão no início do Século XX, mas, com a mudança no cenário mundial, devido a iminência da II Guerra Mundial, a previsão transforma-se em realidade em 1940, com a disputa para a produção de uma Tecnologia da produção das armas de guerra, a bomba que estava prestes a ser sintetizada pelos nazistas, na Alemanha. A pesquisadora realça que um componente que caracteriza a Macrociência é a fusão entre o conhecimento científico teórico existente e a sua aplicação e isso surgiu com os esforços em reunir diferentes especialistas no compartilhamento de conhecimentos e técnicas diversas, para resolver uma situação emergencial do problema da 2ª Guerra Mundial. Essas ações conjuntas foram usadas com a intencionalidade de redirecionar o rumo dos acontecimentos e poupar a humanidade da prepotência do nazismo,

caracterizado pelo autoritarismo e racismo. Isso representa o nascimento da Macrociência que evolui com novas configurações, pela evolução da informática, da Ciência e a reorganização do sistema capitalista culminando para o que é conhecido de Tecnociência, que em síntese é visto como a Ciência para gerar resultados.

No Trecho 10, turnos T126 ao T135 ocorreram indagações que provocaram processo interativo, os quais formaram os padrões do tipo I-R-I-R-I-R-A de cadeia fechada no final com avaliação da pesquisadora. Foi observado que nos turnos T134 e T135, a pesquisadora desenvolveu os **Textos 14 ao 16**, sobre a estória científica sem interação com os alunos. Porém, no Turno 135, ao abordar o foco do texto estabelece relações com modelos e exemplos já vistos antes, presentes nas idéias do plano e dos exemplos dados, até o fechamento da estória científica. Portanto, no Trecho 10, a abordagem comunicativa desenvolvida com os alunos da Escola A: 1º Ano classifica-se como interativa de autoridade.

Episódio da Atividade 01: Descrição e análise, **trecho 10**, continua o turno T135

O turno T135 faz parte do trecho 10. A pesquisadora continua a estória científica e desenvolve o Modelo 4, de (NIINILUOTO, 1997). Retoma todos os modelos e finaliza a estória científica. O Modelo 4 é uma concepção defendida pelos engenheiros. Nessa conceito, a Ciência é uma abstração da Tecnologia, pois a Tecnologia existe desde o princípio da humanidade. Para desenvolver a estória científica a pesquisadora compõe o **Texto 15** e faz novas relações. Assim, resgata os modelos já vistos, reexplica com novos exemplos e compara resumidamente cada modelo. Para isso, estabelece relações entre o seu texto e os esquemas dos cinco modelos que estavam desenhados no quadro. Depois, explica novos exemplos para chamar a atenção, destacando que o nascimento e a evolução da Ciência não implicou no fim do desenvolvimento da Tecnologia por si mesma. Para demonstrar isso, usa outros exemplos da História da Ciência, os quais se aceita que em vários momentos, após o marco da Ciência, a Tecnologia prosperou com pouca ou nenhuma influência dela. Isso impõe a necessidade de analisar o contexto em qualquer abordagem, para uma compreensão mais corente sobre Ciência e Tecnologia. No final desse turno, faz uma conclusão e anuncia aos alunos sobre a segunda parte da Atividade 01, que consiste na realização de exercícios, conforme pode ser observado, no turno T135, a seguir:

Trecho 10: Análise do turno 135

O trecho 10, turno T135, é uma continuação do turno T134. Feito a introdução do significado do Modelo 4, em que a pesquisadora articula as definições desse modelo retomando o exemplo dos remédios e da anestesia ela chama a atenção que esses são conhecimentos que contrariam essa idéia, ou seja, não são resultados da Tecnologia. Diante dessa concepção, a pesquisadora chama a atenção dos alunos para analisar que, se o ponto de vista defendido pelos engenheiros, às vezes parece razoável, então a história da anestesia contraria essa interpretação e causa um impasse. Por outro lado, ao analisar a invenção da roda, dos instrumentos de pedra etc. fica evidente que ocorre o mesmo descompasso, ou seja, para quem defende que Tecnologia é resultado da Ciência isso fica sem lógica. Portanto, foi observado que depois de feito essas considerações, a pesquisadora enfatiza que tudo o que surgiu antes do marco da Ciência representa Tecnologia, ou seja, não é Ciência. Após essa discussão, a pesquisadora finaliza a sua fala elaborando o **Texto 16**. Nesse texto, mostra que após essas considerações feitos pelos defensores do Modelo 4 não se pode classificar a Ciência ou Tecnologia, sem analisar o contexto. E para manter e reforçar essa fala, apresenta o exemplo da máquina a vapor. Esse tema reforça e confirma que o surgimento da Ciência não limitou o desenvolvimento da Tecnologia de forma independente, ou quase sem a sua influência. Esse exemplo é ilustrativo, pois a história mostra que a invenção da máquina a vapor é independente de conhecimento científico, pois seu inventor Thomas Newcomen era ferreiro, sem nenhuma instrução e a evolução dessa Tecnologia ocorreu com pouca ou nenhuma influência da Ciência. Depois, a pesquisadora finaliza o assunto realçando que o conceito sobre Ciência e Tecnologia sofreu mudanças e qualquer análise exige estudo do contexto, conforme pode ser observado no turno T135, a seguir:

T135: P: Agora vamos falar do Modelo 4, da relação sobre de C&T tá

(Texto 15): tem um grupo principalmente dos engenheiros que diz que é a Tecnologia que gera a Ciência é o Modelo 4 eles dizem que a Tecnologia sempre existiu que os homens não precisavam da Ciência para produzir as Tecnologias

(.) Bom dá para perceber que no passado era assim (?) só que com o avanço da Ciência por exemplo no campo da medicina houve a invenção dos remédios o conhecimento das suas propriedades (.) no caso da anestesia não foi caso de Tecnologia foi caso de Ciência então o grupo do Modelo 4 diz assim que a Ciência é uma parte da Tecnologia e a Tecnologia sempre existiu e que essas representações como princípios leis e teorias usadas pela Ciência é uma abstração da Tecnologia (//) então esse já é um outro tipo de grupo. **(Texto 16 continua):** mas então o que é que nós podemos concluir de tudo isso (?) (//) então vamos ver no final dessa folha que eu entreguei hoje para vocês aqui olha no 2º parágrafo (//) principalmente (//) eu vou só apresentar a ideia (//) o que a gente percebe em todos esses modelos e analisando a história (?) (//) os autores dizem o seguinte (//) depois vocês leiam completo (//) analisando toda a história nós temos que ter um bom senso de dizer que os significados de Ciência e Tecnologia mudaram

ao longo do tempo (//) outra coisa a Ciência e Tecnologia apesar que muitas vezes vários momentos estarem relacionadas a Ciência tem as suas próprias entidades seus métodos e suas técnicas e a Tecnologia também tem seus métodos técnicas e conhecimentos (//) então quando for classificar o que veio antes eu tenho que analisar a época então por isso que eu trouxe para vocês esses minitextos para vocês começarem a pensar como é tá (?) além disso a medida que surge a Ciência no Século XVI vocês podem perguntar (//) mas depois que surgiu a Ciência a Tecnologia sempre passa a ser produto da Ciência (?) Isso é o que passam no Modelo 2 ou 3 (//) mas a gente vai ver que no caso aí da máquina a vapor e da imprensa que nessa época já tinha Ciência só que por exemplo (//) a máquina a vapor foi criado por um ferreiro que trabalhava em minas de carvão (//) ele não tinha nenhum estudo mas ele inventou (//) e a partir da máquina a vapor dele surgiu a máquina a vapor de James Watson que era bem mais potente e a partir daí todas as embarcações locomotivas foram potencializadas no mundo inteiro e mudou totalmente a sociedade (//) desde a primeira máquina a vapor criada por Newcomen a influência da Ciência foi mínima (//) então ela foi feita por pessoa sem instrução e depois por tecnólogos e engenheiros (.) Não foi feita por cientistas (.) então dizer assim depois que surgiu a Ciência tudo era Ciência e depois vem a Tecnologia (?) Não, nem sempre. (.) então quando os autores estudaram tudo isso vamos ver que hoje está muito mais forte a Tecnociência e quando a Ciência vai estudar alguma coisa ela pensa em gerar resultados mas a gente vai ter também Tecnologias trabalhando sozinhas e vamos ter também cientistas trabalhando nos laboratórios em grupos de cientistas mas não estão necessariamente pensando em criar uma tecnologia e sim estudando alguma coisa mais abstrata então gente vai ter várias coisas (.) Olha aqui o esquema:
(Com: a pesquisadora mostrou os modelos no quadro e explicou cada modelo resumidamente):
Modelo muito forte → é Tecnociência e então temos hoje também o Modelo 1 que são as invenções sem relações com a Ciência e também é o Modelo em que a Tecnologia está muito a frente da Ciência e também existe o modelo em que a Ciência está muito mais avançada que a Tecnologia são várias situações do Modelo dualistas, independente então é para que vocês pensem (//) mas como saber (?)
tem que analisar o contexto é por isso que eu trouxe os minitextos para vocês (.) então com base nisso vamos fazer os exercícios da Atividade 1 em grupos. Então reúnam se em grupos

No turno T135, ocorreu a explicação do Modelo 4. Para isso a pesquisadora retoma os modelos vistos e discute com os alunos e compõe o **Texto 15**, ou seja, aborda o novo relacionando com o já dito, sem interação. A revisão dos exemplos foi feita sob a ótica do Modelo 4 e foi relacionada aos Modelos 1 e 2 e 3. Isso permitiu contrastar os modelos dualistas e monistas e relacionar com a pergunta feita no turno T1, a saber: O que é Ciência, o que é Tecnologia e outras como: o que vem antes a Ciência ou a Tecnologia? Essas questões fazem parte da exploração dos conteúdos essenciais que os alunos necessitam compreender para ampliar suas concepções sobre C&T. A intenção da pesquisadora é de reforçar o que já estava dito e entendido, persuadir os alunos a compreenderem todos os modelos e a ampliarem as suas concepções sobre o que é Ciência e o que é Tecnologia e atingir o propósito da atividade e completar a estória científica. Nesse turno, também foi observado que a pesquisadora se dirige a um interlocutor virtual várias vezes e ela mesma responde as perguntas e também utiliza a expressão ‘a gente’ e ‘vamos’ indicando inclusão, compartilhamento. Essa ação pode ser explicada como, uma forma de reunir todos os modelos para uma sistematização e enfatizar a conclusão do texto de apoio. O aspecto essencial ressalta sobre a importância em compreender que o significado de Ciência e Tecnologia mudou ao longo da história

da humanidade e para diferenciar e construir uma concepção mais adequada sobre o que é Ciência e o que é Tecnologia é necessário analisar o contexto.

Na discussão da Atividade 01 com os alunos da Escola A, 1º Ano do Ensino Médio, no processo de desenvolvimento da estória científica ocorreu uma articulação entre os episódios da História da C&T e os cinco modelos propostos por (NIINILUOTO, 1997). A Atividade 01 contribuiu para melhorar as habilidades dos alunos para identificar, construir e compreender melhor alguns aspectos sobre o que pode ser cada uma dessas dimensões e as suas interações CTS. Ficou evidente uma grande atenção dos alunos sobre as discussões, durante o desenvolvimento da estória científica. À medida que os alunos davam as suas opiniões, as falas eram realçadas, às vezes repetidas, inseridas e articuladas às idéias e conceitos contidas nas ferramentas de apoio da atividade, os minitextos. Essa estratégia contribuiu para provocar e manter o interesse dos alunos nas discussões durante o desenvolvimento da estória científica. Tal fato pode ser observado por todo o desenvolvimento do episódio 01 entre os turnos T2 ao T135, através de explicações sobre as diferenças entre os modelos de Ciência e de Tecnologia e os exemplos da história, os quais, alguns eram conhecidos pelos alunos, outros não. No episódio 01 da Atividade 01, ocorreu a formação de 135 turnos de enunciados. A pesquisadora participou em 73 turnos e os alunos em 62 turnos. Quanto à participação dos alunos, essas se dividiram em: frases curtas ou não, porém completas e explicativas, a saber: o aluno Ao1G3 participou em 10 turnos, a aluna Aa1G3 em 19 turnos, a aluna Aa1G1 em 07 turnos. As falas mais sintéticas ou uma única palavra ocorreram quando a maior parte da sala emitiam enunciados, Als em 25 turnos e o aluno Ao2G3 em 01. A participação de todos os alunos ocorreu por todo o episódio 01. O tipo de comunicação ocorreu através de uma palavra ou frases curtas (17 turnos), todos falando ao mesmo tempo sobre o assunto (04 turnos), gestos (02 turnos) e silêncio (02 turnos). Foi observado que os dezessete enunciados ocorreram para responder a perguntas que a pesquisadora fez a todos os alunos e quando ela propôs questões que exigiam fazer uma escolha entre duas posições. O silêncio total ocorreu quando os alunos não compreenderam a pergunta, e a participação com gestos afirmativos de concordância ocorreu uma vez para responder uma pergunta, e em um turno com muitas risadas na discussão sobre a anestesia, ocorreu por iniciativa própria. Os alunos Als. enunciaram as suas opiniões em mais de 90% vezes em que a pesquisadora solicitou posicionamentos diante de posições divergentes, propostos por outros alunos, e estavam atentos a toda a estória científica e a cada palavra dos colegas. A participação de todos

os alunos Als. com posicionamentos ocorreu quando a professora introduzia um modelo diferente e solicitava as suas opiniões. Quando os alunos participavam concordando ou não com os colegas, ou com a professora, não foi para completar uma lacuna deixada pela professora, visto que, esse assunto não fazia parte dos conhecimentos tratados e eles demonstraram muito interesse pelos temas. As elaborações curtas, porém significativas desse alunos Als ocorreram nos turnos: 38, 80, 82, 85, 95, 101, 103 122. Esses enunciados breves dos alunos são respostas a perguntas que exigia atenção ao desenvolvimento da estória científica. Isso demonstra que:

Toda compreensão da fala viva, do enunciado vivo é de natureza ativamente responsiva (embora o grau desse ativismo seja bastante diverso); toda compreensão é preche de resposta, e nessa ou naquela forma a gera obrigatoriamente: o ouvinte se torna falante, (BAKHTIN, 2015, p. 307).

Dessa forma, o texto (escrito ou oral):

é realidade imediata (realidade do pensamento e das vivências) e onde inexistente texto não há objeto de pesquisa e pensamento (...) são pensamentos sobre pensamentos, vivência das vivências, palavras sobre palavras, textos sobre textos. O autor se refere a especificidade do pensamento, voltado para pensamentos, sentidos e significados dos outros, etc. realizados e dados ao pesquisador apenas sob a forma de texto, (BAKHTIN, 2015, p. 307).

De acordo com a ferramenta analítica de análise de discurso elaborada por (MORTIMER e SCOTT, 2002), a alternância de turnos entre os participantes caracteriza um processo interativo. No episódio da atividade 01, com os alunos da Escola A, 1ºAno do Ensino Médio foi observado que ocorreu interação entre a pesquisadora e todos os alunos, em todos os trechos do episódio 01, da Atividade 01. A caracterização da comunicação constitui-se como um processo dialógico, se o professor desenvolver a estória científica contemplando diferentes vozes. Isso inclui o horizonte conceitual do aluno e não o desenvolvimento do ponto de vista do planejamento do professor. No processo dialógico ficou visível uma elaboração coletiva entre alunos e professor, ou seja, uma construção compartilhada, a partir de considerações de explicações alternativas e versões contraditórias por meio da argumentação e justificação dos alunos. Os trechos em que ocorreram a abordagem comunicativa interativas/dialógicas entre a pesquisadora e os alunos da Escola A, 1º Ano, formaram-se padrões do tipo I-R-P, I-R-F ou I-R-F-R-R os quais são representados nos Trechos: 02, 04, 05, 07 e 08. Quanto as interações de autoridade foram registradas nos Trechos 01, 03, 06, 09 e 10.

Foi observado que as interações dialógicas no desenvolvimento do episódio 1 da Atividade 01, surgiram em situações caracterizadas por: perguntas autênticas, respostas criativas, nos feedbacks para o aluno reelaborar as suas falas, na re-contextualização das perguntas e nas perguntas elicitativas que articularam a elaboração de textos criados no contexto da cadeia formada, articulados aos mini textos e os cinco Modelos de (NIINILUOTO, 1997) e em todas as frases enunciadas pelos alunos, mesmo quando reduzidas a uma palavra. Essa reflexão apoia-se nas idéias a seguir:

[...] devemos admitir que qualquer oração, inclusive a mais complexa, no fluxo ilimitado da fala pode repetir-se um número de vezes em forma absolutamente idêntica, mas como enunciado (ou parte do enunciado) nenhuma oração, mesmo a de uma só palavra, jamais pode repetir-se: é sempre um novo enunciado (ainda que seja uma citação) [...] no âmbito de um mesmo enunciado a oração pode repetir-se (a repetição, a citação de si mesma, o involuntário), mas cada vez ela é sempre uma nova parte do enunciado, pois mudou de lugar e de função na plenitude do enunciado. (BAKHTIN, 2015, p 311, 313)

Quanto aos trechos de abordagem comunicativa interativa de autoridade entende-se que ocorreram quando as cadeias formadas foram finalizadas por uma avaliação no final, e isso foi observado principalmente quando o foco seguiu um plano que não interagiu com o horizonte conceitual dos alunos. Dentre os trechos desse tipo de abordagem comunicativa, a ocorrência, por exemplo, no desenvolvimento do Modelo 5, de (NIINILUOTO, 1997) materializou-se no direcionamento para o plano, com assuntos desconhecidos dos alunos e na finalização da estória científica.

A pesquisa de (ROJO, 2001) contribui para entender os aspectos na análise discursiva que são importantes:

Uma análise que pretenda iluminar a construção do discurso e do conhecimento a partir das trocas linguísticas em sala de aula, depende de ter como base o próprio fluxo de discurso na interação (levando em conta inclusive seus aspectos supra-segmentais), o que implica adotar uma visão dialética da aprendizagem, mas também, uma visão discursivo-enunciativa da linguagem em curso na sala de aula, (ROJO, 2001, p.103).

Portanto, no tratamento das questões de discussão com os alunos do 1º Ano do Ensino Médio da Escola A, inicialmente foi observado que as opiniões, enunciados dos alunos estavam ou não de acordo com uma visão elaborada para entender o assunto, ou seja, a estrutura que contém o significado, a partir da ótica dos referenciais teóricos (o plano), seja a opinião reducionista ou mais crítica. Considerando que a pesquisadora tinha a intenção de que todos os alunos se apropriassem de uma idéia mais adequada

sobre C&T e suas dimensões, inicialmente foi observado nos turnos T2 a T78, que a pesquisadora não descarta ou não aceita imediatamente a opinião dos alunos do 1º Ano do Ensino Médio da Escola A. Pretendia-se uma maior visibilidade das opiniões dos alunos que evidenciassem uma posição deles, sobre o que é CTS, visto que, cada um dos questionamentos feitos pela pesquisadora continha aspectos-chaves que deveriam ser compreendidos por todos os alunos. A pesquisadora esperou o momento que ficasse claro suas concepções, para depois introduzir os textos explicativos e desenvolver a história científica, (o plano). O processo de desenvolvimento da história científica, foi marcado pela problematização dos conteúdos, relação entre idéias dos alunos e do plano e a adaptação para as normas disciplinares. No início, os alunos demonstraram compreensão às perguntas que eram feitas, quando emitiram respostas nos turnos 6, 13, 14, 16, 40, 59. A confirmação de compreensão mais complexa que envolveram todos os alunos Als exigiu estabelecer várias relações de compreensão para às questões propostas pela pesquisadora e foi observado que isso ocorreu nas respostas emitidas nos turnos: 64, 80, 82, 95, 99, 101, 103 e 122. Algumas posições eram divergentes. Todas as formas de intervenção que definiram abordagem comunicativa, no processo de significação do conhecimentos, seja interativa/dialógica, não interativa/dialógica e não interativa/de autoridade são importantes conforme explicam (MORTIMER & SCOTT, 2002) e favoreceram a elaboração dos conhecimentos.

De uma forma geral, o desenvolvimento da história científica ocorreu de forma cordial, mas foi observado nos enunciados (T46 a 62), certa tensão, que foi resolvida no processo. De acordo com vários autores, a tensão não é incomum durante o processo de dar significação ao que se está discutindo. Segundo GÓES (2001) em sua pesquisa sobre as relações intersubjetivas na construção do conhecimento discute sobre os fatores que intervêm na sala de aula. Ela chama a atenção que, geralmente se costuma dar ênfase numa forma bem comportada de funcionamento intersubjetivo e diz:

mesmo quando o conhecimento está sendo efetivamente construído, os processos interpessoais abrangem diferentes possibilidades de ocorrências, não envolvendo apenas, ou predominantemente movimentos de ajuda. Nos esforços da professora para articular o instrucional e o disciplinar, para manejar os focos de atenção e para conduzir as crianças a elaborações quase-categoriais, podemos ver que o papel do outro é contraditório, e que o jogo dialógico, que constitui a relação entre sujeitos, não tende apenas a uma direção; abrange circunscrição, expansão, dispersão e estabilização de significados e envolve o deslocamento “forçado” de certas operações de conhecimento, (GÓES, 2001, p. 85).

GÓES (2001 p. 85-86) ressalta que “o que quer que conduza a um benefício – mesmo que implique tensão, oposição, negação, contradição – é uma ajuda”. A autora destaca que é possível que a falta de ênfase na dinâmica dessas relações que registram tensão na sala de aula seja parcial, porque se espera certa visão idealizada e prescritiva da construção do conhecimento no contexto pedagógico. Na pesquisa utiliza-se também essa matriz idealizada em investigação de situações não escolares, nas quais a criança constrói conhecimentos com a mãe, outros adultos ou parceiros. Como visto “o conhecimento parece ocorrer em acordo e em desacordo com as características esperadas e idealizadas das relações entre o sujeito cognoscente e o agente mediador”. Uma das formas de mudar tal situação foi enfatizar a necessidade de participação respeitosa e isso teve um efeito positivo na condução do trabalho.

Para a otimização da estratégia de ensino nesta pesquisa foram utilizados recursos e desenhos, ou alguns esquemas no quadro (como uma linha do tempo) e os cinco modelos de (NIINILUOTO, 1997), os quais favoreceram as explicações sobre o que é Ciência e o que é Tecnologia, com outros exemplos como, as tecnologias do cotidiano. Foi observado que às vezes, as estratégias utilizadas exigiam focalizar idéias dos textos que compõem (as ferramentas de apoio), para reanalisar os modelos no contexto e ampliar e compreender as questões sobre CTS (Textos 1 a 16). Os mini textos não foram lidos totalmente. Optou-se por colocar algumas idéias dos alunos no quadro e algumas palavras chaves, como Tecnologia – Ciência – origem – sociedade – problemas – benefícios – progresso, exemplos de tecnologia, e um esquema representando uma linha do tempo mostrando o nascimento da Ciência moderna. Essa estratégia deu movimento e forma as construções. À medida que foram desenvolvidos alguns dos assuntos explicitando-se o contexto histórico de cada um, a pesquisadora introduz o modelo de (NIINILUOTO, 1997), de forma que na discussão os alunos relacionassem e compreendessem qual modelo era representativo de cada contexto, a partir dessa ótica (plano). Essa estratégia de reelaboração de Textos (1 a 16) provoca uma grande atenção e reflexão dos alunos do 1ºAno do Ensino Médio da Escola A. Foi necessário reestruturar as idéias do plano, por meio da abordagem explicativa para mostrar as diferenças entre cada um dos modelos. Os alunos demonstraram interesse, mas, como explicam (MORTIMER e SCOTT, 2002) existe a necessidade de entrelaçamentos de vozes para potencializar o processo de construções que levam de um plano intermental, para um plano intramental do sujeito. Vimos no início do desenvolvimento da estória científica (plano da pesquisadora) que foi utilizado como

estratégia a leitura de uma frase de um texto elaborado, a discussão e um movimento que incluiu coisas novas ou direcionou para o plano. Isso contribuiu para o processo interativo e os deslocamentos no contínuo da dimensão dialógico de autoridade, descrita por (MORTIMER e SCOTT, 2002). A análise discursiva entre a pesquisadora e os alunos analisados nos Trechos 1 a 10, nos turnos T1 a T135 para desenvolver a estória científica mostra que ocorreu variações de uma fala em que se busca levantar as concepções dos alunos no início para, a partir do turno T67, aprofundar a discussão desenvolvendo a estória científica (plano), mostrando os diferentes pontos de vista sobre CTS. Mas, os textos que a pesquisadora elaborou para explicar e introduzir o plano, não foram leituras dos minitextos e sim, uma recontextualização frente a coisas novas. A pesquisadora dirige as perguntas a um interlocutor imaginário (nós) ou (se a gente) e faz associações com situações da vida, para dar um sentido para os alunos, de forma a facilitar a aprendizagem. Os assuntos discutidos nessa aula são: a anestesia, a vacina (apenas citada), a roda, Projeto Manhattan, a máquina de Newcomen e as suas sucessoras, dentre outros, que surgiram no diálogo como as ferramentas de pedra, o celular etc. os quais foram incluídos na aula. De acordo com BAKHTIN (2015):

É possível a mesma reprodução mecânica do texto (por exemplo a cópia, mas a reprodução do texto pelo sujeito (a retomada dele, a repetição da leitura, uma nova execução, uma citação) é um acontecimento novo e singular na vida do texto, o novo elo na cadeia histórica da comunicação discursiva, (BAKHTIN, 2015, p. 311).

A interação entre a pesquisadora e os alunos permitiu conectar outras dimensões da C&T que não fazem parte do cotidiano do aluno, embora alguns exemplos tenham relação com as suas experiências. A partir desse modelo, os estudantes passaram a ter, como no exemplo da roda, um conceito sobre CTS, que pode se associar a outros aspectos da Ciência e da Tecnologia incorporando a dimensão social. Isso possibilita ressignificar suas idéias sobre CTS e avançar para estudos sobre situações que envolvem CTS em contexto real.

3.3 Resultado da Atividade 01: Parte 1: CTS

O episódio da atividade 01, com o objetivo de desenvolver uma visão mais adequada sobre a Ciência e a Tecnologia e a sociedade, desenvolvida com alunos do 1º Ano do Ensino Médio na Escola A, evidencia em todo o processo a compreensão dos temas desenvolvidos, os quais foram vistos pelos modelos que mostram a dinâmica, as diferenças e relações entre C&T no processo histórico. No episódio da atividade 01 foi observado que dos vinte e nove alunos do 1º Ano, da Escola A que participaram da aula, 26 - 90% estavam atentos. As interações analisadas pelo referencial de análise de (MORTIMER e SCOTT, 2002) evidencia a formação de padrões variados de interação entre a pesquisadora e os alunos os quais se movimentaram no contínuo dialógico de autoridade com deslocamento para a dialogia. A análise mostra que as intervenções permitiram mobilizar o foco, ou seja, articular as intenções com os conteúdos que materializaram pelas formas diversas, entre as quais, a elaboração dos textos. Alguns representaram feedbacks para ajudar os alunos a dar significação nos temas tratados. As formas formadas nas estratégias diversas para desenvolver a estória científica e ajudar os alunos a dar significação na aula de Química sobre conteúdos CTS possibilitou a elaboração de uma visão dinâmica de Ciência e de Tecnologia, pela negociação de sentidos que produziram composições originais, perguntas e respostas autênticas, que configuram o que os autores chamam de, processos interativos e dialógicos e as vezes com abordagem interativa de autoridade.

Nos turnos em que ocorreram as explicações sobre os modelos de C&T houve uma preocupação com a contextualização, no sentido de reelaborar, readequar o desenvolvimento dos exemplos e temas, para discutir e relacionar CTS com outros contextos, estudos e aspectos do cotidiano, de modo a propiciar a compreensão da ciência dinâmica e que distancia do que (WERTSCH, 1991) recomenda evitar, como:

[...] uma centração da professora numa “perspectiva referencial”, no “registro dos conceitos científicos”, nos “significados literais” ou nos “significados mediadores descontextualizados”, (Wertsch 1991, p.117, apud ROJO, 2001, p. 102).

Ainda (ROJO, 2001) em seu estudo de análise interacional chegou à mesma conclusão, que Wertsch e defende em sua tese quanto à importância da interação, pois: “os gêneros do discurso são bons candidatos a instrumentos no kit de instrumentos mediadores da heterogeneidade”, (ROJO, 2001, p.102).

Concordando com tais discussões, é evidente que os materiais de apoio propostos com a intenção de desenvolver a estória científica composto de mini textos e os modelos de (NIINILUOTO, 1997) elaborados com base nos critérios de (ACEVEDO DÍAZ, 2002, 2006) e (VIDAL e PORTO, 2012) ajudaram a dinamizar a discussão e causaram o mesmo efeito. Nesse caso, da atividade 01, teve a intencionalidade de desenvolver um plano com conteúdos CTS, com base em modelos elaborados para serem compreendidos numa relação de processo histórico, que foram utilizados como ferramentas de apoio, para o desenvolvimento de uma visão mais adequada sobre CTS. Para isso, a pesquisadora inclui exemplos fornecidos pelos alunos e relaciona a outros exemplos da história, direcionando para construção de significados não primários, ou seja, os gêneros secundários elaborados a partir da inclusão do horizonte conceitual dos alunos, visto que, os textos são construções explicativas que mostram avanços na significação dos modelos a partir de construções textuais autênticas dos participantes, seja dos alunos, seja das palavras da pesquisadora.

Portanto, como sugestão para desenvolver propostas com temas que utilizam a História da Ciência como eixo de atividades destaca-se algumas reflexões importantes a seguir, ressaltando que a questão do ensino/aprendizagem para a significação na aula de Ciências e de Química ocorre pela negociação de sentidos, conforme o referencial de (MORTIMER e SCOTT, 2002).

Assim, a seguir com base em uma leitura nos aportes teóricos e orientações representativas, que orientam sobre o que é e por que utilizar a História da Ciência na Educação em Ciências, enfatiza-se alguns estudos e reflexões, pois acredita terem relação com o efeito que o material didático desta pesquisa produziu na compreensão dos alunos da Escola A 1ºAno e Escola B, 2ºAno, e do 3ºAno do Ensino Médio.

De acordo com SCERRI (2001), o avanço dos estudos sobre a Filosofia da Química a partir dos anos 90 do século XX, proporcionou ampla produção de materiais, que pode atrair a atenção e enriquecer o trabalho do professor em todos os níveis. Ele acredita que o contato do educador químico, sobretudo com a filosofia da química, é uma importante ferramenta que torna o trabalho do professor eficaz porque introduz um elemento obtido por auto reflexão e análise, um fator de inovação quase ausente na educação. Ao se tornar autoconsciente em abordar a questão da explicação científica e do desenho do trabalho que os filósofos realizaram sobre este e outros tópicos, ele passa a integrar novos elementos a sua prática pedagógica, e muda suas explicações sem os

quais, seu entendimento sobre o fenômeno químico permanece como tentativa e intuitiva. Talvez a filosofia da química seja mais importante para elaborar percepções sobre as diferenças entre a natureza das teorias, modelos e leis da química que eles esperam ensinar e das ciências como a física, e biologia.

FOUREZ (1995) recomenda que a abordagem sobre a História da Ciência e da Tecnologia são importantes, quando mostra o aspecto dinâmico, a saber:

a história da ciência pode estar a serviço da pesquisa científica, ao mostrar a relatividade dos conceitos utilizados, pondo em relevo a sua história e recordando quando e de que modo as trajetórias das construções conceituais na ciência chegaram a pontos de bifurcação. Ela pode dessa forma evidenciar as linhas de pesquisas que deixaram de ser exploradas e que poderiam, portanto, se revelar fecundas, (FOUREZ, 1995, p.176).

RAZERA e NARDI (2003 p.41) consideram essencial na formação do aluno, uma concepção mais correta sobre Ciência, argumentando que a Ciência encontrou êxito nas interpretações das coisas do mundo e com isso ganhou prestígio por seu produto. De certa forma, foi eleita como o conhecimento central no mundo contemporâneo, superando as influências da Filosofia, da Arte e da Religião. Dessas atribuições gerou o termo à Ciência como uma “ortodoxia dominante” idéia de (Hegenberg,1969). Mas, tais conquistas devem ser desmistificadas, pois Ciência não é sinônimo de verdade absoluta e universal. Existe necessidade de reconstrução dessas idéias, para a inserção social. Dessa forma, a abordagem que articule formas de se pensar sobre as dúvidas e as incertezas “como componentes primordiais do pensamento científico” contribui para essa mudança.

FOUREZ (1995) destaca que nem tudo o que a Ciência diz pode estar certo e ser científico. Ciência não é segurança de verdade, tal como é visto e recebido. Embora a Ciência seja incapaz de apresentar uma verdade global e universal em substituição aos diferentes discursos ideológicos, um foco importante nesse campo de estudos é:

(..) o estudar a história da ciência dos “vencidos” (Wallis,1979). É desse modo que a história da ciência tem se dedicado às controvérsias científicas relativas a Galileu, Pasteur, à Escola de Edimburgo etc. Cada vez mais historiadores da ciência (assim como historiadores de outras especialidades) têm como projeto evidenciar a contingência dos desenvolvimentos históricos, querendo, desse modo, dar a perceber a impossibilidade de reduzir a história a uma lógica eterna. A pesquisa histórica tende a mostrar que a ciência é realmente um empreendimento humano, contingente, feito por humanos e para humanos, (FOUREZ, 1995, p.176-177).

A citação de FOUREZ (1995) tem relação com a história da vacina, que nesse episódio foi apenas citado como modelo de Ciência relacionado com a Tecnologia. Esse tema permite compreender que “no campo da observação, o acaso favorece entender apenas a mente preparada”, (PASTEUR apud ROBERTS, 1993, p.12). O tema permite discutir alguns movimentos e características entre um problema social, a investigação empírica, procedimentos, aplicação, a visão de erros naquele contexto, o papel da divulgação na atividade científica, disputa pela descoberta e até fraudes. A descoberta da vacina mostra a evolução de técnicas empíricas arriscadas para imunizar as pessoas. A história da produção da vacina representa um longo processo de observação e transformação desse conhecimento com base na previsão, procedimentos e aplicação com sucesso em humano, mas também mostra obstáculos até sua aceitação e o reconhecimento de vários países, honras e divulgação mundial. Essa abordagem de propiciar a participação, a análise e discussões sobre controvérsias científicas possibilita uma prática educativa para a compreensão sobre o que é ciência, como ela é produzida, os problemas que deram origem as suas pesquisas, a relatividade dos conceitos, os obstáculos que os cientistas enfrentaram para aceitação de suas teorias, a publicação de suas pesquisas, dentre outras aprendizagens significativas.

FOUREZ (1995) destaca que “existe várias maneiras de escrever a História da Ciência”. Dessa forma, os estudos da História da Ciência moderna buscam evidenciar a contingência dos desenvolvimentos históricos, de modo a mostrar a impossibilidade de reduzir a história a uma lógica eterna. Nessa perspectiva evita a construção de uma visão mistificadora do que é a Ciência e suas relações, que ainda são fortemente propagadas nos meios de comunicação e em alguns materiais didáticos reducionistas e fazem com que a Ciência desempenhe um papel ideológico, ao narrar apenas as grandes realizações dos cientistas, dissociados de um contexto crítico, analítico.

ALFONSO-GOLDFARB (1995) argumenta que, quando o estudo sobre a História da Ciência (a partir da última metade do século XX) incorporou os métodos e procedimentos da História em sua compreensão, ela já tinha construído uma identidade própria com seus defeitos e qualidades. E, até se chegar a uma conclusão, no século XIX, elaborou-se um perfil único de Ciência que foi se delineando com a imagem de Ciência que temos hoje. Essa imagem de Ciência Moderna foi associada à palavra latina Ciência que possui o significado de conhecimento em geral. A Ciência passa ser atividade exercida pelos cientistas, especialistas que realizavam estudos específicos, entendidos como Ciência Moderna. Estes foram desvinculados da relação com a

filosofia ou técnicos, pertinentes a ampla e indefinida áreas da Filosofia Natural ou da Filosofia Experimental. Essa imagem que foi uma crônica interna da Ciência e não a História da Ciência foi definida internamente. Assim, a Ciência que se propagou nos livros e aulas, dessa época mostra o que é certo ou errado. O certo foi visto como, o que era aceito no momento, ou seja, um corpo de conhecimento quase pronto e acabado. Tudo o que atrapalhou o avanço da Ciência, tal como: a ignorância, a religião e o misticismo eram vistos como errado. Seguindo seu curso, no século XX houve problemas internos (teorias que rompiam com idéias aceitas) e externos a Ciência (pressão social dos efeitos da Ciência e da Tecnologia no meio sócio-ambiental). Isso exigiu uma revisão crítica quanto às normas, regras e princípios existentes na Ciência. Dessa forma, a História da Ciência utilizando-se da dimensão histórica passou a contar e recontar as muitas histórias, do que se fez a Ciência. Com esses procedimentos “foi possível entender problemas, saltos e falhas que haviam ficado apagados pela aparente continuidade do progresso científico”, (ALFONSO-GOLDFARB, 1995, p.13). Mas, essa reconfiguração mostra uma História da Ciência complexa, porém interessante por que:

Recuperou conhecimentos sobre a natureza que pareciam errados pelos critérios científicos; porque recuperou outras formas de ciência que a Ciência Moderna apagara; porque recuperou para a Ciência seu papel de conhecimento produzido pela cultura humana; (..) como outros conhecimentos, foi construído e inventado pelo ser humano e, portanto, cheio de idas e voltas, (ALFONSO-GOLDFARB, 1995, p.13-14).

Nesse refazer da história um questionamento essencial é: quais as razões pelas quais as práticas científicas apagam tão bem as suas origens? A resposta é: ao proceder dessa forma, o cientificismo nos leva a acreditar que a nossa observação do mundo possui uma objetividade absoluta [...] e esse apagamento das diferentes facetas que compõe a prática científica “acaba levando a uma sociedade tecnocrática onde se busca fundar ou legitimar decisões sociopolíticas ou éticas, sobre raciocínios científicos pretensamente neutros e absolutos”, (FOUREZ, 1995, p.53).

Segundo (GÓES, 2001, p.78-79) a importância da atividade de contar histórias e de ler livros de história durante o ensinar e aprender, quando o professor aborda o assunto como objeto a ser sistematizado, ou seja, uma vez que é tratado como um conteúdo de ensino permite a aprendizagem da estrutura narrativa, a expansão do conhecimento no mundo; a apresentação das normas e valores culturais; a elevação da capacidade semântica etc. No caso desta pesquisa, foi observado que o uso do conteúdo

dos mini textos, visto como recurso de ensino foi reelaborado com a abordagem de reconstrução que a pesquisadora utilizou para o desenvolvimento da estória científica (seu plano) com a criação dos 16 textos durante o episódio da aula sobre CTS, da atividade 01. Esta teve como objetivo a discussão para melhorar a compreensão das relações CTS para obter uma visão mais ampla e crítica dos alunos da Escola A, 1ºAno. Tal objetivo contribui para desfazer os mitos responsáveis pela visão de Ciência e a Tecnologia de forma reducionista e linear, ou seja, uma visão que não considera suas relações no contexto social. Em outras palavras, geralmente as pessoas constroem uma visão de Ciência e da Tecnologia neutra, objetiva, absoluta, dogmática, salvadora da humanidade, símbolo de progresso e bem estar social. Essas concepções levam as pessoas a terem uma postura alienante, que não contribui para a cidadania, ou participação responsável em assuntos que requer compreensão sobre C&T, sobretudo da dimensão social. A não formação de uma concepção integradora sobre CTS impossibilita percepções críticas de compreensão da realidade que envolvem as decisões tecnocráticas. (VILCHES, GIL PÉREZ, e PRAIA, 2011) dizem que o sujeito fica alheio e leva a supor que a cidadania delegue “aos especialistas”, a responsabilidade das soluções, justificando a sua inibição. O exercício da discussão crítica e análise dos episódios da história da C&T, na atividade 01 possibilitou aos alunos da Escola A, 1ºAno perceberem a diversidade de relações que compõe a prática científica e a prática tecnológica, e como essas relações mudaram no processo histórico. Dessa forma, constrói-se uma visão mais autêntica da prática científica e tecnológica e suas relações, que contribuem para romper com as equivocadas e tão frequentes imagens dogmáticas de ciência e de tecnologia, ou seja, essa atividade ampliou as lentes de compreensão da realidade dos participantes desta pesquisa.

Após o entendimento e a discussão da 1ª parte da Atividade 01, os alunos em grupos realizaram 2ª parte da Atividade 01, com um exercício sobre, as dimensões da Ciência e a Tecnologia com objetivo de complementar a aprendizagem e verificar qual a compreensão e dificuldades de aprendizagem sobre o que foi discutido inicialmente, conforme será apresentado no próximo ítem.

3.4 Atividade 01, Parte 2: Exercícios

3.4.1 Relacionar os exemplos com as dimensões CTS:

A 2ª parte da Atividade 1: Exercícios sobre CTS teve como objetivo reforçar a aprendizagem sobre CTS e entender a efetividade da discussão e materiais propostos. Essa atividade é inovadora pois possibilita ao aluno discutir sobre as relações CTS e nesse processo mobiliza conhecimentos que ele traz de suas experiências considerando os novos elementos desenvolvidos no estudo, e portanto ampliar as relações que o estudo propicia. Além disso, não foi encontrada na literatura, atividade similar. A organização dessa atividade consiste em: na coluna esquerda contém vários exemplos de tópicos presentes na história da C&T. Os itens a, b, c, d, e, f, g são as dimensões sobre CTS, discutidos na parte 1 da aula. A orientação da atividade foi:

O enunciado da atividade é: A partir das discussões da aula sobre a história da C&T e dos modelos para relacionar C&T, discuta com o grupo e relacione os exemplos com as dimensões sobre as relações entre a Ciência a Tecnologia e a Sociedade. Escrevam na coluna da direita quais dimensões estão associadas a cada exemplo. Um mesmo exemplo pode contemplar mais do que uma dimensão. As dimensões são: a) A tecnologia antecedeu a ciência, b) A ciência precedeu a tecnologia, c) Exemplo de tecnociência (ciência ↔ tecnologia), d) a sociedade influencia a ciência, e) Mostra que a sociedade influi na tecnologia, f) a tecnologia influi na sociedade e ou/ambiente: benefício e/ou risco. g) Mostra CTSA: os benefícios e/ou riscos.

Na Tabela 4, apresenta-se os resultados dos exercícios. Representa-se por D = (dimensões). O asterisco (*) tem a função de identificar quando os alunos atribuíram dimensões divergentes para um mesmo assunto. Exemplo: para a roda, se os alunos atribuírem as dimensões **a** e **b** ao mesmo tempo forma-se uma contradição. A última coluna da direita representa os critérios de correção. A elaboração do critério usa como parâmetro a compreensão sobre os modelos de (Niiniluoto 1997, apud ACEVEDO DÍAZ, 2006) sobre o que é a prática científica e a prática tecnológica, tratados na parte 1, da atividade 01. Participaram desta fase 76 alunos e representa-se por: 1ªT (8 grupos alunos do 1º ano da Escola A nomeados por G1, G2 [...] ao G8). Da mesma forma nomeou-se 2ªT (7 grupos de alunos do 2º ano da Escola B nomeados por G1 a G7) da e o 3ªT (6 grupos de alunos do 3º ano da Escola B, G1 ao G6). A Tabela 4 apresenta os resultados da Atividade 1 parte 2, Exercícios sobre CTS.

Tabela 4. Resultado da Atividade 1, parte 2: Exercícios sobre CTS. Total de Alunos: 76. (1ºAno: 29 Alunos, Grupos G1 à G8 : Escola A), (2ºAno: 31 Alunos, Grupos G1 à G8, e 3ºAno:16 Alunos, Grupos G1 à G6 da Escola B). (*) representa que o grupo de alunos escolheu dimensões contraditórias

Grupos Exemplos → ↓	Aluna (os)	G1 D	G2 D	G3 D	G4 D	G5 D	G6 D	G7 D	G8 D	Critério de correção
1-Roda	1ªT 2ªT 3ªT	a a,e,f a,d,e,f,	a,d a,e,f a	a,e a,e,f a,e,f,g	a a,e,f a	a,e,f a,e,f,g c,d,f *	a,e a,e,f c,d,f	a,f a,f ---	a --- ---	a,e, f,g
2-Ácidos e Bases	1ªT 2ªT 3ªT	b* b,d * b,c,f,g*	b,d* a b *	f,b* b,c * b,c,d,g *	b* a,e c *	b * b,d* b *	b* a,e,f b *	b * b,d* ---	b* --- ---	a,e,d, f,g
3-Vacina	1ªT 2ªT 3ªT	e,g b,c,d,e b,d,f,g	b,d f,g b,f	d b,c,d,e,f c,d,e,f,g	e b,d f	e b,g,f b,c,f	a * b,d,c,g b,c,f	c,b * f,g ---	d --- ---	b,d,f
4-Projeto Manhattan	1ªT 2ªT 3ªT	g,b c,g b,c,e,g	b,d c,e a,g*	c c,d,e,f,g a,e,f,g *	c c,f,g c	c a,e,f* c	c c,g c	e,c --- ---	c --- ---	b,c,d, e,f,g
5-Anestesia	1ªT 2ªT 3ªT	b b,e,c b,c,e,g	c,g b,d b	d,c b,d,g b,d,g	a* b,d d	b b,d,g c,f	b a,d,e,f * c,f	b,e g,f ---	b --- ---	b,d
6-Máquina a vapor	1ªT 2ªT 3ªT	f,g b,d,g* a,c,e	c,g a,c a	a a,f a,e,c,d,e,f,g	d a,f a	g a,c,e b *	c,g c,f,g b *	c,f d,e ---	f --- ---	a,e,f
7-Imprensa	1ªT 2ªT 3ªT	e a,f b,d,e *	a,f a,f,e a,d	a a a,e,f,g	a a,e,f a	a a,e,f c,e,f	a,f a,e,f c,f,e	a,f c ---	Aa --- ---	a,d, e,f
8-Refinaria de petróleo	1ªT 2ªT 3ªT	b,c * b,c,g,e * b,c,f,g *	c,g b,c * b *	f,g b,c,f * c,d,e,f,g	g c,f,g c	c a,c c,f	c g,c c,f	b,g,c * c ---	f,g --- ---	a,c,e, f,g
9-Bicicleta	1ªT 2ªT 3ªT	a a,f a,d,e	a,f a,e,f a	a a,e,f a,e,f,g	f a,e,f a	a a,f c,f	a,f b,c,f * c,f	a a ---	a --- ---	a,e,f
10-Mumificação	1ªT 2ªT 3ªT	a a,f a,d,e,	b,d * a,e b *	c,d a,e,f b,d,g *	g a,e d	e a,e c	b,d * a,e c	b* a ---	b* --- ---	a,e,f
11-Vinho	1ªT 2ªT 3ªT	b* a,e,f a,d,f,	a,f a,e,f,g b *	f a,e,f c,d,e,f,g	b* a,e,f d	f b,g * f	a a,e,f,g f	a,d d ---	g --- ---	a,e,f

3.4.2 Aplicação de Questionário geral da Atividade 1, parte 1 e 2

A Tabela 5, mostra os Resultados do Questionário da Avaliação da aula e do material, da Atividade 1 (parte 1: O que é CTS e parte 2: Exercícios sobre CTS).

Tabela 5 - Resultado do Questionário: Atividade 1, parte 1 e 2: N° Total de alunos: 76, (Escola A, 1ºAno: 29 Alunos,), (Escola B, 2ºAno: 31 Alunos e 3ºAno:16 Alunos,)

Questionário Atividade 1	1º Ano				2º Ano				3º Ano			
	Sim	%	Não	%	Sim	%	Não	%	Sim	%	Não	%
1- Ajudou a ampliar ou rever seus conhecimentos sobre CTS?	25	86	4	14	31	100	--	--	16	100	--	--
2-Permitiu a interdisciplinaridade (Relação da química com outras áreas)	25	86	4	14	29	93,5	2	6	16	100	--	--
3-A discussão em grupo facilitou a realização das atividades?	26	90	3	10	29	93,5	2	6	16	100	--	--
4- Na discussão você e seus colega(s) puderam expressar seu ponto de vista?	29	100	--	--	30	97	1	3	16	100	--	--
5-O professor facilitou a discussão, dando pistas, retorno as duvidas e questões?	27	93	--	--	31	100	--	--	16	100	--	--

Continua a Tabela 5

Término da Tabela 5 - Resultado do Questionário: Atividade 1, parte 1 e 2: N° Total de alunos: 76, (1°Ano: 29 Alunos, Escola A), (2°Ano: 31 Alunos, e 3°Ano:16 Alunos, Escola B).

	1° Ano				2° Ano				3° Ano		
	Sim	%	Não	%	Sim	%	Não	%	Sim	%	Não
6-De uma forma geral a participação de tod(o)s foi(oram) valorizado(s)?	21	72	--	--	29	93,5	6	--	16	100	--
7-O tempo de realização das atividades foram adequados?	21	72	8	28	29	93,5	2	6,5	16	100	--
8-Quanto ao material e ao conteúdo das atividades assinale X para um ou mais itens:											
	Sim	%	Não	%	Sim	%	Não	%	Sim	%	Não
a)organizado, dinâmico e acessível ao entendimento	25	86	--	--	23	74	--	--	15	94	--
b)foi muito difícil e desmotivador	3	10	--	--	--	--	--	--	--	--	--
c)foi interessante mas difícil	11	40	--	--	19	61	--	--	5	31	--
d)provocou relacionar as relações CTS na química e outras áreas	11	40	--	--	6	19	--	--	10	62,5	--
e)melhorou minha aprendizagem sobre CTS	5	17	--	--	10	32	--	--	13	81	--
f)foi interessante e motivador	9	31	--	--	14	45	--	--	10	62,5	--
g)foi muito fácil	19	65,5	--	--	27	87	--	--	--	--	--

A seguir no Gráfico 1, será apresentado o resultado e a discussão do questionário de Avaliação da Aula e do Material, da Atividade 1, parte 1: O que é CTS e da parte 2: Exercícios sobre CTS:

Gráfico 1: Resultado do Questionário. Atividade 01, Avaliação da aula. parte 1: O que é CTS.

N° Total de alunos: 76, (Escola A 1°Ano: 29 Alunos), (Escola B , 2°Ano: 31 Alunos, e 3°Ano:16 Alunos]:

Discussão sobre os dados do Gráfico 1:

Pelos dados do referido gráfico observa-se que 80 a 100% dos alunos estão de acordo com o conteúdo das questões nº 01, 02, 03, 04, e 05, que versam sobre: 1) Aprendi mais sobre CTS, 2) O assunto é interdisciplinar, 3) O trabalho em grupo facilitou a aprendizagem, 4) O trabalho em grupo foi interativo, 5) Recebemos orientação da pesquisadora, para realizar as tarefas. Quanto a questão número 6 e 7,

observa-se de 70 a 100% dos alunos, aceitação quanto a: 6) Valorização da participação do aluno e 7) O tempo para realização da atividade foi adequado.

Na questão número 6 e 7, a avaliação dos alunos foi de 70 a 100% quanto à valorização da sua participação na aula e o tempo para realização da atividade foi adequado. Da mesma forma que as discussões anteriores foi observado que ocorreu aprendizagem significativa sobre CTS, com a utilização da abordagem da história da C&T através de discussões utilizando os minitextos de apoio, os quais foram analisados pela abordagem comunicativa de (MORTIMER e SCOTT, 2002) no sentido de otimizar as discussões na sala de aula e desenvolver a aula sobre a história da Ciência e da Tecnologia sobre modelos de interpretação C&T.

Os dados do Gráfico 1 mostram que ocorreu aprendizagem significativa sobre CTS tanto na 1ª parte como na 2ª parte da atividade 01, pois ambas propiciaram discussões, análise das relações entre C&T no contexto social, usando relações dinâmicas que envolveram retomar as ferramentas mediadoras (minitextos e os modelos de NIINILUOTO, 1997) que contribuíram tanto para alicerçar as diferenças CTS como para sedimentar e ampliar os conceitos de Ciência e de Tecnologia e suas relações através da história. A seguir será representado o Gráfico 2, resultado e discussão Questão de nº 8: opinião do alunos Escola A e Escola B, sobre o material didático

Gráfico 2: Resultado do Questionário de Avaliação Atividade 1 parte 2: Questão 8: Exercícios sobre CTS. Nº Total de alunos: 76, (1ºAno: 29 Alunos, Escola A), (2ºAno: 31 Alunos e 3ºAno:16 Alunos, Escola B)

Discussão sobre os dados do Gráfico 2:

O dados do Gráfico 2, Questão 8, evidenciam que os alunos consideram que o material didático foi: acessível, dinâmico, adequado ao tempo da sala de aula, valorizou a sua participação a discussão no grupo. Portanto, atendeu as necessidades dos alunos e seguiu as orientações da literatura para o propósito de aprendizagem sobre CTS, conforme (SANTOS e SCHNETZLER, 1997) e (ACEVEDO DÍAZ, 2002, 2006).

Nas atividades 01 e 02 foram observados que a avaliação dos alunos atendem as características importantes que um material didático deve ter para conduzir proposta CTS, ou seja: a contextualização dos conhecimentos científicos e tecnológicos, uso de recursos locais e estabelecimento de relações globais, propor ações que propiciem o papel ativo dos alunos na tomada de decisões e resolução de problemas e o professor como facilitador da aprendizagem.

A atividade 01 permitiu conceber e conduzir a dinâmica entre CTS e identificar na história da Ciência e da Tecnologia um tratamento que estabelece interações entre os componentes sociais, filosóficos, políticos, econômicos e éticos e contribui para a compreensão crítica do estudante, visando romper com a idéia transmitida e ainda muito presente na educação de “ciência pura” e da ilusão da produção de conhecimento neutra.

A seguir, será apresentado alguns comentários, da Questão nº 8: material didático, dos Alunos da Escola A, 1ºAno e Escola B, 2ºAno e 3ºAno:

3ºAno: Aluno 1: “Podemos expressar nossos conhecimentos, pensamentos e ideias”; **Aluno 2:** “ no nosso ponto de vista, a professora é muito dinâmica e interessada, busca sempre o relacionar ao assuntos”. **Aluna 3:** “a aula foi muito proveitosa, deu para entender os assuntos”. **Aluna 6:** “aula muito boa e bem explicada”.

Alunos do 2º Ano: G3 “quando disse que foi interessante mas difícil, foi pela falta de colaboração de alguns colegas, e foi meio difícil de entender. Eu conversei e peço desculpas. Fora isso está de parabéns; **G6:** A primeira atividade em que foi discutidos as relações entre CTS, abriu a minha mente, porque até então eu não sabia o quanto estas relações estão interligadas. Logo, proponho mais discussões desse tipo, que nos faça perceber e aprender a relacioná-las e o quanto elas interferem no nosso cotidiano”.

Alunos do 1º Ano: Grupo 5 (G5): “Achei desinteressante e monótono”;

Grupo 9 (G9): (2) “só acho que a profa tem que falar um pouco mais alto”.

A seguir será apresentado os resultados da aplicação do questionário VOSTS, aos alunos da escolas Escola A e Escola B.

3.5 Apresentação do Resultado da aplicação do Questionário VOSTS

Foi aplicado nessa pesquisa o questionário VOSTS, aos alunos da Escola A e da Escola B, para verificar se o desenvolvimento da Atividade 01, 1ª e 2ª parte, ampliaram as suas concepções sobre CTS. O questionário VOSTS é utilizado como diagnóstico ou como avaliação de opiniões de pessoas sobre Atitudes e crenças sobre o que é CTS. Nesta pesquisa, foi utilizado as quinze questões extraídas do VOSTS internacional e que foram validadas por (MIRANDA, 2008). A autora conceitua e classifica em três categorias as respostas das questões do VOSTS como: a) Realista (R): representa uma concepção apropriada de acordo com o conhecimento dialético da história, epistemologia e sociologia sobre a NdC e da Tecnologia e das interações CTS que o participante possui; b) Plausível (P): possui alguns méritos, mas é uma escolha parcial em relação ao critério Realista; c) Simplista (S): representa uma escolha inadequada. Para analisar o resultado do questionário VOSTS aplicado nesta pesquisa aos alunos das Escolas A e B, foi feito uma discussão após cada tabela. A análise foi feita por categorias Realista, Plausível e Simplista que foram assinalados pelos alunos. Foram somados todas as respostas Realistas, Plausíveis e Simplistas. Na discussão analisamos o número total de alunos por questão. A seguir será apresentado as respostas às quinze questões VOSTS. Os alunos das Escolas A: 1ºAno e Escola B: 2º e 3º Ano, analisaram cada questão individualmente e assinalaram com um X, uma única resposta ao questionamento que foram feitos. O processo de categorização foi feito pela pesquisadora, considerando os critérios validados no trabalho de Miranda (2008), em Realistas, Plausíveis e Simplistas. Neste trabalho manteve-se a categoria Outra, do questionário VOSTS original. Após a apresentação de cada tabela, os dados foram expressos em percentual obtidos para os alunos das Escolas A e B, em categorias, Realistas, Plausíveis, Simplistas e Outras. A análise dos dados do VOSTS estão representadas nos tópicos a; b e c. O tópico ‘a’ dispõe os tipos e o percentual das categorias marcadas pelos alunos e uma síntese das respostas. O tópico ‘b’, refere-se a explicação teórica realista encontrado na literatura para o questionamento. No tópico ‘c’, foi feito uma análise relacionando a categoria escolhida pelos alunos e a categoria definida pela literatura nesta pesquisa, para ver se existe ou não diferença.

3.5.1 Tabelas: As quinze (15) Questões VOSTS aplicadas nas escolas

A seguir, será apresentado em tabelas, a análise das quinze questões VOSTS. A Tabela 6, apresenta o resultado da categorização da Questão 1, que foi aplicado aos alunos do ensino médio (Escola A, 1ºAno: 19 Alunos), (Escola B, 2ºAno: 27 Alunos e

3ºAno:14 Alunos), totalizando 60 Alunos. As categorias do questionário são: Realista (R), Plausível (P), Simplista (S) e outra (O). O questionário VOSTS, foi entregue no final da Atividade 01. A pesquisadora leu e explicou a primeira questão do questionário para esclarecimento. Os alunos puderam levar o questionário e entregar na aula do debate. Dentre os 76 alunos que participaram da atividade 01 da Escola A: 1º Ano e Escola B: 2º e 3º Ano, 60 alunos preencheram o questionário VOSTS, na aula seguinte. Alguns alunos utilizaram uma parte do tempo da aula do debate, para responder ao questionário VOSTS. No 3º Ano da Escola B, dois alunos que não participaram da primeira aula receberam o questionário VOSTS na aula do debate, pois demonstraram interesse em fazer o questionário.

Tabela 6 - Resultado da categorização da Questão 1,VOSTS, relativa a subdimensão: Definição de Ciência. Nº Participantes: 60 Alunos do ensino médio: (1ºAno: 19 Alunos, da Escola A), (2ºAno: 27 Alunos e 3ºAno:14 Alunos, da Escola B). Categorias: Realista (R), Plausível (P), Simplista (S), Outra (sem critério)

Nº de Votos =(1º ano=19), (2º ano=27), (3º ano=14).			Categoria	1. A definição de Ciência é difícil porque se trata de algo complexo e que se ocupa de muitas coisas, todavia, a Ciência é principalmente.
R	P	S		
1º 2º 3º	1º 2º 3º	1º 2º 3º		
-- -- --	-- -- --	8 -- 3	simplista	A. O estudo de áreas como a Biologia, a Química ou a Física.
-- -- --	2 5 4	-- -- --	plausível	B. Um corpo de conhecimentos, tais como leis e teorias, que explicam o mundo à nossa volta (a matéria, a energia).
-- -- --	1 14 2	-- -- --	plausível	C. A exploração do desconhecido e a descoberta de coisas novas sobre o nosso mundo e como elas funcionam.
-- -- --	1 1 2	-- -- --	plausível	D. O desenvolvimento de experiências com o objetivo de resolver problemas que afeta o mundo em que vivemos.
-- -- --	-- -- --	-- -- --	simplista	E. A invenção ou a criação de, por exemplo, corações artificiais, computadores ou veículos espaciais.
-- -- --	6 4 2	-- -- --	plausível	F. A descoberta e a utilização de conhecimentos para melhorar as condições de vida das pessoas (por exemplo, a cura das doenças, eliminação da poluição, desenvolvimento da agricultura).
-- -- --	-- -- --	-- 3 1	simplista	G. Um conjunto de pessoas (os cientistas) que possuem ideias e técnicas para descobrir novos conhecimentos.
-- -- --	-- -- --	1 -- --	simplista	H. Ninguém pode definir Ciência.
-- -- --	-- -- --	-- -- --	outra	I. Não compreendi.
-- -- --	-- -- --	-- -- --	outra	J. Não sei o suficiente sobre o assunto.
		-- -- --	outra	K. Nenhuma destas escolhas está de acordo com a minha ideia.

3.5.1.1 Discussão e análise dos dados da Tabela 6, Questão nº1: opiniões dos alunos da Escola A e da Escola B, sobre Definição de Ciência.

Na avaliação do VOSTS, participaram sessenta alunos (60), da (Escola A, 1ºAno: 19 alunos e da Escola B, 2ºAno: 27 Alunos e 3ºAno: 14 Alunos). Não houve validação na categoria Realista (R) no VOSTS.

a) Síntese das Categorias assinaladas pelos alunos na questão nº1

Na tabela 6, os 60 alunos marcaram as categorias (P: 44:73%, S: 16:27%). Na categoria Plausível (P), as quarenta e quatro respostas interpretam a Ciência como: um corpo de conhecimentos, tais como leis e teorias, que explicam o mundo à nossa volta (a matéria, a energia); a exploração do desconhecido e a descoberta de coisas novas sobre o nosso mundo e como elas funcionam; o desenvolvimento de experiências com o objetivo de resolver problemas que afetam o mundo em que vivemos, por exemplo, a cura das doenças, eliminação da poluição, desenvolvimento da agricultura.

Na categoria Simplista (S) as dezesseis respostas marcadas pelos alunos classificam a Ciência como: o estudo de áreas como a Biologia, a Química ou a Física; um conjunto de pessoas (os cientistas) que possuem idéias e técnicas para descobrir novos conhecimentos e outra resposta considera que ninguém pode definir Ciência.

b) Categoria Realista segundo a literatura

Na revisão da literatura foi definido como uma concepção realista de Ciência, as idéias de (ZIMAN, 1979). O autor destaca que a Ciência é, inegavelmente, um produto consciente da humanidade, com suas origens históricas bem documentadas, um escopo e um conteúdo bem definido. A meta da Ciência é alcançar um consenso de opinião racional que abranja o mais vasto campo possível. Para isso, o princípio básico sobre o qual se funda a Ciência é o método científico propriamente dito. Em outras palavras, o autor defende que, discutir sobre todas as questões sobre a “Ciência da Ciência” é um tópico muito vasto. Não é uma tarefa fácil. Ele sugere que a Ciência é conhecimento intelectual, conceitual e abstrato, uma construção humana e em consequência tem um aspecto acentuadamente psicológico. A Ciência é pública, e, por conseguinte moldada e determinada pelas relações sociais entre os indivíduos. Ela pertence à ordem, assim como a Religião, a Arte, a Poesia, o Direito, a Filosofia, a Tecnologia etc. que faz parte do comentário intelectual que o Homem faz sobre o seu próprio Mundo. Mas, ao contrário, por exemplo, da Poesia, é precisa, metódica, acadêmica, lógica e prática e se considerar que ela seja composta de um conjunto de idéias mais ou menos coerente assim como a Religião e Filosofia, etc. ela possui uma linguagem própria, técnica, específica, a Ciência é informação; não age diretamente sobre o corpo – dirige-se à

mente. Para o autor, o que distingue a Ciência de outras formas de conhecimento são os métodos intelectuais, através dos quais se obtém o conhecimento com sucesso.

Segundo (CANAVARRO, 1999 apud MIRANDA, 2008, p.33), o significado da Ciência difere do conhecimento comum, por se tratar de uma construção humana que resulta de uma prática que está intrinsecamente voltada para produzir e cujo desenvolvimento se faz por meio de processos sociais e racionais, tratando-se claramente de um fato histórico contingente e cultural.

c) Relação entre a literatura e as categorias assinaladas pelos alunos

As categorias plausíveis escolhidas pelos alunos desta pesquisa mostram explicações parciais que atribuem a Ciência, apenas os aspectos abstratos e aplicação. Ao relacionar com as concepções realistas definidas por ZIMAN (1979) e MIRANDA (2008) foi observado que nas opções das categorias plausíveis na questão 1, do VOSTS estão ausentes as idéias como: a Ciência é um conhecimento público obtido em consenso, uma construção humana social e historicamente construída. Existem elementos de natureza empírica, racional e contingencial, ou seja, o conhecimento não é infalível. A Ciência utiliza a imaginação e criatividade para gerar conhecimentos. Quanto às respostas simplistas dos alunos da Escola A e B, estas fogem da categoria realista, conforme propõe (ZIMAN, 1979) e (MIRANDA, 2008), visto que atribuem a Ciência uma concepção empiricista, ou seja, basta ter idéias e técnicas para descobrir novos conhecimentos, ou Ciência é apenas o estudo Biologia, a Química ou a Física. A seguir a Tabela 7 será apresentada a Questão 2.

Tabela 7- Resultado da categorização da Questão 2, VOSTS, relativo à subdimensão: Definição de Tecnologia. Participantes, 60 Alunos do ensino médio: (1ºAno: 19: Escola A), (2ºAno: 27 Alunos e 3ºAno:14 Alunos, da Escola B). Categorias: Realista (R), Plausível (P), Simplista (S), Outra (sem critério):

Nº de Votos =(1º ano=19), (2º ano=27), (3º ano=14).			Categoria	2. A definição de Tecnologia é difícil porque ela atua em diversos segmentos da Sociedade. Todavia, a Tecnologia é principalmente:
R	P	S		
1º 2º 3º	1º 2º 3º	1º 2º 3º		
-- -- --	-- -- --	-- -- --	simplista	A. Muito parecida com a Ciência.
	2 -- 1		plausível	B. A aplicação da Ciência.
-- -- --	7 3 3	-- -- --	plausível	C. Um conjunto de novos processos, instrumentos máquinas, utensílios, aparelhos, computadores, coisas práticas que utilizamos no dia a dia.
-- -- --	-- -- --	2 -- 1	simplista	D. A robótica, eletrônica, informática, automação.
-- -- --	-- -- --	-- 1 --	simplista	E. Uma técnica para a resolução de problemas práticos.
-- -- --	-- -- --	1 2 --	simplista	F. Inventar,conceber e testar, por exemplo corações artificiais, computadores, veículos espaciais.
7 21 9	-- -- --	-- -- --	realista	G. Um conjunto de ideias e técnicas para a concepção de produtos, para a organização do trabalho das pessoas, para o progresso da Sociedade.

3.5.1.2 Discussão e análise dos dados da Tabela 7, questão nº2, opiniões dos alunos da Escola A e da Escola B, sobre Definição de Tecnologia. Na tabela 7, os 60 alunos assinalaram as categorias (R: 37:62%, P: 16:27%, S:7:12%).

a) Síntese das Categorias assinaladas pelos alunos na questão nº2

Na categoria Realista (R), as trinta e sete respostas conceituam a Tecnologia como: um conjunto de idéias e técnicas para a concepção de produtos, para a organização do trabalho das pessoas, para o progresso da Sociedade. Na categoria Plausível (P), as dezesseis respostas conceituam Tecnologia como: aplicação da Ciência; um conjunto de novos processos, instrumentos máquinas, utensílios, aparelhos, computadores e coisas práticas que utilizamos no dia a dia. Na categoria Simplista (S) as sete respostas conceituam a Tecnologia como produtos e automação; como uma técnica para a resolução de problemas práticos; com a idéia de inventar, conceber e testar, por exemplo, corações artificiais, computadores, veículos espaciais.

b) Categoria Realista segundo a literatura

Na literatura, utilizamos a concepção realista de Tecnologia conforme as idéias de (ACEVEDO DÍAZ, 2002) e (ZIMAN, 1979, 1981). Segundo ACEVEDO DÍAZ (2002) existem duas formas diferentes de entender a Tecnologia. A forma mais comum é limitada, pois têm relação apenas com a engenharia, técnicas e habilidades para realizar as tarefas produtivas e a produtos. A segunda forma, amplia o conceito de Tecnologia, pois, a insere em seu contexto social, ou seja, considera as questões sociotecnológicas. ZIMAN (1979), faz uma distinção entre técnica e Tecnologia. Associou a técnica como as habilidades práticas de todas as sociedades humanas que continuam a existir, independente de um conjunto formal de conhecimentos precisos, ou teoria. Essas são transmitidas pela demonstração, pela prática ou pela experiência pessoal através das gerações. Existem muitos exemplos de técnicas avançadas, adquiridas pelo aprendizado e pela experiência, que não são, necessariamente, baseados de modo consciente num conjunto de princípios abstratos. Um exemplo é à construção das catedrais medievais, cujos planos não contemplaram os elaborados cálculos matemáticos de resistência e tensão de materiais. Muitas catedrais foram erguidas por operários analfabetos, sob a direção de monges-arquitetos, com guindastes de madeira e instrumento manuais. Já o significado de Tecnologia, em seu sentido restrito atual constitui – a “a arte de saber como” aplicada a uma técnica propriamente dita, tais como a Engenharia Mecânica ou a Agricultura. O autor destaca que o aperfeiçoamento das técnicas e tecnologia está inter-relacionado com o desenvolvimento da Ciência “pura”.

Ele associa ao desenvolvimento das “tecnologias científicas”, uma atividade autoconsciente, racional e racionalizada a partir de habilidades práticas, como um fenômeno histórico e social em si, com seus estágios próprios e seus problemas típicos.

c) Relação entre a literatura e as categorias assinaladas pelos alunos

A análise das categorias R, P e S das respostas dos alunos em relação ao referencial de ACEVEDO DÍAZ (2002), e de ZIMAN (1979, 1981) mostra que a categoria realista definida no VOSTS tende a idéia da literatura, pois Tecnologia inclui: técnica; processo que envolve pessoas e uma relação com a sociedade no sentido de progresso. A visão de Tecnologia realista na literatura é completa, associa a Tecnologia como uma atividade autoconsciente racional e racionalizada a partir de habilidades práticas, como um fenômeno histórico e social em si, estágios e problemas típicos.

Quanto à categoria plausível do VOSTS, as respostas dos alunos são parciais em relação à categoria realista definida na literatura, pois no VOSTS, Tecnologia é visto como aplicação da Ciência, ou como uma relação de processos e coisas práticas que utilizamos no dia a dia, sem mencionar o conceito de Tecnologia em seu contexto social. Na categoria Simplista, as respostas dos alunos distanciam-se da visão realista da literatura porque a visão simplista apresenta uma visão reducionista sobre Tecnologia. Esta associa ao aspecto técnico e as invenções. Nesses conceitos, a Tecnologia não é vista como um fenômeno histórico e social em si, com seus estágios próprios e seus problemas típicos. A Tabela 8 será apresentado a Questão 3.

Tabela 8: Resultado da categorização da Questão 3, VOSTS, relativo à subdimensão: Interdependência da C&T. Participantes, [Escola A, 1ºAno: 19; Escola B, 2ºAno: 27, 3ºAno: 14] Alunos, Ensino médio, Categorias Realista: **R**, Plausível: **P**, Simplista: **S**, Outra: sem critério:

Nº de Votos =(1º ano=19), (2º ano=27), (3º ano=14).			Categoria	3. Os tecnólogos tem o seu próprio corpo de conhecimento. Poucos desenvolvimentos em Tecnologia vieram diretamente de descobertas realizadas pela Ciência. Sua posição basicamente é:
R	P	S		
1º 2º 3º	1º 2º 3º	1º 2º 3º		
-- -- --	-- -- --	3 3 1	simplista	A. A Tecnologia avança principalmente por si própria. Não precisa necessariamente, das descobertas científicas.
11 12 6	-- -- --	-- -- --	realista	B. A Tecnologia avança confiando igualmente nas descobertas científicas e em seu próprio corpo de conhecimento.
-- -- --	3 2 1	-- -- --	plausível	C. Os cientistas e tecnólogos dependem do mesmo corpo de conhecimentos, porque Ciência e Tecnologia são muito semelhantes.
Todo desenvolvimento tecnológicos se constrói em uma descoberta científica.				
-- -- --	-- -- --	2 5 1	simplista	D. Porque as descobertas científicas sempre são utilizadas para os desenvolvimentos tecnológicos ou para outros usos científicos.
-- -- --	-- 5 1	-- -- --	plausível	E. Porque esta lhe fornece informações fundamentais e novas ideias.
-- -- --	-- -- --	-- -- 3	outra	F. não compreendi.
-- -- --	-- -- --	-- -- 1	outra	G. não sei o suficiente sobre o assunto
-- -- --	-- -- --	-- -- --	outra	H. nenhuma destas escolhas está de acordo com a minha idéia.

3.5.1.3 Discussão e análise dos dados da Tabela 8, questão nº3 opiniões dos alunos da Escola A e da Escola B, sobre Interdependência da C&T. Na Tabela 8, 60 alunos marcaram as categorias (R: 29:48%, P: 12:20%, S: 15:25%, O: 4:7%).

a) Síntese das categorias assinaladas pelos alunos na questão nº3

A respostas dos alunos referente a categoria Realistas (R) relacionada a questão: Os tecnólogos têm o seu próprio corpo de conhecimento e alguns desenvolvimentos em Tecnologia vieram diretamente de descobertas realizadas pela Ciência, consideraram que: A Tecnologia avança confiando igualmente nas descobertas científicas e em seu próprio corpo de conhecimento. Na categoria Plausível (P), as doze respostas dos alunos explicam que: Os cientistas e tecnólogos dependem do mesmo corpo de conhecimentos, porque C&T são muito semelhantes; ou consideram que a Tecnologia têm relação com a Ciência: pois esta lhe fornece informações fundamentais e novas idéias. Na categoria Simplista, as quinze respostas dos alunos consideram que: A Tecnologia avança principalmente por si própria. Numa outra questão consideram que todo desenvolvimento tecnológico se constrói em uma descoberta científica: porque as descobertas científicas, sempre são utilizadas para o desenvolvimento tecnológico ou para outros usos científicos.

b) Categoria Realista segundo a literatura

Na literatura, a concepção realista é vista por ACEVEDO DÍAZ (2002) e similares às discutidas por ZIMAN (1979, 1981), GRANGER (1994); FOUREZ (1995). As idéias desses autores sugerem que é importante uma análise da prática tecnológica com quatro dimensões: i) técnica, ii) organizacional, iii) ideológico socio-cultural e iv) dimensão afetivo-emocional. A dimensão técnica está associada ao significado mais restrito da Tecnologia como produtos artificiais fabricados por pessoas (ferramentas, instrumentos, máquinas, dispositivos e todos os tipos de sistemas). A dimensão organizacional inclui os aspectos sociais e políticos de maior relevância como (política tecnológica: planejamento e gestão; mercado, economia e indústria; sistema de relações entre agentes sociais: empresários, sindicatos; etc); a dimensão ideológico-cultural discute sobre os valores e as ideologias (finalidades e objetivos da Tecnologia; sistemas de valores e códigos éticos; crenças sobre técnica e progresso; o papel da criatividade na Tecnologia e atenção à educação tecnológica) e a dimensão afetivo-emocional abrange (atitudes em relação à Tecnologia; emoções causadas pela Tecnologia; avaliação da Tecnologia e participação do cidadão em decisão sobre questões tecnológicas de

interesse social). Ao combinar as quatro dimensões de formas diversas amplia-se a noção de Tecnologia sendo que os itens iii e iv formam a sociotecnologia, e na noção iv estão implícitas as anteriores. É importante ampliar a noção de Tecnologia de uma noção restrita que isola os produtos tecnológicos da sociedade, à uma visão sistêmica que incluem componentes heterogêneos relacionados (instrumentos e artefatos técnicos, processos de produção, controle e manutenção, questões organizacionais, aspectos científicos, questões legais, recursos naturais e artificiais etc.), com as pessoas e o meio ambiente. Essa visão sistêmica dá abertura à participação pública para sua avaliação e controle, pois mudanças em qualquer dessas dimensões alteram as demais.

c) Relação entre a literatura e as categorias assinaladas pelos alunos

A análise da categoria Realista (R), das respostas dadas pelos alunos no VOSTS em relação à literatura, idéias de ACEVEDO DÍAZ (2002), ZIMAN (1979, 1981), GRANGER (1994); FOUREZ (1995) contém algumas idéias discutidas pelos autores. Na categoria Realista (R), no VOSTS consideraram que a Ciência e Tecnologia são muito semelhantes, e a Tecnologia tem seu próprio corpo de conhecimento e avança confiando igualmente nas descobertas científicas. Nessas categorias, a dimensão ideológico-cultural e afetivo-emocional destacadas na literatura como essencial para mudança de atitudes CTS, está implícito e ausente, respectivamente para essas duas dimensões. Na categoria Plausível (P), a idéia parcial do VOSTS mostra uma relação entre a Ciência e a Tecnologia porque C&T são muito semelhantes. Portanto, na categoria Plausível do VOSTS as dimensões ideológico-cultural e afetivo-emocional recomendadas na literatura estão ausentes. Na categoria Simplista, inadequada, do VOSTS distancia-se totalmente da literatura porque nessas categorias ou não se reconhece que a Ciência tem relação com a Tecnologia: a Tecnologia avança principalmente por si própria, ou mostra que a tecnologia deriva das descobertas científicas. Esse último item é inadequado, pois, desconsidera toda a história da Tecnologia antes do surgimento da Ciência Moderna e também que após o surgimento da Ciência ocorreu desenvolvimento da Tecnologia, sem relação com a Ciência em alguns campos. Dessa forma, toda a análise da relação C&T deve ser feito no processo histórico, conforme enfatiza a literatura. Na Tabela 9 será apresentado a Questão 4.

Tabela 9: Resultado da categorização da Questão 4, VOSTS, relativo à subdimensão: Ética. Participantes, Alunos do ensino médio: (Escola A 1ºAno: 19:), (Escola B 2ºAno: 27 Alunos e 3ºAno:14 Alunos). Categorias: Realista (**R**), Plausível (**P**), Simplista (**S**), Outra (sem critério):

Nº de Votos =(1º ano=19), (2º ano=27), (3º ano=14).			Categoria	4. Alguma cultura tem pontos de vista particulares em relação à natureza e ao homem. Os cientistas e as pesquisas científicas são afetados pelas visões religiosas ou éticas que caracterizam a cultura do local onde o trabalho é realizado. Visões religiosas ou éticas influenciam a pesquisa científica.
R	P	S		
1º 2º 3º	1º 2º 3º	1º 2º 3º		
-- -- --	-- 5 6	-- -- --	Plausível	A. Porque algumas culturas desejam que a pesquisa realizada seja específica para seu próprio benefício.
-- -- --	-- 1 --	-- -- --	Plausível	B. Porque os cientistas podem escolher inconscientemente pesquisas que apoiariam sua cultura.
-- -- --	-- -- --	2 -- --	Simplista	C. Porque a maioria dos cientistas não faz pesquisa que vá contra a sua educação e as suas convicções.
-- -- --	1 1 3	-- -- --	Plausível	D. Porque todos são diferentes no modo de reagir culturalmente. São essas diferenças individuais dos cientistas que influenciam o tipo de pesquisa a ser feita.
-- -- --	2 3 3	-- -- --	Plausível	E. Porque os grupos mais poderosos que representam convicções culturais, políticas ou religiosas apoiarão frequentemente determinados projetos de pesquisa ou até mesmo impedirão que determinada pesquisa ocorra.
As visões religiosas não influenciam as pesquisas científicas:				
-- -- --	8 15 1	-- -- --	Plausível	F. Porque as pesquisas continuam apesar dos conflitos entre os cientistas e determinados grupos culturais ou religiosos (por exemplo, conflitos sobre a origem e a evolução das espécies).
-- -- --	-- -- --	6 2 1	Simplista	G. Porque os cientistas pesquisarão os assuntos que são importantes para eles e para a Ciência não considerando visões culturais ou éticas.

3.5.1.4 Discussão e análise dos dados da Tabela 9, questão nº4: opiniões dos alunos da Escola A e da Escola B, sobre Ética. Na tabela 9, 60 alunos assinalaram as categorias (P: 49:82% e S: 11:18%).

a) Síntese das categorias assinaladas pelos alunos na questão nº4

Na categoria Plausível (P), as respostas dos alunos consideram que os cientistas e as pesquisas científicas são afetados pelas visões religiosas ou éticas da cultura porque: algumas culturas desejam que a pesquisa realizada seja específica para seu próprio benefício; ou porque os cientistas podem escolher inconscientemente pesquisas que apoiariam sua cultura; ou porque todos são diferentes no modo de reagir culturalmente e conscientes ou não, as diferenças individuais dos cientistas influenciam o tipo de pesquisa a ser feita; ou porque os grupos mais poderosos que financiam a pesquisa definem qual pesquisa apoiar, a partir de suas convicções culturais, políticas ou religiosa. Outra resposta dos alunos considera que não influencia, pois as pesquisas continuam apesar dos conflitos entre os cientistas e determinados grupos culturais ou religiosos, (exemplo: origem e evolução das espécies). Na categoria Simplista, as

respostas dos alunos consideram que a ética influencia: porque a maioria dos cientistas não fazem pesquisa que contrariem a sua educação e suas convicções; ou os alunos consideram que a ética não influencia porque os cientistas pesquisarão os assuntos que são importantes para eles e para a Ciência, sem se preocupar com a cultura ou ética.

b) Categoria Realista segundo a literatura

Na literatura, uma concepção realista discutida por (ZIMAN, 1979) diz que a “Ciência é, inegavelmente, um produto consciente da humanidade, com suas origens históricas bem documentadas, um escopo e um conteúdo bem definidos”. Ela pertence à ordem, assim como a Religião, a Arte, a Poesia, o Direito, a Filosofia, a Tecnologia etc. que faz parte do comentário intelectual que o Homem faz sobre o seu próprio Mundo. O que a diferencia a Ciência de outros campos da realidade é que ela recorta parcela do mundo e submete-o ao método científico previamente projetado.

FEYRABEND (2011) enfatiza que a ética influencia a pesquisa. Uma revisão das obras que seguem a nova historiografia da Ciência observa que essas seguiram várias tradições (religiosas, estilísticas, de patronagem, etc.) que influenciaram cientistas, e deram forma à sua pesquisa. Existe a necessidade do tratamento do conhecimento mais complexo do que a interpretação tradicional. Em síntese, a Ciência na nova historiografia significa: a Ciência é um recorte. Para Bruno Latour (1987), “a Ciência em desenvolvimento”, é “o resultado de resolução” de “controvérsias”.

c) Relação entre a literatura e as categorias assinaladas pelos alunos

No questionário VOSTS foi observado que a categoria Realista (R), não foi validada por MIRANDA (2008). Quanto a categoria Plausível (P), a relação entre a resposta dos alunos e a literatura evidenciam que essa categoria é parcial em relação à visão dos autores da literatura, porque não apresenta a Ciência como um recorte “a Ciência em desenvolvimento” e como resultado de resolução” de “controvérsias”. Os alunos responderam que os cientistas têm autonomia para definir o tipo de pesquisa que querem desenvolver e isso ocorre devido as suas diferenças individuais, seja elas conscientes de serem coincidentes ou não, com a cultura local. Outro item da categoria plausível mostra que os cientistas seguem e adequam as suas decisões de pesquisa, por influência externa dos agentes que financiam as suas pesquisas. Na categoria Simplista, as respostas dos alunos não estão de acordo com a literatura, pois consideram que os cientistas não são influenciados pela cultura. Nessa visão, a Ciência e a decisão pessoal dos cientistas estão desvinculadas da ética, que é uma característica da cultura. Outra posição mostra que, as visões religiosas ou éticas presentes na cultura definem a

educação e, todas as pessoas, assim como os cientistas, não se desviam dessa educação. Essa categoria simplista foge a literatura, porque ausenta as controvérsias das decisões. Na Tabela 10 será apresentada a Questão 5.

Tabela 10: Resultado da categorização da Questão 5, VOSTS, relativo à subdimensão: Instituições Educativas. Participantes, Alunos do ensino médio: (Escola A, 1ºAno: 19), (Escola B, 2ºAno: 27 Alunos e 3ºAno:14 Alunos). Categorias: Realista (R), Plausível (P), Simplista (S), Outra (sem critério):

Nº de Votos =(1º ano=19), (2º ano=27), (3º ano=14).			Categoria	5. O sucesso da Ciência e da Tecnologia no Brasil depende de termos bons cientistas, engenheiros e técnicos. Consequentemente, o Brasil deve exigir que os estudantes estudassem mais Ciências:
R	P	S		
1º 2º 3º	1º 2º 3º	1º 2º 3º		
-- -- --	2 1 1	-- -- --	plausível	A. Porque isso é importante para ajudar o Brasil a manter o ritmo de crescimento como os dos outros países.
-- -- --	10 7 5	-- -- --	plausível	B. Porque a Ciência afeta quase todos os aspectos da sociedade. Como no passado, nosso futuro depende de bons cientistas e tecnólogos.
3 8 4	-- -- --	-- -- --	realista	C. Deveria ser exigido que os estudantes estudassem mais Ciência, mas orientado por um tipo diferente de curso, no qual aprendessem como a Ciência e a Tecnologia afetam suas vidas cotidianas.
Não devem ser exigidos aos estudantes estudar mais Ciência.				
-- -- --	-- -- --	2 5 1	simplista	D. Porque outros assuntos escolares são igualmente ou mais importantes ao futuro próspero do país.
-- -- --	-- -- --	-- 6 2	simplista	E. Porque nem todos trabalharão com Ciências. Além disso, algumas pessoas não gostam de ciência, logo, o seu estudo seria um desperdício de tempo para elas e as distanciaria ainda mais desse campo do conhecimento.
-- -- --	-- -- --	2 -- 1	simplista	F. Porque nem todos os estudantes conseguem entender a Ciência, mesmo que isso lhes ajude em suas vidas.

3.5.1.5 Discussão e análise dos dados da Tabela 10, questão nº5: opiniões dos alunos da Escola A e da Escola B, sobre Instituições Educativas. Na tabela 10, os 60 alunos assinalaram as categorias (R: 15:25%, P: 26:43%, S: 19:32%).

a) Síntese das categorias assinaladas pelos alunos na questão nº5

Na categoria Realista (R), os alunos responderam que é necessário aprender mais ciências na escola, porque: a C&T afeta a vida cotidiana, mas, o ensino deve relacionar C&T. Na categoria Plausível (P), os alunos responderam que é necessário aprender mais ciências na escola para manter o ritmo de crescimento do Brasil; ou a Ciência sempre afeta quase todos os aspectos da sociedade e depende de bons cientistas e tecnólogos. Na categoria Simplista, os alunos discordaram da necessidade em aprender mais ciências na escola, por várias razões, tais como: existem assuntos escolares que são igualmente ou mais importantes ao futuro próspero do país; ou atribuem o mesmo valor a aprendizagem de ciências com de outros campos de conhecimento, porque não associam a C&T como fator diferencial de desenvolvimento

de um país; ou nem todos trabalharão com ciências; algumas pessoas não gostam de ciências ou tem rejeição, logo, o seu estudo seria um desperdício de tempo para elas e as distanciaria ainda mais desse campo do conhecimento; ou nem todos os estudantes conseguem entender a Ciência, mesmo que isso lhes ajude em suas vidas; ou, os estudantes se sentem incapazes e/ou dificuldades em aprender ciências, apesar de reconhecerem o seu valor.

b) Categoria Realista segundo a literatura

Uma concepção Realista na literatura conforme SANTOS e MORTIMER (2002) enfatizam que ACT é uma necessidade no mundo contemporâneo. Para ser alfabetizado cientificamente sugerem desenvolver as representações que permitam ao cidadão agir, tomar decisão e compreender o que está em jogo, no discurso dos especialistas.

CACHAPUZ (2011) sugere que a educação científica deve ser vinculada a uma educação política, pois elas são complementares. Ele apoia que é possível a formação de uma cultura científica para a cidadania democrática. O autor cita três propostas de ACT, para formação de todos os cidadãos: a) Proposta de Marco (2000): contém três formas, a saber: AC prática, permite utilizar o conhecimento para melhorar a vida pessoal; AC cívica capacita a intervenção de natureza política; AC cultural visa a aprendizagem, estuda sobre a NdC, compreender C&T no contexto sócio; b) Proposta de Reid e Hodson (1993): em síntese, uma cultura científica básica deve contemplar: conhecimentos e aplicação de Ciência; saberes e técnicas de Ciências; resolução de problemas; interação com tecnologia; questões sócio-econômico-políticas e ético-morais na Ciência e na Tecnologia. Evolução histórica da C&T; estudos sobre NdC e a prática científica; c) Proposta de Bybee (1997) o autor classifica propostas AC em diferentes graus, como: “analfabetismo”; alfabetismo nominal; “funcional”, “conceptual e procedimental” e multidimensional. Esta última inclui outras dimensões da Ciência:

Desenvolver perspectiva C&T que incluam a história das idéias científicas, a natureza da ciência e da tecnologia e o papel de ambas na vida pessoal e social. (...) alcançar uma certa compreensão e apreciação global da ciência e da tecnologia como empresas que foram e continuam a ser parte da cultura, (CACHAPUZ et al.; 2005, p.23).

CACHAPUZ et al., (2005) destacam que muitos educadores defendem ou não, a necessidade de promover ACT. Essa discussão está presente em duas teses: a tese

pragmática supõe que é necessário cada vez mais conhecimento para poder lidar com produtos da C&T. Os autores rebatem essa tese pragmática, explicando que não é necessário ter conhecimentos científicos para lidar com os produtos da Tecnologia, ou seja, milhões de pessoas em diferentes áreas do conhecimento e profissões, não possuem conhecimento científico e isso não limita o uso de equipamentos da vida prática. Considerando isso, é um erro fazer uma analogia entre a alfabetização básica e a AC, pois ser alfabetizado não quer dizer ter competência científica. A tese democrática defendida pelo grupo de CACHAPUZ et al., (2005) supõe que a AC permite a participação de todas as pessoas, nas decisões em relação aos problemas sócios científicos e sócios tecnológicos, cada vez mais complexos. O contraponto dessa tese defende que é um mito acreditar que o estudante seja capaz de desenvolver conhecimentos científicos, para lidar com questões complexas e tomar decisões acertadas. Os autores rebateram esse contraponto. Eles afirmam que ACT é possível para todos os cidadãos, e que não são necessários conhecimentos de especialista para participar na decisão de situações complexas que envolve CTS. Uma proposta ACT consiste na “vinculação de um mínimo de conhecimentos específicos, perfeitamente acessíveis a todos, com abordagens globais e considerações éticas”. O grupo exemplifica, mostrando que a introdução do uso de fertilizantes químicos e pesticidas como o DDT no meio ambiente ocorreu por decisão de especialistas, mas a sua proibição em alguns países ocorreu por forte apoio de ativistas não especialistas. A compreensão dos problemas partiu dos argumentos de Rachel Carson, com denúncias comprovadas, dos efeitos DDT no meio ambiente. Essas ações deram origem ao que foi chamado de CTS, cuja idéia central refere-se à proteção ao meio ambiente. O resultado foi significativo, porque convenceu vários países a banir esses produtos, e criou-se as políticas institucionais sobre C&T, para o uso com controles rigorosos de certas substâncias perigosas como o DDT. Essa substância representou uma revolução agrícola no passado. Mas, passa a ser um contaminante orgânico persistente (COP).

Greco (1999) entrevistou o filósofo da ciência Newton da Costa, (1999). Ele acredita que não é possível um país se desenvolver sem Ciência. Além disso, para se tornar um país de primeiro mundo têm que desenvolver a Ciência pura e aplicada. Para isso existe a necessidade de investir na educação propiciando uma preparação integral para a vida, com uma boa formação científica geral, que leve o estudante compreender que a vida é um aprendizado contínuo.

VALE (2005) destaca a necessidade de inclusão de todos os alunos, para uma educação científica que realize a síntese da quantidade com a qualidade. O autor enfatiza que o desenvolvimento do espírito crítico do aluno leva a apropriação do conhecimento com relevância social e historicamente construído pela humanidade.

c) Relação entre a literatura e as categorias assinaladas pelos alunos

Uma relação entre a categoria Realista (R) assinalada pelos alunos desta pesquisa sobre a necessidade de aprender ciências com orientação de um ensino em que a C&T esteja presente em suas vidas está de acordo com a literatura de SANTOS e MORTIMER (2002) e CACHAPUZ (2011) etc. pois, apontam a necessidade de participar para analisar as relações CTS. Isso é possível a todas as pessoas. Recomenda-se a possibilidade de uma formação para todos os estudantes, para a atuação crítica nos problemas que envolvem questões sobre C&T, visto que a realidade está impregnada dos efeitos da C&T, porém somente a educação levando-se em conta o objetivo essencial de ACT propicia compreensão crítica das dimensões que relacionam CTS. Quanto às respostas nas categorias plausíveis dos alunos elas são parciais, porque não contém as relações CTS, ou seja, as respostas focalizam apenas a finalidade econômica, desenvolver e formar cientistas ou apenas a questão do desenvolvimento econômico. As repostas Simplistas dos alunos passam a idéia que não é importante aprender ciências, pois se sentem incapazes de aprender, mesmo que reconheçam a importância da Ciência em suas vidas. Estas opiniões estão na contramão da literatura, conforme (CACHAPUZ et al., 2005), os quais defendem que a ACT é possível a todos pois, a aprendizagem leva ao desenvolvimento e torna o sujeito ativo em relação aos problemas sócios científicos e sócios tecnológicos, cada vez mais complexos.

A literatura mostra que o modelo de ensino caracterizado pela transmissão de conhecimentos descontextualizados, em que a aprendizagem dos conteúdos é restrita a conceitos abstratos, enciclopédicos, desconectados de problemas autênticos é responsável pelo fracasso na aprendizagem de ciências. Isso gera as respostas que os alunos deram como um sentimento de rejeição a aprendizagem de ciências. Esse modelo de ensino tradicional, não possibilita aos alunos o acesso à compreensão da Ciência como um aspecto básico da cultura científica geral. Sem esses propósitos, os conteúdos

aparecem como construções arbitrárias, desvinculados dos problemas que os deram origem. A ausência de objetivos para ACT torna o aprendizado da Ciência sem sentido, levando ao desinteresse e a uma experiência de fracasso escolar. Consequentemente, o aluno acha que é um desperdício de tempo aprender ciências, e elegem qualquer área do conhecimento como tão, ou mais importante que esta área, pois não atribuem a Ciência como uma necessidade no mundo contemporâneo.

A seguir, na Tabela 11, será apresentado a Questão 6:

Tabela 11: Resultado da categorização da Questão 6, VOSTS, relativo à subdimensão: Responsabilidade social dos cientistas e dos tecnólogos. Participantes, Alunos do ensino médio: (Escola A, 1ºAno: 19), (Escola B, 2ºAno: 27 Alunos e 3ºAno: 14 Alunos). Categorias: Realista (R), Plausível (P), Simplista (S), Outra (sem critério):

Nº de Votos =(1º ano=19), (2º ano=27), (3º ano=14).			Categoria	6. Os cientistas se preocupam com os efeitos potenciais (úteis e prejudiciais) que podem resultar de suas descobertas. Sua posição, basicamente é:
R	P	S		
1º 2º 3º	1º 2º 3º	1º 2º 3º		
-- -- --	-- -- --	1 -- 1	Simplista	A. Os cientistas procuram somente efeitos benéficos quando descobrem coisas ou quando aplicam suas descobertas.
-- -- --	-- -- --	3 3 8	Simplista	B. Os cientistas estão mais preocupados com os possíveis efeitos prejudiciais de suas descobertas, porque o objetivo da Ciência é fazer de nosso mundo um lugar melhor para vivermos. Consequentemente os cientistas testam suas descobertas a fim de impedir que os efeitos prejudiciais ocorram.
-- -- --	-- -- --	4 11 3	Simplista	C. Os cientistas estão preocupados com todos os efeitos de suas experiências, porque o objetivo da Ciência é tornar o nosso mundo um lugar melhor para vivermos. Sendo assim, a preocupação em compreender as descobertas da Ciência é uma parte natural de sua realização.
4 1 1	-- -- --	-- -- --	Realista	D. Os cientistas estão preocupados, mas eles não podem saber todos os efeitos de longo prazo de suas descobertas.
-- -- --	-- -- --	-- -- --	Realista	E. Os cientistas estão preocupados, mas têm pouco controle sobre o uso danoso de suas descobertas.
-- -- --	-- -- --	7 7 --	Simplista	F. Depende do campo da Ciência. Por exemplo, na medicina, os cientistas brasileiros estão altamente preocupados. Enquanto na pesquisa militar ou sobre energia nuclear, os cientistas brasileiros estão menos preocupados.
-- -- --	-- 2 1	-- -- --	Plausível	G. Os cientistas podem se preocupar, mas isso não os faz parar de pesquisar para a sua própria fama, fortuna ou por puro gosto de realizar descobertas.
-- -- --	-- -- --	-- -- 1	Outra	H. Não compreendi.
-- -- --	-- -- --	-- -- 1	Outra	I. Não sei o suficiente sobre o assunto.
-- -- --	-- -- --	-- -- 1	Outra	J. Nenhuma destas escolhas está de acordo com a minha idéia.

3.5.1.6 Discussão e análise dos dados da Tabela 11, questão nº6: opiniões dos alunos da Escola A e B, Responsabilidade social dos cientistas e dos tecnólogos. Na tabela 11, 60 alunos optaram nas categorias (R: 6:10%, P: 3:5% , S: 48:82% O: 3:5%).

a) Síntese das categorias assinaladas pelos alunos na questão nº6

Na categoria Realista (R) do VOSTS, os alunos responderam que os cientistas estão preocupados com os efeitos potenciais (úteis e prejudiciais) que podem resultar de suas descobertas: mas, eles não podem saber todos os efeitos de longo prazo de suas descobertas. Na categoria Plausível (P), os alunos responderam que: os cientistas podem

se preocupar, mas as pesquisas continuam para a sua própria fama, fortuna ou por puro gosto de realizar descobertas. Na categoria Simplista, os alunos responderam que: os cientistas procuram somente efeitos benéficos em suas descobertas e em suas aplicações; ou os cientistas estão preocupados com todos os efeitos da produção científica e que tal preocupação é uma parte natural do trabalho do cientista. Eles testam suas descobertas a fim de impedir os efeitos prejudiciais, porque o objetivo da Ciência é beneficiar a humanidade. Em outro item, os alunos responderam que a preocupação dos cientistas quanto aos efeitos (úteis e prejudiciais) depende do campo da Ciência.

b) Categoria Realista segundo a literatura

Para compreender a concepção Realista segundo a literatura, sobre como os cientistas se preocupam com os efeitos potenciais (úteis e prejudiciais) que podem resultar de suas descobertas CACHAPUZ (2011) explica que nem sempre existe convergência entre o progresso científico e tecnológico com valores éticos e cultura democrática e humanista. Isso pode ser visto em frequentes consequências a evitar, tais como a desregulação de estruturas e interações sociais, problemas com a biodiversidade, mudanças climáticas, ambiente, engenharia genética etc. Uma possível explicação para o descompasso (o que é pesquisado e os efeitos) explica John Ziman, a saber:

As dinâmicas de passagem do modo tradicional de produção científica (ciência acadêmica, “knowledge for its own sake”) no qual a principal recompensa era o reconhecimento social, para o modo de produção (ciência industrial, “knowledge for use”) em que a recompensa é a promoção e, sobretudo os benefícios de ordem material. A vertente tecnológica é agora dominante (em boa verdade, seria a partir daqui que o termo tecnociência ganharia todo o seu sentido), (CACHAPUZ, 2011, p.55).

SANTOS e MORTIMER (2002) enfatizam que no contexto do pós II Guerra Mundial, os estudos da filosofia e da sociologia da Ciência e da Tecnologia e das críticas de movimentos sociais pelos impactos ambientais contribuíram para a emergência de um novo modo de produção de conhecimento. Esse modelo se desenvolve em um contexto de aplicação, com características mais transdisciplinares do que disciplinares e, dando lugar a uma interação entre diferentes atores sociais como, cientistas, representantes dos governos, do setor produtivo, de organizações não governamentais e da imprensa. Dessa forma, aumentou a responsabilidade social dos produtores de conhecimento científico e tecnológico visando à busca de interesses comuns em torno de resolver grandes problemas, como a cura da AIDS, a escassez ou

má distribuição de alimentos, etc. Isso passa a exigir do novo cientista uma maior reflexão, e, sobretudo, a capacidade de dialogar sobre os problemas de forma coletiva.

CHALMERS (1994) explica que a razão para o prestígio da Ciência e a formação de concepções ingênuas que as pessoas possuem sobre o que é Ciência vai além da influência da cultura e da mídia popular. Várias áreas viraram Ciências e pessoas intituladas de cientistas seguem o método empírico da Física, ou seja, coleta de dados por meio de cuidados, observação, experimentos e da subsequente derivação das leis e teorias desses dados, por algum tipo de procedimento lógico. Disso deriva o mito do cientificismo, que é a crença na Ciência como símbolo de progresso e bem estar social, uma imagem equivocada que está fortemente alicerçada na cultura. Uma forma de contribuir para romper tais concepções na Educação em Ciências é ajudar os alunos a romperem com esses conceitos inadequados. Para isso, orienta-se para a abordagem de propostas que não percam de vista contemplar CTS em equilíbrio, pois diante de inúmeros problemas da realidade vislumbra-se alternativas de estudos que podem ressignificar as percepções das pessoas sobre CTS, pois tal estudo vincula conhecimento sobre Ciência e Tecnologia ao interesse social e dá visibilidade a questão discutida por (ANGOTTI e AUTH, 2001) que mostra que “não há determinismo que resista a uma sociedade com evidente exclusão social”, como será observado no estudo do capítulo 04 que vai mostrar a sensibilização dos alunos na Atividade 02.

c)Relação entre a literatura e as categorias assinaladas pelos alunos

Foi observado que 10% de respostas dos alunos nas categorias Realistas (R) do VOSTS se alinham com a literatura. Foi confirmado que o baixo percentual tem relação com a enorme influência causada pelo mito do cientificismo, que está amplamente presente nas esferas da realidade reforçando que a Ciência é símbolo de progresso e bem estar social. Quanto à categoria Plausível (P) do VOSTS foi observado que representam uma visão parcial em relação ao que a literatura discute, pois, foge à idéia que nem sempre os cientistas possuem controle sobre os efeitos que sua pesquisa pode gerar a longo prazo. O aspecto favorável, porém incompleto na resposta plausível indica que os alunos percebem que a Ciência não é neutra, e que existem os riscos e o cientista pode ter interesse na pesquisa que beneficia ou não a humanidade. Nas categorias Simplistas (S), 82% das respostas dos alunos mostram uma distância em relação à literatura, no sentido de não reconhecerem que os cientistas não têm controle sobre os efeitos prejudiciais que suas pesquisas possam ter sobre o meio social e ambiental. As respostas simplistas dos alunos vão ao encontro da literatura, quanto à constatação do

efeito do mito do cientificismo. Isso é confirmado nas idéias simplistas que creditam a pesquisa com o único objetivo de beneficiar a humanidade, sem menção aos riscos, ou seja, o cientista tem um controle total para impedir o avanço de uma pesquisa que possa trazer riscos ao mundo em que vivemos. Outra escolha simplista dos alunos explica que o grau de preocupação dos cientistas depende do campo de pesquisa. Portanto, o resultado evidencia crenças simplistas ingênuas, sobre os efeitos da Ciência e sua aplicação. Isso é visto como concepção neutra de C&T.

PINTO e MACIEL (2014), FIGUEIREDO e PAIXÃO (2010) fizeram um pesquisa com alunos sobre ACT, usando o VOSTS, e observaram o mesmo resultado, quanto ao tema. A seguir, na Tabela 12, será apresentada a Questão 7:

Tabela 12: Resultado da categorização da Questão 7, VOSTS, subdimensão: Criação de problemas sociais. Participantes, Alunos do ensino médio: (1ºAno: 19: Escola A), (2ºAno: 27 Alunos e 3ºAno:14 Alunos, da Escola B). Categorias: Realista (R), Plausível (P), Simplista (S), Outra (sem critério)

Nº de Votos =(1º ano=19), (2º ano=27), (3º ano=14).			Categori a	7. Haverá sempre a necessidade de estabelecer compromissos entre os efeitos positivos e negativos da Ciência e da Tecnologia. Sempre há intercâmbios entre benefícios e efeitos negativos.
R	P	S		
1º 2º 3º	1º 2º 3º	1º 2º 3º		
-- -- --	5 11 3	-- -- --	plausível	A. Porque todo novo desenvolvimento implica pelo menos um resultado negativo. Se não enfrentarmos os resultados negativos, não progrediremos de forma a desfrutar de benefícios.
-- -- --	-- 11 3	-- -- --	plausível	B. Porque os cientistas não são capazes de prever os efeitos de novos desenvolvimentos em longo prazo, apesar dos cuidadosos planejamentos e testes que realizam. Há que se assumir os riscos.
-- -- --	8 -- 5		plausível	C. Porque o que beneficia uns pode ser negativo para outros. Depende dos respectivos pontos de vista.
-- -- --	1 -- 2	-- -- --	plausível	D. Porque não se podem alcançar resultados positivos sem, previamente ensaiar uma nova idéia e trabalhar os efeitos negativos.
-- -- --	-- -- --	1 2 --	Simplista	E. Mas, esse compromisso não faz sentido. Por exemplo, para que conceber sistemas econômicos de mão de obra que provocam mais desempregos? Por que defender que um país desenvolva armas nucleares que são uma ameaça generalizada?
Nem sempre existirão compromissos entre os efeitos positivos e negativos da Ciência e da Tecnologia:				
-- -- --	-- -- --	-- -- --	simplista	F. Porque certos desenvolvimentos novos beneficiam a humanidade sem causar efeitos negativos.
-- -- --	-- 3 --	-- -- --	plausível	G. Porque os efeitos negativos podem ser minimizados com um planejamento cuidadoso e sério e com testes devidamente programados.
-- -- --	-- -- --	1 -- --	Simplista	H. Porque os efeitos negativos podem ser eliminados com um planejamento cuidadoso e sério com testes devidamente programados. De outro modo, um novo desenvolvimento não seria viável.
-- -- --	-- -- --	1 -- --	Outra	I. não compreendi.
-- -- --	-- -- --	-- -- 1	Outra	J. não sei o suficiente sobre o assunto.
-- -- --	-- -- --	2 -- --	Outra	K. nenhuma destas escolhas está de acordo com a minha ideia.

3.5.1.7 Discussão e análise dos dados da Tabela 12, questão nº7: opiniões dos alunos da Escola A e da Escola B, sobre Criação de problemas sociais. Na tabela 12, os 60 alunos responderam aos itens das categorias (P: 52: 87%, S: 4:6,7%, O: 4:6,7%).

a) Síntese das categorias assinaladas pelos alunos na questão nº7

Nessa questão não ocorreu validação na categoria Realista. Na categoria Plausível (P) os alunos responderam que deve ter sempre a necessidade de estabelecer compromissos entre os efeitos positivos e negativos da C&T, pois: uma implicação negativa sempre existe no desenvolvimento da C&T e esta deve ser reexaminada para criar as possibilidades de avanços; ou que em longo prazo, os efeitos da C&T são imprevistos e há que assumir os riscos; ou que algumas esferas são beneficiadas e o conceito de ser bom ou não depende do ponto de vista; ou que os resultados positivos surgem com a análise do efeito negativo; ou que existe a necessidade do planejamento e testes para minimizar os efeitos não desejáveis. Na categoria Simplista os alunos responderam que o controle prévio define e escolhe o que será benéfico e as escolhas são definidas a partir desse critério. Os alunos responderam a outro item simplista mostrando que nem sempre existirão compromissos entre os efeitos positivos e negativos da C &T: porque os efeitos negativos e os testes devidamente programados podem ser eliminados com um planejamento cuidadoso e sério, de outro modo, um novo desenvolvimento não seria viável.

b) Categoria Realista segundo a literatura

Na análise de MIRANDA (2008) é importante considerar que a C&T comportam ambivalências morais intrínsecas que envolvem benefícios e os riscos. Estes podem ou não ser intencionais e previstos, mas que afetam a Sociedade.

GARCIA e MARTINS (2009) analisam que o surgimento da tecnociência empresarial, a partir da década de 80, do Século XX influenciou a ciência de forma que, a pesquisa tende a ser determinada pela Tecnologia e a indústria. Dessa forma, entre outros aspectos, tais mudanças alteram a relação entre o mundo social e natural:

[...]por mais sofisticados que sejam, os produtos/mercadorias do tecnocapitalismo podem ser encarados não só como soluções de problemas (por vezes, soluções à busca de problemas), fiáveis e seguras, em relação aos seus objetivos focais, mas também como engendrando problemas, frequentemente problemas em série, em variadas esferas, ecológica, biomédica, social, cultural, política, de ordem lateral ou distante no tempo e

no espaço – como “desmercadorias”, na expressão do filósofo da tecnologia W. Leiss. É apropriado lembrar a esse respeito o famoso lema do biólogo Garrett Hardin: *one can never do just one thing*. As nossas ações, no modo tecnológico e econômico, projetam-se *upstream e downstream* em várias cadeias causais, no mundo abiótico e biótico, no mundo social e cultura, e esses efeitos laterais não-intencionais, pelo menos a longo prazo, por latência, acumulação ou sinergias, podem exceder em importância o efeito primário e intencional, apesar de não serem reconhecidos, previstos ou desejados na hora da decisão, (GARCIA e MARTINS, p.90-91).

Para compreender as mudanças atuais sobre a tecnociência CACHAPUZ (2011) fez uma leitura histórica que ocorreu em 1500, após a invenção da imprensa, mostrando que ocorreu uma total transformação na Europa a partir dessa invenção. Da mesma forma, com a TV passa a influenciar as campanhas eleitorais, as famílias, a escola, igreja, indústria. E atualmente, o autor recomenda e apoia a idéia a seguir:

A necessidade de esforços de resistência dos movimentos em favor da abertura das especificações das tecnologias de informação, farmacêuticas, médicas, mediáticas, ambientais, alimentício-nutricionais, saberes populares e étnicos, (...) se apoiando na reflexão de, (FEENBERG, 2010, p.8 apud (CACHAPUZ, 2011, p.55).

c) Relação entre a literatura e as categorias assinaladas pelos alunos

No Questão 7, a categoria Realista não foi validada. Entre as questões Plausíveis respondidas pelos alunos foi observado que um dos itens está de acordo com a idéia Realista discutida na literatura. Esta defende que deve-se sempre estabelecer compromissos entre os efeitos positivos e negativos da C&T, a saber: os cientistas não são capazes de prever os efeitos de novos desenvolvimentos em longo prazo, apesar dos cuidadosos planejamento e testes que realizam. Outros itens na categoria plausível são parciais ao conceito Realista da literatura, mostrando que a implicação negativa sempre existe no desenvolvimento da C&T e que o estudo dos riscos favorecem a criação de novas idéias, as quais possibilitam os avanços; ou que essa questão é relativa porque algumas esferas são beneficiadas e outras não, e isso depende do ponto de vista; ou que os resultados positivos surgem com a análise do efeito negativo. Na categoria Simplista, os alunos optaram por uma concepção distante do conceito Realista, porque a idéia presente nas respostas mostram que apenas o controle prévio define e escolhe o que vai ser benéfico; ou se atribui uma visão única sobre a C&T tais como, a Ciência é totalmente boa ou ruim e que uma decisão errada impede o desenvolvimento. A seguir, na Tabela 13 será apresentada a Questão 8.

Tabela 13: Resultado da categorização da Questão 8, VOSTS, relativo à subdimensão: Resolução de problemas sociais e práticos. Participantes, 60 Alunos do ensino médio: (Escola A, 1ºAno: 19), (Escola B, 2ºAno: 27 Alunos e 3ºAno:14 Alunos). Categorias: Realista (R), Plausível (P), Simplista (S), Outra (sem critério)

Nº de Votos =(1º ano=19), (2º ano=27), (3º ano=14).						Categoria	8. A Ciência e a Tecnologia podem dar grandes contribuições à resolução de problemas, tais como: pobreza, crime e desemprego, doenças, ameaça de guerra nuclear e excesso de população. Sua posição basicamente é:	
R			P					S
1º 2º 3º	1º 2º 3º	1º 2º 3º	1º 2º 3º	1º 2º 3º	1º 2º 3º			
-- -- --	5 13 5	-- -- --	Plausível	A. A Ciência e a Tecnologia podem, certamente, contribuir para resolver certos graves problemas: a primeira, por meio de novas idéias; a segunda, pelas invenções que desenvolve.				
3 -- --	-- -- --	-- -- --	Realista	B. A Ciência e a Tecnologia podem contribuir para resolver certos problemas sociais, mas podem também estar na origem de muitos outros.				
5 10 6	-- -- --	-- -- --	Realista	C. A Ciência e a Tecnologia podem contribuir para resolver certos problemas sociais, mas não outros.				
-- -- --	1 -- 1		Plausível	D. A contribuição da Ciência e a Tecnologia está aliada com a sua utilização correta por parte das pessoas.				
-- -- --	-- -- --	3 -- --	Simplista	E. É difícil imaginar em que medida a Ciência e a Tecnologia podem contribuir para a solução dos problemas sociais. Estes dizem respeito à natureza humana e tem pouco a ver com a Ciência e a Tecnologia.				
-- -- --	-- -- --	2 1 --	Simplista	F. A Ciência e a Tecnologia tendem a tornar os problemas sociais ainda mais complicados. É esse o preço a pagar pelos avanços científicos e tecnológicos.				
-- -- --	-- -- --	-- 2 1	Outra	G. Não compreendi.				
-- -- --	-- -- --	-- 1 1	Outra	H. Não sei o suficiente sobre o assunto.				
-- -- --	-- -- --	-- -- --	Outra	I. Nenhuma destas escolhas está de acordo com a minha ideia.				

3.5.1.8 Discussão e análise dos dados da Tabela 13, questão nº8: opiniões dos alunos da Escola A e B, Resolução de problemas sociais e práticos. Na tabela 13, 60 alunos assinalaram as categorias (R: 24:40% , P: 25:42%, S: 6:10%, O: 5:8%) .

a) Síntese das categorias assinaladas pelos alunos na questão nº8

Na categoria Realista (R) os alunos responderam que a Ciência e a Tecnologia podem dar grandes contribuições à resolução de problemas de forma que: C&T contribuem para resolver certos problemas sociais, mas podem também estar na origem de muitos outros; ou C&T podem contribuir para resolver certos problemas sociais, mas não outros. Na categoria Plausível os alunos responderam que: C&T contribui para resolução de problemas com as novas idéias e suas invenções; ou a contribuição da Ciência e a Tecnologia implicam na sua utilização correta por parte das pessoas. Quanto a categoria Simplista, os alunos responderam que: a C&T não têm relação com problemas que são de ordem social; e por fim o desenvolvimento da C&T apenas agrava os problemas sociais.

b) Categoria Realista segundo a literatura

A concepção realista na literatura conforme (SANTOS e MORTIMER, 2002) mostra que “a ciência não é eficaz para resolver as grandes questões éticas e sócio-políticas da humanidade” idéias de (FOUREZ, 1995, e JAPIASSU, 1999).

É importante considerar como ressalta Miranda (2008): que a prática científica e tecnológica não se restringe a uma dimensão técnica, mas pode ser ampliada para as dimensões organizativas em que se devem considerar a política administrativa e os aspectos sociais envolvidos. Nesse sentido, a contribuição para melhoria sócio ambiental dos problemas envolve a participação de vários segmentos da sociedade.

Em relação à questão de empregos o historiador HARARI (2019a, 2019b) aponta algumas tendências. Ele ressalta que o aprendizado de máquina e a robótica são fatores reais que mudarão quase todas as modalidades de trabalho, desde a produção de iogurte até o ensino da ioga e isso pode excluir milhões de pessoas sem tal conhecimento. É muito provável que isso ocorrerá até o ano de 2050, e num prazo mais longo, nenhum emprego humano estará livre da ameaça da automação, porque o aprendizado de máquina e a robótica continuarão a se aprimorar. Segundo o autor, o marco crucial da automação ocorreu em dezembro de 2017, quando o programa AlphaZero do Google, derrotou o programa Stockfish 8 e demonstrou que o computador campeão mundial de xadrez em 2016, funcionou sem derrotas em 100 partidas e isso representa um diferencial da inteligência da máquina.

c) Relação entre a literatura e as categorias assinaladas pelos alunos

As respostas dos alunos na categoria Realista (R) estão de acordo com a literatura mostrando que C&T comportam benefícios e riscos, ou seja, C&T podem resolver certos problemas sociais, mas podem também estar na origem de muitos outros. Quanto às respostas da categoria Plausível elas são parciais em relação à categoria realista da literatura, pois algumas respostas mostraram apenas o aspecto de resolução de problemas usando as novas idéias e suas invenções. A categoria simplista dos alunos distancia da literatura, pois não reconhece que C&T comportam riscos e atribuíram que os riscos da C&T dependem do uso correto ou não que as pessoas fazem. A seguir na Tabela 14, será apresentada a Questão 9:

Tabela 14: Resultado da categorização da Questão 9, VOSTS, relativo à subdimensão: Contribuição para o bem estar econômico. Participantes, Alunos do ensino médio: (Escola A, 1ºAno: 19), (Escola B, 2ºAno: 27 Alunos e 3ºAno:14 Alunos). Categorias: Realista (**R**), Plausível (**P**), Simplista (**S**), Outra (sem critério)

Nº de Votos =(1º ano=19), (2º ano=27), (3º ano=14).			Categoria	9. Mais Tecnologia significa melhor nível de vida.
R	P	S		
1º 2º 3º	1º 2º 3º	1º 2º 3º		
-- -- --	-- -- --	-- -- 6	Simplista	A. Sim. A Tecnologia é sempre responsável pela melhoria do nível de vida das populações.
-- -- --	-- 8 2	-- -- --	Plausível	B. Sim. O aumento do conhecimento permite às pessoas resolver seus problemas.
-- -- --	-- -- --	4 -- 2	Simplista	C. Sim, porque a Tecnologia cria postos de trabalho, prosperidade e, contribui para facilitar a vida das pessoas.
-- -- --	-- 2 --	-- -- --	Plausível	D. Sim, mas só para aqueles que são capazes de utilizá-la.
-- -- --	14 16 2	-- -- --	Plausível	E. Sim e não. Mais recursos tecnológicos geram uma vida mais simples, mais saudável e eficiente. Porém mais Tecnologia significa também mais poluição e desemprego, entre outros problemas. O nível de vida pode aumentar, mas a qualidade de vida pode diminuir.
-- -- --	-- -- --	1 1 2	Simplista	F. Não. Atualmente, a utilização que se faz da Tecnologia apenas conduz a problemas graves como a poluição e a produção de armas.

3.5.1.9 Discussão e análise dos dados da Tabela 14, questão nº9: opiniões dos alunos da Escola A e B, sobre Contribuição da Tecnologia para o bem estar econômico. Na tabela 14, os 60 alunos assinalaram as categorias (P: 44: 73%, S: 16: 27%).

a) Síntese das categorias assinaladas pelos alunos na questão nº9

Na questão 9 do VOSTS, não ocorreu validação na categoria Realistas (R). Na categoria Plausível (P), os alunos responderam à pergunta: mais Tecnologia significa melhor nível de vida, como: consideram que o aumento do conhecimento sobre Tecnologia permite às pessoas resolverem seus problemas; ou os alunos responderam que a Tecnologia é favorável apenas para quem sabe utilizá-las; outra resposta os alunos consideram que a Tecnologia tem um lado que facilita a vida, mas ao mesmo tempo afeta o meio ambiente e os postos de trabalho, não significando melhorar a qualidade de vida. Na categoria Simplista, os alunos responderam que: a Tecnologia é sempre responsável pela melhoria do nível de vida das populações; a Tecnologia cria postos de trabalho, prosperidade e, facilita a vida das pessoas; o aumento da Tecnologia apenas prejudica a qualidade de vida.

b) Categoria Realista segundo a literatura

Na literatura uma concepção realista de acordo com o estudo de SANTOS e MORTIMER (2002) mostra que na idade moderna, o mito do cientificismo e da neutralidade da Ciência gerou uma fé cega na crença de que a Ciência e a Tecnologia representam progresso. Nesse modelo de vida, ocorre:

ao invés de as necessidades humanas definirem as necessidades de produção – o que seria a norma para uma sociedade verdadeiramente humana – são as necessidades do funcionamento do sistema que irão criar as falsas necessidades” de consumo [...], (ALVES, 1968, p. 20 apud SANTOS e MORTIMER, 2002, p.2).

Conforme analisa HARARI (2018, 2019a) embora a Tecnologia encerre muitas e maravilhosas promessas, ela traz ameaças e perigos. A revolução na biotecnologia e na Tecnologia da informação nos oferecerá controle sobre o mundo interior, e nos permitirão arquitetar a vida. Vamos aprender a projetar cérebros, a estender a duração da vida e a eliminar pensamentos, segundo nosso critério. Ninguém sabe, quais serão as consequências disso. Humanos sempre foram melhores em inventar ferramentas do que em usá-las sabiamente. É mais fácil manipular um rio construindo uma represa do que prever todas as complexas consequências que isso trará ao sistema ecológico. Da mesma forma, será mais fácil redirecionar o fluxo da nossa mente do que prever o que isso causará a nossa psicologia pessoal, ao nosso sistema social.

Tais idéias são reforçadas por Graig Venter, criador da célula sintética, ao dizer:

Tal como com qualquer área nova da ciência, medicina ou tecnologia, a genômica sintética pode ser usada para grande benefício da sociedade [biocombustíveis, vacinas e produtos farmacêuticos, etc.], mas também para fins negativos. As tecnologias de uso dual precisam ser cuidadosamente discutidas e avaliadas, (VENTER, 2010, p. 21 apud CACHAPUZ, 2011, p.64).

Em outras palavras, (SANTOS e MORTIMER, 2002, p.2) enfatizam que o foco dos estudos da filosofia e da sociologia da Ciência, conforme (FOUREZ 1995; JAPIASSU, 1999) o cientificismo e a neutralidade científica são mitos, ou seja, inexistentes, porque é uma falácia acreditar que são eficazes para resolver as grandes questões éticas e sócio-políticas da humanidade. Assim, é inconcebível a idéia de uma Ciência pela Ciência, sem considerar seus efeitos e aplicações.

ACEVEDO DÍAZ, et al., (2003) enfatizam que existe alguns obstáculos na incorporação do estudo da Tecnologia. Eles ressaltam que a abordagem de atividades que relacionam a Ciência com problemas tecnológicos permite aos alunos ampliar a visão de Tecnologia. Essa visão sistêmica de Tecnologia desperta o interesse e favorece a aprendizagem mais significativa, tanto na conexão com a vida diária, como também

Na questão 9 do VOSTS, não ocorreu validação na categoria Realistas (R). Na categoria Plausível (P), sobre a questão, mais Tecnologia significa melhor nível de vida, foi observado que um dos itens respondido pelos alunos está de acordo com a idéia realista da literatura quanto a, considerar que a Tecnologia tem um lado que facilita a vida, mas ao mesmo tempo afeta o meio ambiente, os postos de trabalho, não significando melhorar a qualidade de vida. Na categoria plausível, os alunos marcaram itens que possuem uma visão parcial em relação à concepção realista definida na literatura, a saber, mostram apenas que a Tecnologia contribui para resolver seus problemas. Na categoria plausível os alunos optaram por itens que fogem a definição realista da literatura quanto a Tecnologia ser benéfica apenas para quem sabe utilizá-las. Quanto à categoria Simplista, as respostas dos alunos com idéias inadequadas comparadas com a concepção realista da literatura define apenas aspectos positivos ou negativos da presença da Tecnologia tais como: a Tecnologia traz melhoria do nível de vida, criar postos de trabalho, prosperidade; ou a Tecnologia prejudica a qualidade de vida. A seguir, na Tabela 15 será apresentada a Questão 10:

Nº de Votos =(1º ano=19), (2º ano=27), (3º ano=14)									Categoria	10. A Ciência e a Tecnologia influenciam o nosso pensamento diário porque nos dão palavras e idéias novas. Sua posição basicamente é:
R			P			S				
1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º		
--	--	--	3	7	8	--	--	--	Plausível	A. Sim, porque quanto mais você aprende sobre Ciência e a Tecnologia, mais seu vocabulário aumenta, e assim mais informação você pode aplicar em seus problemas diários.
--	--	--	6	2	--	--	--	--	Plausível	B. Sim, porque nós usamos os produtos da Ciência e da Tecnologia (por exemplo, computadores, micro-ondas, tratamentos médicos). Estes novos produtos adicionam novas palavras ao nosso vocabulário e muda a maneira como nós pensamos sobre as coisas diárias.
---	---	---	1	--	--	--	--	--	Plausível	C. A Ciência e a Tecnologia influenciam o nosso pensamento diário, mas a maior influência é em relação às novas idéias, invenções e técnicas que ampliam o nosso pensamento.

Continua Tabela 15

Continua Tabela 15

Término Tabela 15. A Ciência e a Tecnologia são poderosas influências em nossas vidas diárias, não apenas por gerar palavras e ideias.										
Nº de Votos =(1º ano=19), (2º ano=27), (3º ano=14).						Categoria	10. A Ciência e a Tecnologia influenciam o nosso pensamento diário porque nos dão palavras e idéias novas. Sua posição basicamente é:			
R		P		S						
1º	2º	3º	1º	2º	3º					1º
--	--	--	3	15	2	--	--	--	Plausível	D. Mas, porque quase tudo o que nós fazemos e tudo ao nosso redor, de algum modo, têm sido pesquisados pela Ciência e a Tecnologia.
5	--	2							Realista	E. Mas, porque a Ciência e a Tecnologia mudaram o nosso modo de vida.
--	--	--	--	--	--	--	--	1	Simplista	F. Não, porque o nosso pensamento diário são influenciados na maior parte por coisas não científicas. A Ciência e a Tecnologia só influenciam alguns de nossos pensamentos.
--	--	--	--	--	--	--	3	--	Outra	G. Não compreendi.
--	--	--	--	--	--	1	--	1	Outra	H. Não sei o suficiente sobre o assunto.
--	--	--	--	--	--	--	--	--	Outra	I. Nenhuma destas escolhas está de acordo com a minha ideia.

3.5.1.10 Discussão e análise dos dados da Tabela 15, questão nº10: opiniões dos alunos da E.A e Escola B, sobre Contribuição para o pensamento social. As respostas dos 60 alunos são: (R: 7:12%, P: 47:78%, S: 1:2% , O: 5: 8%).

a) Síntese das categorias assinaladas pelos alunos na questão nº10

Na categoria Realista (R) os alunos responderam que a Ciência e a Tecnologia influenciam o nosso pensamento diário porque, a C&T mudou o nosso modo de vida. Na categoria Plausível os alunos responderam a tal questionamento explicando que: C&T fornecem-nos palavras e idéias novas; ou porque quanto mais você aprende sobre C&T mais aumenta o vocabulário e informação que facilitam aplicar e resolver problemas diários; ou os alunos responderam que o uso de novos produtos da C&T como por exemplo, computadores, micro-ondas, etc. adicionam novas palavras ao nosso vocabulário e muda a forma como pensamos sobre as coisas diárias. Os alunos disseram que C&T influencia o nosso pensamento diário porque quase tudo o que nós fazemos e o que está ao nosso redor, são pesquisados pela C&T. Na categoria Simplista, os alunos discordaram que C&T influenciam a maior parte de nossa vida: pois, o nosso pensamento diário é influenciado na maior parte por coisas não científicas.

b) Categoria Realista segundo a literatura

Uma concepção realista sobre a influência C&T no nosso modo de vida, amplia-se conforme a reflexão, a seguir:

tal influência é tão grande que podemos falar em uma autonomização da razão científica em todas as esferas do comportamento humano. Essa autonomização resultou em uma verdadeira fé no homem, na ciência, na

razão, enfim, uma fé no progresso (BERNARD e CROMMELINCK, 1992). As sociedades passaram a confiar na ciência e na tecnologia como se confia em uma divindade. A lógica do comportamento humano passou a ser a lógica da eficácia tecnológica e suas razões passaram a ser as da ciência (BAZZO, 1998), (SANTOS e MORTIMER, 2002, p.1).

Como consequência do cientificismo que emerge desse processo, a supervalorização da Ciência gera dois mitos: o da salvação da humanidade e o mito da neutralidade científica. O primeiro considera que todos os problemas humanos podem ser resolvidos cientificamente e o segundo mito passa a influenciar o currículo de Ciências, no final da década de 50, enfatizando a crença equivocada de que a vivência do método científico forma mini cientistas, (SANTOS e MORTIMER, 2002). Além disso, os autores mostram através das idéias de HABERMAS que são fortes os interesses ideológicos que se propagaram em nome do mito do cientificismo, a seguir:

O cientificismo tem também uma função ideológica de dominação. Segundo HABERMAS (1983), com o desenvolvimento do modo de produção capitalista, houve uma cientificização da técnica e, nesse processo, o desenvolvimento tecnológico passou a depender de um sistema institucional no qual conhecimento técnico e científico são interdependentes. Ainda, segundo esse autor, “com a investigação industrial de grande escala, ciência, técnica e valorização foram inseridas no mesmo sistema” (:330). HABERMAS defende, assim, a tese central de Marcuse de que a ciência e a técnica cumprem a função de legitimação da dominação, pois as metodologias científicas levam a uma dominação da natureza com uma eficácia cada vez maior, proporcionando os instrumentos para uma dominação cada vez mais eficiente do homem sobre o homem, (SANTOS e MORTIMER, 2002, p.1).

CACHAPUZ (2011) analisa a relação entre a tecnociência poder e democracia, e ressalta o papel transformador do progresso desse binômio, sobre a sociedade. O autor citou a afirmação da UNESCO, na conferência mundial sobre a Ciência para o século XXI e enfatiza a necessidade crescente de ter conhecimento científico, como estratégia diferencial nas decisões públicas e privadas no processo de globalização. O autor considera que tal declaração da UNESCO é quase um consenso entre vários autores, que defendem que:

A ciência aproximou o longínquo, alargou os limites do nosso conhecimento do infinitamente pequeno, do mundo inerte ao mundo vivo. Em suma, ela conquistou o poder de não só modelar as nossas vidas, mas também de modificar vida, (CACHAPUZ, 2011, p. 49-40).

c) Relação entre a literatura e as categorias assinaladas pelos alunos

As respostas dos alunos na categoria Realista (R), a respeito da influência da C&T em nossa vida tem relação com a literatura, pois os alunos disseram que C&T modifica todas as dimensões da vida cultura. Na literatura, foi enfatizado que: “tal influência é tão grande que podemos falar em uma autonomização da razão científica em todas as esferas do comportamento humano. “Essa autonomização resultou em uma verdadeira fé no homem, na Ciência, na razão, enfim, uma fé no progresso”, (SANTOS e MORTIMER, 2002, p.1). Na categoria Plausível, as respostas dos alunos são parciais em relação a literatura. Em alguns itens, os alunos respondem que a C&T influenciam o nosso pensamento diário. Nesses itens, a Tecnologia está associada a aspectos da dimensão técnica e a processo tais como: a aprendizagem de novos termos e informações ajudam a aplicar nos problemas diários; o uso de produtos e serviços C&T levam a compreensão de novas palavras com significado, pois muda a maneira como nós pensamos sobre as coisas diárias. Entre as categorias plausíveis que os alunos assinalaram, algumas tendem a categoria realista existente na literatura tais como: a C&T influencia, sobretudo em relação às novas idéias, invenções e técnicas que ampliam o nosso pensamento e, a C&T influencia quase tudo o que nós fazemos e tudo ao nosso redor, de algum modo, tem sido pesquisado pela C&T. Nessa categoria Plausível surgiu entre os alunos do 3ºAno da Escola B, uma discussão reconhecendo a dependência, a influência, o não controle e outros aspectos da difícil presença do celular em suas vidas. Essa percepção dos alunos parece que tem relação com o estudo de (CACHAPUZ, 2011). O autor atribui um status formal a tecnologia como uma espécie de estrutura social. Ele faz uma analogia com estruturas políticas ou econômicas, no sentido que a tecnologia ajuda definir e regular quadros de interação social. A diferença de tais analogias consiste nas funções ou mecanismos que na tecnologia aparecem mascarados e são apropriados pelas pessoas, como naturalmente determinadas em vez de socialmente escolhidas e desenvolvidas. Dessa forma, a discussão dos alunos do 3ºAno sobre o celular parece identificar que a Tecnologia têm consequências sociais de alterar a natureza das redes sociais e a vida comunitária. Quanto a categoria Simplista (S), as respostas dos alunos sobre Tecnologia fogem da concepção realista, pois, eles escolheram opções que mostram que nosso pensamento diário é muito influenciado por coisas não científicas. A seguir na Tabela 16, será apresentada a Questão 11:

Tabela 16: Resultado da categorização da Questão 11, VOSTS, relativo à subdimensão: Motivação pessoal dos cientistas. Participantes, Alunos do ensino médio: (Escola A, 1ºAno: 19), (Escola B 2ºAno: 27 Alunos e 3ºAno: 14 Alunos). Categorias: Realista (**R**), Plausível (**P**), Simplista (**S**), Outra (sem critério)

Nº de Votos =(1º ano=19), (2º ano=27), (3º ano=14).			Categoria	11. A maioria dos cientistas brasileiros é motivada a trabalhar exaustivamente. A principal razão por trás dessa motivação pessoal em fazer Ciência é:
R	P	S		
1º 2º 3º	1º 2º 3º	1º 2º 3º		
-- -- --	3 1 --	-- -- --	plausível	A. Ganhar reconhecimento, caso contrário o seu trabalho não será aceito.
-- -- --	-- -- --	1 7 2	simplista	B. Ganhar dinheiro, pois a sociedade pressiona os cientistas para que eles se esforcem e posteriormente obtenham recompensas financeiras.
-- -- --	1 -- --	-- -- --	plausível	C. Adquirir um pouco de fama, fortuna e poder, porque os cientistas são como qualquer um.
-- -- --	2 -- 1	-- -- --	plausível	D. Satisfazer sua própria curiosidade sobre o mundo natural, porque eles gostam de aprender mais o tempo todo e de resolver os mistérios do universo físico e biológicos.
-- -- --	5 8 3	-- -- --	plausível	E. Resolver problemas de curiosidade pessoal, descobrir ideias novas ou inventar coisas novas que beneficiem a Sociedade (por exemplo, curas médicas, soluções para a poluição etc.).Essas coisas unidas representam a principal motivação pessoal dos cientistas.
-- -- --	-- -- --	-- -- 1	simplista	F. Inventar e descobrir coisas novas para a Tecnologia.
-- -- --	1 6 5	-- -- --	plausível	G. Descobrir idéias novas ou inventar coisas novas que beneficiem a Sociedade (por exemplo, curas médicas, soluções para a poluição etc.)
5 5 1	-- -- --	-- -- --	realista	H. Não é possível generalizar, porque a principal motivação pessoal dos cientistas varia de um para outro.
-- -- --	-- -- --	1 -- --	outra	I. não compreendi.
-- -- --	-- -- --	-- -- 1	outra	J. não sei o suficiente sobre o assunto.
-- -- --	-- -- --	-- -- --	outra	K. nenhuma destas escolhas está de acordo com a minha idéia.

3.5.1.11 Discussão e análise dos dados da Tabela 16, questão nº11: opiniões dos alunos da Escola A e B, sobre Motivação pessoal dos cientistas. Na tabela 16, os alunos assinalaram as categorias (R: 11:18%, P: 36:60%, S: 11:18%, O: 2:3%).

a) Síntese das categorias assinaladas pelos alunos na questão nº11

Na categoria Realista, os alunos responderam que a principal razão que motiva a maioria dos cientistas brasileiros a trabalhar exaustivamente é: A motivação varia de um cientista para outro. Na categoria Plausível (P), os alunos responderam que a motivação dos cientistas para o trabalho é devido a: Ganhar reconhecimento, caso contrário o seu trabalho não será aceito; Adquirir um pouco de fama, fortuna e poder,

porque os cientistas são como qualquer pessoa; Satisfazer sua própria curiosidade sobre o mundo natural, porque os cientistas gostam de aprender mais o tempo todo e de resolver os mistérios do universo; e por fim a motivação dos cientistas têm relação com resolver problemas de curiosidade pessoal, descobrir idéias novas ou inventar coisas novas que beneficiem a Sociedade (curas médicas, poluição etc.). Na categoria Simplista, os alunos responderam que a motivação dos cientistas para o trabalho têm relação com: Ganhar dinheiro, pois a sociedade pressiona os cientistas para que eles se esforcem e posteriormente obtenham recompensas financeiras; ou que a motivação dos cientistas é: Inventar e descobrir coisas novas para a Tecnologia.

b) Categoria Realista segundo a literatura

Segundo ZIMAN (1979) consta na literatura sobre Orientação da Pesquisa Industrial, que os cientistas que se dedicam a trabalhos práticos comumente se ressentem disso. Por um lado, eles devem o seu ganha-pão à empresa que os contrata e que espera, em troca, uma solução satisfatória aos problemas imediatos. No entanto, a fidelidade intelectual do cientista está voltada para a sua especialização – por exemplo, a Química dos Colóides, dentre outras, e geralmente ele busca homenagens e prêmios acadêmicas. Embora as recompensas pelos trabalhos “tecnológicos” sejam mais compensadoras e mais concretas, o cientista, geralmente prefere ficar com as suas pesquisas “científicas”. Tal preferência têm maior razão pela existência de toda uma ideologia. O jovem cientista é treinado para trazer contribuições ao saber público. Todos os hábitos e práticas dos seus anos de aprendizado procuram ressaltar como é importante que essas contribuições sejam convincentes, de forma que possam ser incorporadas ao patrimônio científico. Para tornar-se um cientista de nome, não basta ganhar prêmios. É preciso também que seus trabalhos sejam citados por outros cientistas. Abrir mão disso, para ele, seria o mesmo que se ver rebaixado na escala social, ou abandonar a própria fé para adorar ídolos alienígenas. Ziman exemplica essas idéias com um recorte em que examina e descreve a vida de alguns entre muitos cientistas típicos nos anos de 1670, 1770 e 1870, como eles chegaram a organizar-se em e formar uma comunidade científica coesa, dentro da sociedade de sua época. Essa forma de proceder pode ser utilizada a qualquer tempo, a saber: a) Robert Boyle; b) Marcelo Malpighi; c) Christian Huygens; d) Jonh Ray; e) Antonius Leeuwenhoek; f) Isaac Newton; g) Gottfried Leibniz; h) John Flamsteed. Dessa forma, a) Robert Boyle

(1627-91) fez pesquisa com gases, publicou o seu tratado de Química intitulado “O Químico Cético”. Devotou os últimos anos de sua vida à defesa intelectual do Cristianismo. b) Marcelo Malpighi (1628-94) foi chamado de “Pai da Microscopia”, fez muitas investigações anatômicas e botânicas com o microscópio, foi médico e professor de Medicina. c) Christian Huygens (1629-95) matemático e astrônomo ficou famoso por ter inventado o primeiro relógio de pêndulo que funcionava com precisão. Foi convidado a ocupar um cargo remunerado como membro da Academie Royale, Paris, mas preferiu regressar a Holanda, talvez para fugir da perseguição dos protestantes. Esses três cientistas eram aristocratas. d) Jonh Ray (1628-1705) foi filho de um ferreiro, mas estudou em Cambridge e tornou-se membro do Trinity College, mas deixa o cargo, por ter-se recusado a aceitar as normas religiosas do Ato da Uniformidade. Depois, recebe ajuda de um mecenas. e) Antonius Leeuwenhoek (1632-1723) proprietário de uma pequena loja de tecidos possuía pouca instrução, mas tinha como passatempo a História Natural. Usou um minúsculo glóbulo de vidro como lente, explorou o mundo microscópico e descobriu os organismos unicelulares. f) Isaac Newton (1642-1727) teve alta habilidade com a matemática. Era um solteirão absorto e solitário. Isso possibilitou à dedicação a pesquisa. Ele foi uma pessoa que não tolerava crítica. g) Gottfried Leibniz (1646 – 1716) inventou o Cálculo Infinitesimal, rival Newton, foi sua antítese, pois foi um homem de altos negócios, dedicou-se à diplomacia e políticas, sujeito muito agradável, tolerante, urbano e um tanto excêntrico. h) John Flamsteed (1646-1719) foi o primeiro astrônomo real inglês, foi mal remunerado, tinha pouca saúde, mas, construiu vários instrumentos e catalogou estrelas. Como todo observador meticoloso, não se dava bem com os teóricos. Ziman destaca que todos esses cientistas viveram à margem das principais forças e instituições da Sociedade. Nessa época, muitos faziam da pesquisa um hobby ou tentando experiências incertas nos campos da Agricultura e da Medicina. Foram poucos os cargos de tempo integral relacionados com a pesquisa profissional: HOOKE e FLAMSTEED foram mal remunerados, apesar de suas grandes realizações. Era melhor nascer de um berço esplendido, como BOYLE e HUYGENS, ou encontrar um mecenas, como o caso de RAY. Ziman explica que deveu-se quase ao acaso, o fato de NEWTON e MALPIGHI a propor as maravilhosas descobertas científicas. De forma geral era comum a filosofia como um passatempo. Nessa época, apesar que muitos membros da classe média e alta dispunham de muito tempo para o lazer, à atividade de pesquisa constituía uma prática quase inteiramente amadorística, exercida por poucos entusiastas, com um grau de

instrução um pouco mais elevado, ou dotado de maior curiosidade intelectual. O que haveria, então, no clima social, econômico, religioso, político, e/ou filosófico da Europa no século XVII, que redirecionava essas pessoas de outras obsessões particulares, tais como a Teologia rebuscada, a poesia mística, a intriga política ou a busca do enriquecimento, atirando-as nesses novos cursos de pensamento e ação? Ziman conclui que não existe resposta satisfatória para essa pergunta e que esse é um importante problema histórico e sociológico. O autor destaca que alguns estudiosos atribuem a culpa no Capitalismo; outros como consequências do protestantismo. Há também aqueles que creditam a motivação como um movimento essencialmente filosófico, deflagrado pelo Renascimento e pela Reforma, ou a mera decorrência das técnicas recém-desenvolvidas como a imprensa, a mineração e a navegação oceânica.

c) **Relação entre a literatura e as categorias assinaladas pelos alunos**

Na categoria Realista do VOSTS, as respostas dos alunos se alinham com a discussão da literatura, afirmando que a motivação do cientista para o trabalho varia em qualquer período da história. Na categoria Plausível (P), as respostas dos alunos são parciais em relação a literatura, pois restringem as motivações das decisões dos cientistas para o trabalho. A categoria Simplista das respostas dos alunos foge da literatura quanto à motivação pessoal dos cientistas pois não contempla a idéia que esses são diferentes. A seguir na Tabela 17 será apresentada a Questão 12:

Tabela 17: Resultado da categorização da Questão 12, VOSTS, relativo à subdimensão: Ideologias dos cientistas. Participantes, [Escola A, 1º Ano: 19, Escola B, 2º Ano: 27 Alunos] e 3º Ano: 14 Alunos). Categorias: Realista (R), Plausível (P), Simplista (S), Outra (sem critério)

5. Ano: 14 Alunos). Categorias: Realista (R), Plausível (P), Simplista (S), Outra (sem critério)						
Nº de Votos =(1º ano=19), (2º ano=27), (3º ano=14).			Categoria	12. As crenças religiosas de um cientista não farão diferença nas descobertas científicas ou em seu trabalho.		
R		P				S
1º 2º 3º	1º 2º 3º	1º 2º 3º				
-- -- --	-- -- --	10 14 7	simplista	A. As crenças religiosas não afetam o trabalho do cientista. As descobertas científicas são fundamentadas em teorias e em métodos experimentais, e não em crenças religiosas. Estas são exteriores a Ciência.		
-- -- --	6 9 1	-- -- --	plausível	B. Depende da religião e também da sua importância e do seu significado para o cientista.		
As crenças religiosas afetam o trabalho do cientista:						
-- -- --	-- -- 2	-- -- --	plausível	C. Porque determina a forma como o cientista avalia as teorias científicas.		
3 4 3	-- -- --	-- -- --	realista	D. Porque, várias vezes, as crenças religiosas podem afetar a forma como o cientista trabalha, o problema que seleciona para estudar, a metodologia que irá aplicar, os resultados que irá divulgar, etc.		
-- -- --	-- -- --	-- -- 1	outra	E. não compreendi.		
-- -- --	-- -- --	-- -- --	outra	F. Não sei o suficiente sobre o assunto.		
-- -- --	-- -- --	-- -- --	outra	G. Nenhuma destas escolhas está de acordo com a minha idéja.		

3.5.1.12 Discussão e análise dos dados da Tabela 17, questão nº12: opiniões dos alunos da Escola A e da Escola B, sobre Ideologias dos cientistas. Na tabela 17, os 60 alunos assinalaram as categorias (R: 10:17%, P: 18:30%, S: 31:52%, O: 1:2%).

a) Categorias assinaladas pelos alunos na questão nº12

Na categoria Realista as respostas dos alunos quanto a questão 12: as crenças religiosas de um cientista influenciam nas descobertas científicas ou em seu trabalho? As respostas são: Sim, porque várias vezes as crenças religiosas afetam o problema que seleciona para estudar, a metodologia que irá aplicar, os resultados que irá divulgar, etc. Na categoria Plausível (P), as respostas dos alunos são: que isso depende da religião e também da sua importância e do seu significado para o cientista; outra resposta, os alunos consideram que a Ciência sofre influência porque determina a forma como o cientista avalia as teorias científicas. Na categoria Simplista, os alunos responderam que as crenças e religião não afetam trabalho dos cientistas porque: As descobertas científicas são fundamentadas em teorias e em métodos experimentais e não em crenças religiosas. Estas crenças são exteriores a Ciência.

b) Categoria Realista segundo a literatura

BASTOS (2005) contrapõe totalmente a visão chamada de Ciência classificada como indutivista, pois nessa visão defende-se que a comunidade de cientistas constrói as ciências, a partir da consideração simplista sobre os “dados da experiência”, os quais produzem conhecimentos objetivos acerca da natureza, e:

Ele desenvolve uma série de argumentos para mostrar que os cientistas, sob a influência de perspectivas pessoais e culturais, são fortemente pessoais em suas decisões sobre quais enunciados devem ou não ser considerados verdadeiros. O aspecto arbitrário da atividade científica fica claro quando se verifica que cientistas em diferentes épocas e locais produziram conhecimentos diferentes e até mesmo contraditórios entre si, (BASTOS et al., 2004, p. 43).

Dentre os muitos exemplos na história da Ciência da relação entre a metafísica e a prática científica, cito (DESCARTES, 2010). Esse matemático fez uma relação do discurso sobre o Método e Princípios de Filosofia. O autor defende que todo conhecimento pode ser aprendido e afirma que se libertou de todas as opiniões já aceitas na época. Para o autor a essência dos princípios da geometria e da álgebra têm relação com o infinito. A partir disso, propôs de forma original, o seu método científico, com base em quatro princípios da lógica e conclui que isso só pode ter sido inspirado por Deus, pois Deus é o infinito, a perfeição, o princípio e o fim de tudo. Isso permitiu que

ele compreendesse as suas dúvidas e que a perfeição foi inspiração. Isso não implica em eliminar os erros e as dúvidas.

Para ZIMAN (1981), a relação entre a Ciência e outras atividades humanas é complexa. Ele enfatiza que geralmente a palavra Ciência significa “a arte do conhecimento”, a pesquisa com o sentido de acumulação de conhecimentos pela observação sistemática, a experimentação deliberada e pela teoria racional. Mas, o autor ressalta que essa atividade está intimamente relacionada com diferentes aspectos da condição humana, tais como: as artes práticas ou técnicas, de um lado, e com a esfera espiritual, ou seja, a Religião de outro, em que cada atividade sobrepõe-se e funde-se com as que lhe ficam mais próximas. O autor acredita que, a Ciência e a Religião estão se aproximando da Filosofia (intimamente ligada com a Teoria – a arte especial de “saber por que”). E esse contato com a Religião está intimamente relacionado com a Organização Social, a qual tem por finalidade prover nossas necessidades materiais. Ele conclui que conforme se aprofunda no estudo da história da Ciência, menos se distinguem os padrões e princípios. Quanto mais recuamos no passado, mais incertos se tornam os fatos, assim como mais especulativa se torna a sua interpretação.

CHASSOT (2008) enfatiza que o estudioso da História da Ciência busque uma dimensão mais ampla, e inclua a História da Filosofia, a História da Educação, a História das religiões, a História das artes e (..) e também a esquecida história da história daqueles que usualmente não são autores (oficiais) da história.

d) Relação entre a literatura e as categorias assinaladas pelos alunos

A categoria Realista das respostas dos alunos sobre a questão 12 está de acordo com a definição da literatura, porque assim como na literatura, estas explicam que a pesquisa do cientista sofre influência do contexto social. Na categoria Plausível (P), foi observado que algumas respostas dos alunos tendem a definição da literatura porque: elas determinam a forma como o cientista avalia as teorias científicas. Outras respostas plausíveis distanciam-se da literatura como: a religião determina a decisão do cientista; Existe uma categoria plausível que foge a literatura, a saber: essas são as respostas dos alunos que consideram que a religião pode se impor na decisão do cientista ou essa relação influi se for importante ao cientista. Na categoria Simplista, as respostas dos alunos não tem relação com a literatura, pois os alunos atribuem a Ciência como um conhecimento objetivo, e que o problema, seus métodos e os resultados independem de crenças, da cultura de da religião. A seguir será apresentada a Tabela 18, Questão 13:

Tabela 18: Resultado da categorização da Questão 13, VOSTS, relativo à subdimensão: Decisões dos cientistas. Participantes: Alunos do Ensino Médio: (Escola A, 1ºAno: 19), (Escola B, 2ºAno: 27 Alunos e 3ºAno:14 Alunos). Categorias: Realista (R), Plausível (P), Simplista (S), Outra (sem critério):

Nº de Votos =(1º ano=19), (2º ano=27), (3º ano=14).			Categoria	13. Quando os cientistas não conseguem encontrar um consenso sobre um assunto (por exemplo, sobre os alimentos transgênicos serem ou não nocivos), isso se deve a não disposição de todos os fatos, não tendo nada a ver com a ética (postura correta ou errada) nem com motivações pessoais (agradar a quem está financiando a pesquisa). Podem não encontrar consenso sobre um determinado assunto:
R	P	S		
1º 2º 3º	1º 2º 3º	1º 2º 3º		
-- -- --	1 14 6	-- -- --	plausível	A. Porque nem todos os fatos foram descobertos. A Ciência baseia-se nos fatos observáveis.
-- -- --	1 5 --	-- -- --	plausível	B. Porque cada cientista está atento a fatos distintos. A opinião científica é inteiramente baseada no conhecimento dos fatos por parte dos cientistas e não é possível dispor de todos os fatos.
-- -- --	3 -- --	-- -- --	plausível	C. Porque os cientistas interpretam os fatos de forma diferente, à luz de diferentes teorias científicas, e não por efeito de valores morais ou motivos pessoais.
-- -- --	3 -- 3	-- -- --	plausível	D. Sobretudo porque os cientistas não dispõem de todo o conhecimento sobre os fatos, mas, em parte, porque diferem em termos de opiniões pessoais, valores morais ou motivos individuais.
3 5 2	-- -- --	-- -- --	realista	E. Por um grande número de razões, como falta de fatos, desinformação, teorias diferentes, opiniões pessoais, valores morais ou motivos pessoais.
-- -- --	3 -- --	-- -- --	plausível	F. Sobretudo porque existem diferenças em termos de opiniões pessoais, valores morais ou motivos individuais.
-- -- --	2 -- 1	-- -- --	plausível	G. Porque os cientistas são objetos de influências e pressões por parte de Governos e empresas.
-- -- --	-- -- --	1 2 1	outra	H. Não compreendi.
-- -- --	-- -- --	1 -- --	outra	I. Não sei o suficiente sobre o assunto.
-- -- --	-- -- --	1 1 1	outra	J. Nenhuma destas escolhas está de acordo com a minha idéia.

3.5.1.13 Discussão e análise da Tabela 18, questão nº13: opiniões dos alunos da Escola A e da Escola B, sobre Decisões dos cientistas, falta de consenso sobre um assunto. Na tabela 18, 60 alunos assinalaram as categorias (R: 10:17%, P: 42:70%, O: 8:13%).

a) Categorias assinaladas pelos alunos na questão nº13

Na categoria Realista as respostas dos alunos a questão 13, sobre a falta de consenso entre os cientistas sobre um assunto são: os alunos consideram que os cientistas podem ou não encontrar consenso sobre um determinado assunto: Por muitas razões, como falta de fatos, desinformação, teorias diferentes, opiniões pessoais, valores morais ou motivos pessoais. Na categoria Plausível (P), as respostas dos alunos são: se não há consenso é porque nem todos os fatos foram descobertos. A Ciência baseia-se nos fatos observáveis; Existem respostas com a idéia de: a falta de consenso ocorre

porque cada cientista está atento a fatos distintos. A opinião científica é inteiramente baseada no conhecimento dos fatos por parte dos cientistas e não é possível dispor de todos os fatos; Outro item de respostas contém a idéia: os cientistas interpretam os fatos de formas diferentes, à luz de diferentes teorias científicas e não por efeito de valores morais ou motivos pessoais; Há respostas dos alunos que explicam que a falta de consenso ocorre porque: os cientistas não dispõem de todo o conhecimento sobre os fatos, e diferem em termos de opiniões pessoais, valores morais ou motivos individuais. Foi observado escolhas que predominam a idéia que, a falta de consenso entre os cientistas sobre um assunto ocorre porque: são as opiniões pessoais, valores morais ou motivos individuais que definem isso. Enfim, alguns dos itens de escolhas dos alunos que mostram a falta de consenso entre os cientistas sobre um assunto ocorre porque os cientistas são objetos de influências e pressões por parte de Governos e empresas, fatores externos.

b) Categoria Realista segundo a literatura

Para ZIMAN (1996) a consenso implica fortes interações entre os atores humanos do drama. Isto não se restringe a leitura de mostradores e representações matemáticas. Eles usam o reconhecimento de padrões, aspectos significativos que são adaptados para transmitir mensagens consensuais na forma de diagramas e imagens cujo “significado” não pode ser deduzido pela manipulação matemática ou lógica formal. Por esse motivo o conhecimento científico não é tão “objetivo” quanto “intersubjetivo” e só pode ser validado e traduzido em ação pela intervenção de mentes humanas. Dessa forma, o que se busca é:

Assim por exemplo erros mal-entendidos elementares são eliminados pela repetição independente dos experimentos, ou pela crítica teórica. O fato de todo cientista ser treinado – ou moldado pela experiência – para apresentar os mais altos níveis de precisão autocrítica em suas comunicações não quer dizer que este aspecto do modelo possa ser ignorado; os erros triviais são endêmicos na pesquisa científica e devem ser continuamente corrigidos para que o sistema dê origem a qualquer coisa que se aproxime da “verdade”, (ZIMAN 1996, p.19).

MIRANDA (2008) explica que a falta de consenso de alguns cientistas em relação a determinados assuntos tem relação com:

trata-se sempre de explicar o mundo invisível por forças invisíveis, de articular o que se observa com o que se imagina”. [...] “a base das explicações são modelos mentais que permitem predições”. A falta de consenso pode estar relacionado ao conceito de verdade para cada cientista. Sendo esta uma tentativa de conhecimento verdadeiro que ainda não construiu nenhum critério universal “para dizer que um conhecimento é verdadeiro, (SANTOS et al.,1999, apud MIRANDA, 2008, p.89-90).

O conhecimento científico, sobretudo não fornece certeza teórica absoluta. “A sanção de ‘verdade’ é um limite que constrange o cientista, mas não o poeta, o pintor, o escritor de textos literários”, (MIRANDA, 2008, p.89-90).

Para KUHN (2006) esse processo é persuasivo e difícil, pois indivíduos criados em sociedades diferentes comportam-se em algumas ocasiões, como se vissem coisas diferentes. Assim, dois grupos cujos membros têm sistematicamente sensações diferentes ao captar os mesmos estímulos vivem em mundos diferentes.

Conforme TABER (2010) o investimento pessoal que uma pessoa faz na modificação de um construto superordenado ou, a dependência que o indivíduo tem em relação a ele é tão grande que ele ignora a adoção de um construto subordinado mais preciso. Para Kelly o significado de construto é:

Watts e Pope comentaram sobre como a noção de Kelly de um construto está relacionada a uma interpretação construtivista do que é um 'conceito' (ou seja, que os conceitos são mentalmente impostos e não capturados da natureza, (TABER 2010, p.32).

c) Relação entre a literatura e as categorias assinaladas pelos alunos

Na categoria Realista, as respostas dos alunos a questão 13, sobre a falta de consenso entre os cientistas em encontrar ou não um consenso sobre um determinado assunto estão de acordo com a categoria da literatura e se resume em: Por muitas razões como falta de fatos, desinformação, teorias diferentes, opiniões pessoais, valores morais ou motivos pessoais. Na categoria Plausível (P) existe um item que tem relação com a categoria realista da literatura, a saber: os alunos consideram que: os cientistas não dispõem de todo o conhecimento sobre os fatos, mas, em parte, porque diferem em termos de opiniões pessoais, valores morais ou motivos individuais. Existem outras respostas dos alunos que são parciais em relação a literatura. Estas focalizam apenas fatos, ou apenas influências externas, tais como: se não há consenso é porque nem todos os fatos foram descobertos. A Ciência baseia-se nos fatos observáveis; Outros alunos responderam que a falta de consenso sobre um assunto ocorre porque: cada cientista está atento a fatos distintos. A opinião científica é inteiramente baseada no conhecimento dos fatos por parte dos cientistas e não é possível dispor de todos os fatos; os cientistas interpretam os fatos de forma diferente, à luz de diferentes teorias científicas e não por efeito de valores morais, ou motivos pessoais; Representa-se como parcial respostas dos alunos com a idéia que: são as opiniões pessoais, valores morais ou motivos individuais que definem isso. E por fim existe respostas dos alunos que

contém a idéia que a falta de consenso sobre um assunto ocorre porque os cientistas são objetos de influências e pressões por parte de Governos e empresas, fatores externos.

A seguir será apresentada a Tabela 19, Questão 14:

Tabela 19: Resultado da categorização da Questão 14, VOSTS, relativo à subdimensão: Decisões tecnológicas. Participantes, Alunos do ensino médio: (Escola A, 1ºAno: 19), (Escola B 2ºAno: 27 Alunos e 3ºAno:14 Alunos). Categorias: Realista (R), Plausível (P), Simplista (S), Outra (sem critério)

Nº de Votos =(1º ano=19), (2º ano=27), (3º ano=14).									Categori a	14. O desenvolvimento tecnológico pode ser controlado pela população.
R			P			S				
1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º		
--	--	--	--	--	--	5	3	3	Simplista	A. Sim, porque da população vem cada geração de cientistas e de técnicos que contribuirão para o progresso da Tecnologia. Assim, a população vai controlando o desenvolvimento tecnológico por meio dos tempos.
--	--	--	--	--	--	2	--	--	Simplista	B. Sim, porque o progresso Tecnológico é apoiado e controlado pelo Governo. No ato da eleição do Governo, a população pode controlar o que será apoiado.
--	--	--	--	--	--	1	2	6	Simplista	C. Sim, porque as Tecnologias estão a serviço das necessidades dos consumidores. O progresso tecnológico acontece em áreas de grande procura e de margem lucrativa.
--	--	--	2	7	2	--	--	--	Plausível	D. Sim, mas somente quando se trata de colocar em prática novos desenvolvimentos. A população não tem capacidade para controlar o desenvolvimento inicial.
--	--	--	5	3	--	--	--	--	Plausível	E. Sim, mas somente quando se reúnem em organizações ou em grupo. A população, em conjunto, pode controlar e modificar quase tudo.
Não, pois a população não está envolvida no processo de controle dos progressos tecnológicos.										
--	--	--	2	2	1	--	--	--	Plausível	F. Porque o progresso tecnológico é tão rápido que o cidadão comum não consegue acompanhar o desenvolvimento.
--	--	--	2	10	1	--	--	--	Plausível	G. Porque a população é impedida de participar desses assuntos por aqueles que têm o poder de desenvolver a Tecnologia.
--	--	--	--	--	--	--	--	--	Outra	H. Não compreendi.
--	--	--	--	--	--	--	--	--	Outra	I. Não sei o suficiente sobre o assunto.
--	--	--	--	--	--	--	--	1	Ooutra	J. Nenhuma destas escolhas está de acordo com a minha ideia.

3.5.1.14 Discussão e análise dos dados da Tabela 19, questão nº14: opiniões dos alunos da Escola A e da Escola B, sobre Decisões tecnológicas. Na tabela 19, 60 alunos assinalaram as categorias (P: 37:62%, S: 22:37% e O: 1:2%).

a) Categorias assinaladas pelos alunos na questão nº14

Na questão do VOSTS não ocorreu validação para a categoria Realista. Na categoria Plausível (P), as respostas dos alunos sobre a questão: O desenvolvimento tecnológico pode ser controlado pela população são: os alunos consideram que a população não pode controlar a Tecnologia, quando se tratar de uma proposta de tecnologia. Mas, a população pode controlar o desenvolvimento de uma tecnologia já existente; outro item escolhido pelos alunos considera que, só é possível o controle da Tecnologia quando as pessoas se reúnem em organizações ou em grupo; uma outra idéia de resposta dos alunos considera que a população não pode controlar a Tecnologia, porque o progresso tecnológico é tão rápido que o cidadão comum não consegue

acompanhá-los; uma das escolhas dos alunos contém a idéia que, não é possível controlar a tecnologia porque a população é impedida de participar desses assuntos, por aqueles que têm o poder de desenvolver a Tecnologia.

Na categoria Simplista (S), as respostas dos alunos para a questão: O desenvolvimento tecnológico pode ser controlado pela população: os alunos consideram que a população pode controlar a Tecnologia porque: cada geração de cientistas e de técnicos vem da população, que contribuirá para o progresso da Tecnologia; ou as respostas dos alunos consideram que o progresso Tecnológico é apoiado e controlado pelo Governo, e o voto controla o que será apoiado; ou as respostas dos alunos consideram que as Tecnologias estão a serviço das necessidades dos consumidores. O progresso tecnológico acontece em áreas de grande procura e de margem lucrativa.

b) Categoria Realista segundo a literatura

Na literatura, a concepção realista enfatiza que nos casos em que a pesquisa científica afeta o público é essencial participar, porque o público é a parte interessada (muitas decisões científicas afetam a vida pública); e a participação é a melhor educação científica que o público pode obter – “uma democratização completa da Ciência (o que inclui proteção de minorias, como os cientistas) não está em conflito com a Ciência”. Isso é importante, pois “percebeu-se que a Ciência não é um empreendimento, mas muitos”, reflexão de (BEM-DAVID, 1991, p.525 apud FEYERABEND 2011, p.15).

CACHAPUZ (2011) defende a tese central que as relações entre tecnociência e poder podem e devem ser reformuladas segundo linhas mais democráticas, de forma a reconciliar valores e cultura democrática e humanista com progresso tecnocientífico. Ou seja, a afirmação e defesa da democracia participativa (e não só representativa) como eixo mediador e regulador entre a tecnociência e o poder.

A idéia anterior é reforçada quando:

Uma nação adquire autonomia tecnológica não necessariamente quando domina um ramo de alta tecnologia; mas quando consegue uma ampla e harmoniosa interação entre esses subsistemas tecnológicos, sob o controle, orientação e decisão dos filtros sociais, etc. (VARGAS, 1994, p.186 apud SANTOS e MORTIMER, 2002, p. 2).

A participação da sociedade em assuntos de decisões tecnológicas é um desafio no Brasil e consiste em equilibrar o progresso científico e tecnológico com o progresso social, conforme idéias de (AULER e BAZZO, 2001).

Segundo SANTOS & SCHNETZLER (1997) para efetivar a participação comunitária do cidadão é necessário que ele disponha de informações, dentre as quais,

de conhecimentos químicos vinculados aos problemas sociais que afetam a sociedade, e exigem posição e encaminhamento de suas soluções.

Da mesma forma, MIRANDA (2008) considera que o controle tecnológico será efetivo se o cidadão tiver acesso às informações sobre o desenvolvimento científico-tecnológico e participar das decisões de ordem política e social que possivelmente irão causar impactos e consequências em seu cotidiano.

c) Relação entre a literatura e as categorias assinaladas pelos alunos

Na categoria Plausível (P), uma das respostas dos alunos está em concordância com a categoria realista definida na literatura, a saber: os alunos consideram que a população não pode controlar proposta inicial de uma Tecnologia porque não tem acesso, mas, podem controlar as tecnologias existentes que evoluem. Para explicar essa resposta utilizamos dois autores da literatura. FEYERABEND (2011) enfatiza que nos casos em que a pesquisa científica afeta o público, é essencial participar e MIRANDA (2008) destaca que a sociedade só exercerá alguma influência efetiva no controle tecnológico quando tiver acesso às informações sobre o desenvolvimento científico-tecnológico. Quanto a resposta dos alunos que consideram que o controle só pode ser feito por grupos organizados, essa resposta é parcial em relação à categoria da literatura, pois qualquer pessoa pode questionar e participar de tomada de decisão que envolvem C&T; uma das respostas dos alunos que consideram que a população não pode controlar a Tecnologia, passa a idéia que o progresso tecnológico é tão rápido que o cidadão comum não consegue acompanhá-los. Outra resposta que considera que não é possível controlar a Tecnologia porque a população é impedida de participar desses assuntos, por aqueles que têm o poder de desenvolver a Tecnologia tem relação com a posição da literatura conforme (MIRANDA, 2008). Quanto às respostas dos alunos na categoria Simplista (S), estas fogem as idéias discutidas na literatura pois: consideram que a população pode controlar a Tecnologia porque: cada geração de cientistas e de técnicos vem da população, que contribuirão para o progresso da Tecnologia. Essa resposta contém a idéia que todos os responsáveis pela Ciência e a Tecnologia visam o progresso da humanidade; Outra resposta simplista dos alunos projetam no voto a garantia das promessas de progresso; Existem respostas dos alunos que contém a idéia que as Tecnologias estão a serviço das necessidades dos consumidores. Essa resposta foge a literatura realista que argumenta que “uma nação adquire autonomia tecnológica não necessariamente quando domina um ramo de alta tecnologia; mas quando consegue uma

ampla e harmoniosa interação entre esses subsistemas tecnológicos, sob o controle, orientação e decisão dos filtros sociais, etc.”, (SANTOS e MORTIMER, 2002 p. 2).

A seguir, será apresentada a Tabela 20, Questão 15.

Tabela 20: Resultado da categorização da Questão 15, VOSTS, relativo à subdimensão: Aproximação científica para investigação sobre (NOS). Participantes, Alunos Ensino Médio: (Escola A, 1ºAno: 19 Alunos), (Escola B, 2ºAno: 27 e 3ºAno:14 Alunos). Categorias: Realista (R), Plausível (P), Simplista (S), Outra (sem critério)

Nº de Votos =(1º ano=19), (2º ano=27), (3º ano=14).			Categoria	15. Os cientistas não deveriam cometer erros em seu trabalho, porque tais erros atrasam os avanços da Ciência.
R	P	S		
1º 2º 3º	1º 2º 3º	1º 2º 3º		
-- -- --	-- -- --	-- -- 4	simplista	A. Os erros atrasam o avanço da Ciência. As informações equivocadas podem conduzir a falsas conclusões. Se os cientistas não corrigem imediatamente os erros dos seus resultados, a Ciência não avança.
-- -- --	-- -- --	4 1 4	simplista	B. Os erros atrasam o avanço da Ciência. As novas Tecnologias e equipamentos reduzem os erros melhorando a precisão e assim a Ciência avançará mais depressa.
Os erros não podem ser evitados:				
-- -- --	2 1 3	-- -- --	plausível	C. Assim os cientistas reduzem os erros verificando os resultados uns com os outros até que um acordo seja alcançado.
4 23 2	-- -- --	-- -- --	realista	D. Alguns erros podem atrasar os avanços da Ciência, porém outros podem conduzir as novas descobertas ou avanços. Desse modo os cientistas aprendem com os seus erros e os corrigem, fazendo a Ciência progredir.
9 -- 1	-- -- --	-- -- --	realista	E. Na maioria dos casos, os erros ajudam a Ciência a avançar. Isso ocorre pela identificação e correção dos erros do passado.
-- -- --	-- -- --	-- 1 --	outra	F. Não compreendi.
-- -- --	-- -- --	-- -- --	outra	G. Não sei o suficiente sobre o assunto.
-- -- --	-- -- --	-- 1 --	outra	H. Nenhuma destas escolhas está de acordo com a minha idéia

3.5.1.15 Discussão e análise dos dados da Tabela 20, questão nº15:

Opiniões dos alunos da Escola A e da Escola B, sobre: Aproximação científica para investigação (NOS). Na tabela 20, 60 alunos assinalaram as categorias (R: 39:70%, P: 6: 10%, S: 13:22%, O: 2:3%).

a) Categorias assinaladas pelos alunos na questão nº15

Na categoria Realista (R), as respostas dos alunos quanto a questão 15: Os cientistas não deveriam cometer erros em seu trabalho, porque tais erros atrasam o avanço da Ciência, são: os erros não podem ser evitados, os cientistas aprendem com os seus erros e geralmente ajudam a Ciência a avançar e devem ser corrigidos antes. Na categoria Plausível (P), as respostas dos alunos passam a idéia que os erros não podem ser evitados e estes são minimizados quando são revistos até chegar em um consenso. Na categoria Simplista (S), as respostas dos alunos consideram que os erros atrasam o avanço da Ciência, e se ocorrerem devem ser revistos imediatamente; outra resposta

nessa mesma linha mostra que o avanço da Ciência é otimizado pelas novas Tecnologias e equipamentos que aumentam precisão.

b) Categoria Realista segundo a literatura

Na literatura a reflexão sobre o papel do erro para o avanço da Ciência é visto com um aspecto importante na atividade da prática científica. O filósofo e professor de Ciências Gaston Bachelard enfatiza a importância do erro e sua retificação em sua epistemologia histórica. Ele defende que é preciso errar, principalmente nas ciências, pois o conhecimento científico só se constrói pela retificação dos erros, ou seja, as verdades só adquirem sentido ao fim de uma polêmica, após a retificação dos erros primeiros. A Ciência é um processo de produção da verdade, ou seja, é um discurso verdadeiro sob um fundo de erro. A Ciência lida com as verdades as quais são sempre provisórias. Por isso se diz que ela é dinâmica, (LOPES, 2007).

Sobre tal questão ZIMAN (1996) traz alguns pontos para pensar, a seguir:

Qualquer consideração séria acerca da credibilidade da ciência deve enfrentar o fato de que até as ciências “concretas” são falíveis. Há entre os cientistas uma tendência a supor que isso é sempre causado por informações falhas ou incompletas. O modelo convencional da mudança científica permite que uma hipótese falsa receba um apoio empírico em seus estágios iniciais, quando os indícios são fragmentários. Pesquisas subsequentes, porém, revelam defeitos e contradições; após um período de confusão e conjecturas, há uma revolução intelectual em que o paradigma anterior é substituído por uma síntese mais satisfatória, substancialmente correta à luz dos conhecimentos disponíveis na época, (ZIMAN, 1996 p.125-126).

ZIMAN (1996) destaca que embora a citação seja um relato razoável no progresso da Ciência em muitas áreas, os fatos históricos não justificam essa representação da Ciência como automática e rapidamente autocorretiva. A história da Ciência mostra que visões totalmente errôneas podem ficar firmemente estabelecidas como conhecimento científico e não serem eliminadas, a despeito de sólidas provas em contrário. Ele ilustra isso, com a hipótese da deriva dos continentes de Alfred Wegener, em 1912. Esta hipótese baseia-se no excelente encaixe das margens continentais e foi registrado em seu convincente livro, completado com outros indícios (formações geológicas semelhantes, distribuição de várias espécies de plantas e animais semelhantes nos dois continentes, como se não existisse o Oceano Atlântico, indicando que poderiam estar unidas no passado). Esta hipótese foi totalmente ignorada por meio

século pela grande maioria dos geólogos, com uma enorme falácia da fixidez das principais massas terrestres continentais e por fantasias, tais como, a existência das “pontes terrestres” que afundaram sem deixar vestígios nas águas amplas e profundas do Atlântico. É importante considerar que os principais argumentos contra a deriva dos continentes foi apoiado por físicos e matemáticos, que poderiam facilmente demonstrar que os mecanismos de maré que Wegener eram totalmente insuficientes para causar efeitos tão grandes. A ironia epistemológica é que os geólogos – supremos especialistas na observação e interpretação de padrões visuais (Mapas materiais) – rejeitaram indícios de primeira classe fornecidos por fósseis, rochas e paisagens, porque achavam que estavam em conflito com o raciocínio matemático quantitativo, dos quais, poucos deles tinham domínio. Esse fato mostra que o reconhecimento de padrões é em todos os aspectos, tão confiável como fonte de conhecimento consensível - e como meio de alcançar um consenso científico – quanto o discurso no modo lógico-matemático. E por fim, como afirma o autor os geofísicos deram uma grande contribuição na reconstrução do paradigma, ao encontrar provas de um movimento real dos continentes no magnetismo do leito do Oceano Atlântico. Tal conhecimento foi difundido a todos, mas a falácia permaneceu por todo esse período e não houve de nenhuma das partes, qualquer tentativa séria de suprimir a publicação de verdades “desconfortáveis”, e de mudar o modelo errôneo vigente. “Nesse caso, “o conhecimento” produzido pela “Ciência” não era tão confiável quanto se costuma presumir, e o “mapa” da História da Terra nos arquivos foi desesperadamente enganador”, (ZIMAN, 1996, p.127).

c)Relação entre a literatura e as categorias assinaladas pelos alunos

As respostas realistas dos alunos se alinham a literatura pois consideram que os erros não podem ser evitados, e podem atrasar ou não, o avanço da Ciência, mas que o cientista aprende com a sua retificação. As respostas Plausíveis dos alunos têm relação com a literatura quanto a considerar que os erros não podem ser evitados, mas se afasta quando afirmam que em todo consenso os erros são reduzidos. Essa idéia difere da literatura conforme expõe ZIMAN (1996) que faz um resgate desse episódio da História da Ciência que mostra que houve decisões em consenso, mesmo em desacordo com dados validados. Na categoria Simplista (S), as respostas dos alunos fogem a literatura, pois consideram que os erros atrasam o avanço da Ciência e devem ser revistos imediatamente caso ocorram; e as novas Tecnologias e equipamentos aumentam precisão e ajudam no avanço da Ciência.

A seguir será apresentada a Tabela 21, com a visão global das 15 questões do questionário (VOSTS) adaptado por (MIRANDA, 2008) e aplicado aos alunos do Ensino Médio, da Escola A: 1º Ano e Escola B 2º e 3º Ano. As categorias foram abreviadas como: Realista (R), Plausível (P) e Simplista (S), Outra (sem critério).

Tabela 21- Resultado Geral: As quinze Questões VOSTS, aplicado a 60 alunos do ensino médio: Escola A: 1º Ano: 19 alunos; Escola B: 2º Ano: 27 alunos e 3º Ano: 14 alunos. Categorias: Realista (R), Plausível (P), Simplista (S), Outra (sem critério)

Dimensões e/ou Subdimensões	R %total				P %total				S %total				Outra %total			
	1º	2º	3º	60	1º	2º	3º	60	1º	2º	3º	60	1º	2º	3º	60
1: Definição de Ciência.	--	--	--	--	10	24	10	73	9	3	4	27	--	--	--	--
2: Definição de Tecnologia.	7	21	9	62	9	3	4	27	3	3	1	12	--	--	--	--
3: Interdependência C & T.	11	12	6	48	3	7	2	20	5	8	2	25	--	--	4	7
4: Ética.	--	--	--	--	11	25	13	82	8	2	1	18	--	--	--	--
5: Instituições Educativas.	3	8	4	25	12	8	6	43	4	11	4	32	--	--	--	--
6: Influência C&T na sociedade. Responsabilidade Social dos cientistas e dos tecnólogos.	4	1	1	10	--	2	1	5	15	21	12	82	--	3	--	5
7: Influência C&T na sociedade e a criação dos problemas sociais.	--	--	--	--	14	25	13	87	2	2	--	7	3	--	1	7
8: Influência C&T na sociedade, resolução problemas sociais e práticos.	8	10	6	40	6	13	6	42	5	1	--	10	--	3	2	8
9: Influência C&T na sociedade p/contribuição bem estar econ/social.	--	--	--	--	14	26	4	73	5	1	10	27	--	--	--	--
10: Influência C&T na sociedade - Contribui pensamento social	5	--	2	12	13	24	10	78	--	--	1	2	1	3	1	8
11: Características Cientistas -Motivação social .	5	5	1	18	12	15	9	60	1	7	3	18	1	--	1	3
12: Ideologias dos Cientistas.	3	4	3	17	6	9	3	30	10	14	7	52	--	--	1	2
13: Construção Social do Conhecimento - Decisões cientistas.	3	5	2	17	13	19	10	70	--	--	--	--	3	3	2	13
14: Construção Social da Tecnologia - Decisões Tecnológicas.	--	--	--	--	11	22	4	62	8	5	9	37	--	--	1	2
15: Ndc - Papel dos Erros na investigação.	13	23	3	70	2	1	3	10	4	1	8	22	--	2	--	3

3.5.2 Discussão dos dados dos resultados sobre VOSTS aplicados aos alunos do (Escola A, 1º Ano: 19), (Escola B, 2º Ano: 27 Alunos e 3º Ano: 14 Alunos). Categorias: Realista (R), Plausível (P), Simplista (S), Outra (sem critério)

As respostas desta pesquisa mostram que em 10 questões, 66,7% das respostas Realistas ou Plausíveis dos alunos, estão acima de 60% das questões: (1, 2, 4, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15). Ao considerarmos a soma das respostas Plausíveis e Realistas 20%, as quais não representam categorias simplistas incluem as questões (3, 5 e 8). Portanto,

temos 13 questões (86,7%) de respostas que representam adequadas ou parcialmente adequadas sobre CTS, no VOSTS. Isso mostra que as respostas fogem da concepção simplista sobre C&T e suas relações.

ACEVEDO DÍAZ DÍAZ et al., (2002) enfatizam que é importante avançar nas pesquisas para melhorar as concepções CTS que as pessoas possuem. Para isso, é importante compartilhar os dados do VOSTS, seja como avaliação das atividades realizadas, ou como diagnóstico das concepções CTS. Para isso, será apresentado de forma gráfica, os resultados desta pesquisa aplicados a sessenta alunos da Escola A, 1º Ano, e Escola B, 2º e 3º Ano, do Ensino Médio, de forma que possa contribuir levando-se em conta que, tais resultados nesta pesquisa foram obtidos como um instrumento de avaliação da Atividade 01, visto que o VOSTS foi aplicado após uma atividade de discussão e exercícios de aplicação com o objetivo de ampliar concepções dos alunos sobre o tema CTS, a partir da utilização de mini textos sobre História da Ciência e da técnica e os cinco Modelos (NIINILUOTO, 1997) usados para interpretar o que é a Ciência e o que é Tecnologia, em qualquer contexto histórico.

Os autores ressaltam que existe uma vasta aplicação do questionário VOSTS e similares como por exemplo, o questionário COCTS, os quais, geralmente são amplamente usados como diagnóstico e sugerem que possam ser comparados. Os autores ressaltam que o levantamento dos pontos positivos e negativos dos resultados das pesquisas podem contribuir para detectar as dificuldades sobre o tema CTS. Os pontos positivos ajudam a enriquecer o conhecimento teórico e metodológico e elaborar materiais didáticos e propostas de ensino. Enfim, em ambos os casos são contribuições. Outro ponto recomendado pelos autores é a necessidade de refletir sobre como contribuir para desenvolver pesquisas para obter atitudes e crenças mais adequadas sobre CTS. Com base nessas orientações, será feito uma representação gráfica dos resultados obtidos na aplicação do questionário VOSTS aos alunos do Ensino Médio da Escola A, 1ºAno, e Escola B, 2º e 3ºAno, participantes desta pesquisa.

A representação do Gráfico 3, desta pesquisa utiliza como critério de análise, às questões que apresentaram resultado nas categorias Realista (R), Plausível (P) e Realista (R) somado a categoria Plausível (P) acima de 60%. Essas representam concepções adequadas ou parcialmente adequadas, que fogem a categoria Simplista (S), as quais são inadequadas. As questões nesses termos são: nº 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15. O Gráfico 3 expressa os dados obtidos para as questões 1. Definição de Ciência; 2: Definição de Tecnologia; 3: Interdependência C&T; 4. Ética; 5: Instituições Educativas;

7. Influência C&T na sociedade e a criação dos problemas sociais; 8: Influência C&T na sociedade, resolução problemas sociais e práticos; 9. Influência C&T na sociedade para a contribuição bem estar econômico e social; 10:Influência C&T na sociedade - Contribui pensamento social; 11: Características dos cientistas - Motivação social; 13:Construção Social do Conhecimento - Decisões dos cientistas; 14: Construção Social da Tecnologia - Decisões Tecnológicas e 15: Ndc - Papel dos erros na investigação. A organização do Gráfico 3, consiste em: nº da questão seguido da categoria R ou P. Os dados correspondem a porcentagem individual igual ou maior que 60% nas categorias R ou P sendo: R (2 e 15); P (1, 4, 7, 9, 10, 11, 13 e 14). Nas questões (2, 10, 11, 13 e 15) se for somado as respostas das categorias P ou R obtém um resultado maior. No Gráfico 3, as questões cujas categorias são R + P são: (3, 5 e 8).

A seguir será apresentado o Gráfico 3, Questões (1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15), aplicado a 60 alunos do Ensino Médio: Escola A, 1ºAno, e Escola B, 2ºAno e 3ºAno, Categorias: Realista (**R**): Plausível (**P**), Simplista (**S**):

Gráfico 3: Resultado Questão nº1 VOSTS: O que é Ciência? (Escola A, 1ºAno: 19 alunos), (Escola B, 2ºAno: 27 Alunos e 3ºAno:14 Alunos).

Foi observado que no resultado do questionário COCTS aplicado por (ACEVEDO DÍAZ et al.; 2002) apresenta um resultado com um ligeiro aumento em relação as categorias R e P quando comparados a outros resultados de pesquisa do VOSTS e similares usadas como diagnóstico sobre concepções de alunos. Considerando o referido Gáfico 3, o resultado da pesquisa desse grupo, têm aproximação com os resultados das questões desta pesquisa, que seguem o mesmo critério, a saber: questões de nº (1, 2, 3, 7, 9, 11 e 14). As questões (8, 10, e 13) não foram avaliadas na pesquisa

do autor. Portanto, se considerar o critério de distanciar-se da categoria Simplista, as duas pesquisas são similares com poucas diferenças. Isso significa que os alunos possuem uma idéia realista ou parcialmente realista em relação as questões validadas e analisadas no VOSTS e na pesquisa COCTS. A pesquisa do autor apresenta resultados iguais ou acima de todas as outras pesquisas VOSTS e similares consultadas.

A seguir será apresentado o Gráfico 4, aplicado a 60 alunos da (Escola A: 1º Ano), (Escola B: 2º Ano e 3º Ano), Categorias: Realista (R), Plausível (P), Simplista (S). O Gráfico 4 mostra os resultados das questões que apresentaram um diferencial em relação aos dados mundiais, seja com maior porcentagem na categorias R questões (2 e 15), ou menor porcentagem em relação a categoria S, na questão (6). As questões tratam sobre: 2. O que é Tecnologia; 6. Influência C&T na sociedade. Responsabilidade Social dos cientistas e dos tecnólogos e 15: Ndc - Papel dos Erros na investigação:

Gráfico 4: Resultados do VOSTS, categorias Realistas (R) e Simplistas (S), nas Questões nº 2, 6, 15 dos alunos da Escola A: 1º Ano: 19 alunos, Escola B: 2º Ano: 27 alunos e 3º Ano: 14 alunos)

A Questão 2. O que é Tecnologia faz parte de algumas pesquisas sobre concepções de alunos e professores, de vários níveis da educação, com ou sem a aplicação de atividades com enfoque CTS. Estas pesquisas mostram as dificuldades de mudança de concepções, prevalecendo a idéia simplista de que Tecnologia é aplicação da Ciência. Esta não condiz com as orientações, como nos estudos de (ACEVEDO DÍAZ, 2002), já discutidas. Quanto a Questão 6: Influência C&T na sociedade.

Responsabilidade Social dos cientistas e dos tecnólogos, foi observado 82% de respostas, nas categorias simplistas. Esta concepção confirma os dados mundiais, os quais explicam que o aspecto dessa visão está associado ao mito do cientificismo. O mito do cientificismo segundo CHALMERS (1994) foi construído ao longo do processo histórico, com a evolução da Ciência, na medida que relaciona a Ciência com aplicação que soluciona alguns problemas sociais. Assim, pouco a pouco projetou-se nela um saber incontestável porque ao usar o método científico, que é visto como a sua mola mestra imprime um fator de legitimação. A Ciência passa a ser vista como símbolo da verdade e neutralidade. Isso projeta no método científico, a objetividade que torna o resultado infalível e o seu uso leva a verdade absoluta. CHALMERS (1994) argumenta que a construção dessa idéia equivocada de Ciência vai muito da imagem de prestígio veiculada na cultura e nas mídias, porque tal elaboração foi construída em diferentes áreas do conhecimento, as quais passaram a defender e a aplicar o método científico para dar validade em suas pesquisas e ações. Portanto, a frase muito comum: é comprovado cientificamente, veiculadas nos meios de comunicação, foi amplamente apropriada pelo sistema tecnocrático que utiliza o discurso da Ciência como fator para legitimar os seus interesses.

As categorias simplistas do questionário VOSTS confirma a força do mito do cientificismo que influi nas concepções dos alunos e mostra a idéia que os cientistas tem o total controle para evitar os erros que possam trazer algum prejuízo ao meio social, pois utilizam o método científico e que o objetivo da pesquisa é fazer um mundo melhor para vivermos. CHALMERS (1994) ressalta que essas crenças ingênuas das pessoas deriva do mito do cientificismo, que atribui a Ciência o símbolo de progresso e bem estar social, uma imagem equivocada fortemente alicerçada na cultura.

Na Questão de número 15, o elevado índice de respostas realistas mostram compreensão sobre o que é a Ciência e o papel dos erros na evolução do conhecimento científico. Esse assunto é o foco da Atividade 1, com o texto de ACEVEDO DÍAZ (2002). Portanto, é provável ter influenciado as concepções dos alunos.

Na pesquisa de (ACEVEDO DÍAZ et al.; 2002) na Questão 2 difere dos dados desta pesquisa na categoria realista com R: 16%, P: 2: 54%, mas também se distancia da categoria simplista. Quanto a questão nº15 dos autores difere desta pesquisa, pois tem 60% de projeção na categoria simplista e outras. Na questão nº 6, a pesquisa do autor difere desta pesquisa, pois possui nas categorias R somada com P: 88%. Dessa forma, conclui-se que o diferencial entre as duas pesquisas ocorre nas categorias

Realistas questões 2 e 15 com % maior nesta pesquisa e na questão 6 com % maior na pesquisa de (ACEVEDO DÍAZ et al., 2002).

3.5.3 Conclusão da análise do Questionário VOSTS aplicados na Escola A: 1ºAno: 19 alunos e na Escola: B 2ºAno: 27 alunos e 3ºAno:14 alunos

Existem alguns estudos que aplicaram algumas questões do VOSTS, após aplicações de atividades. Por exemplo, na pesquisa de PINTO e MACIEL (2014) levantaram as concepções de alunos sobre três questões, a saber: o que é Ciência, o que é Tecnologia e quais as relações entre CTS. O questionário foi aplicado antes e após uma atividade de discussão e resultou em poucos avanços sobre o significado de Ciência. Quanto a uma pesquisa similar feita por FIGUEIREDO e PAIXÃO (2010) em Portugal, sobre investigações sobre CTS, com alunos do primeiro e último ano da graduação, em áreas de ciências e engenharia, o resultado foi semelhante a primeira. As duas pesquisas mostram que as concepções neutras são difíceis de serem superadas.

Nas questões de número (6: 82% e 12: 51,6%) os alunos assinalaram categorias Simplistas. Estas categorias são inadequadas porque: expressam uma crença que a finalidade de uma pesquisa científica é beneficiar a humanidade e o cientista têm um controle total para impedir o avanço de uma pesquisa que possa trazer riscos ao mundo em que vivemos. Algumas respostas dos alunos expressam a idéia que, o grau de preocupação dos cientistas depende do campo de pesquisa. Na literatura, isso é explicado como uma concepção neutra de C&T.

Segundo (CACHAPUZ, 2011, p.55) melhorar a concepção realista sobre Ciência depende de reconhecer que nem sempre há convergência entre o progresso científico tecnológico com valores éticos e cultura democrática e humanista. Isso é visível tendo em vista os frequentes problemas como a desregulação de estruturas e interações sociais, meio ambiente, engenharia genética etc. Mas, (ZIMAN, 1999) sugere que:

as dinâmicas de passagem do modo tradicional de produção científica (ciência acadêmica, “knowledge for its own sake”) no qual a principal recompensa era o reconhecimento social, para o modo de produção (ciência industrial, “knowledge for use”) em que a recompensa já é a promoção e, sobretudo os benefícios de ordem material. A vertente tecnológica é agora dominante (em boa verdade, seria a partir daqui que o termo tecnociência ganharia todo o seu sentido), (CACHAPUZ, 2011, p.55).

(ACEVEDO DÍAZ et al., 2002) afirmam que os instrumentos similares ao VOSTS são válidos para informar sobre como as pessoas pensam sobre o que é CTS.

Os autores enfatizam que epistemologia do professor reflete em sua prática pedagógica e influi nas concepções ingênuas dos estudantes. Na ausência de um currículo inovador que propicie reverem as suas concepções simplistas sobre o sentido que a C&T têm em suas vidas persistem. Tais concepções reducionistas estão fortemente presentes nos livros texto e outros materiais curriculares, nos mídias, as leituras, o cinema, os museus e exposições de C&T. Nesta pesquisa a avaliação da Atividade 01, com o VOSTS, mostra % maior de aspectos positivos sobre CTS, mesmo que não expresse um sentido comum e que isto está vinculado com o desenvolvimento da parte 1 e 2 da Atividade 01.

ACEVEDO DÍAZ et al., (2002) explicam que o importante é a tendência global que o instrumento VOSTS, e similares como o COCTS expressam. Portanto, o resultado da Atividade 1 e 2 contribuem para orientar propostas que almejam melhores resultados a partir da reflexão do aluno, para ajudar a superar as insuficiências e inconsistências sobre CTS, as quais foram encontradas neste estudo, nas questões 6 e 12.

Esta Atividade 1 corrobora com as reflexões de MATTHEWS (1995) quando ele diz que a história, a filosofia e a sociologia da ciência não têm todas respostas para melhorar, mas contribui para aumentar o interesse dos alunos sobre ciências, e:

no entanto contribui para humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade, podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; e podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica e para o professor pode ajudar a melhorar a sua epistemologia o que contribui para rever as suas práticas pedagógicas, (MATTHEWS, 1995, p.165).

MAS MANASSERO, VÁSQUEZ e ACEVEDO (2001) chamam a atenção sobre: no âmbito das atitudes é frequente que uma mesma pessoa apareçam crenças opostas sobre o mesmo tema, o que é uma manifestação de diversidade inter-individual. A presença simultânea de atitudes contrárias, sobretudo se explicam por determinados aspectos dos quais as pessoas têm menos oportunidade de formação, e revela a formação insuficiente. Portanto, é importante propostas que propiciem as pessoas a identificar as concepções simplistas e contribuir com alternativas para refletir sobre como pensam e entendem para uma aprendizagem mais significativa, de forma a incluir outros aspectos, para se pensar sobre as relações CTS, e melhorar a ação social responsável.

CAPITULO 4.0 Atividade 02

4.1 PALESTRA:DEBATE

Foi proferida uma palestra e um debate sobre o vídeo: “Mariana um ano após o desastre”, produzido pelo Programa Domingo Espetacular em outubro de 2016. Após a apresentação da palestra a pesquisadora adaptou o seu roteiro e esquema sobre os tópicos essenciais do vídeo (Anexo 03). O plano foi definido para assistir ao vídeo e realizar o debate. Mas, devido a problemas técnicos, a pesquisadora conduziu uma palestra, para dezesseis alunos do 3º Ano, da Escola B, e para os alunos do 1º Ano da Escola A e 2º ano Ano, da Escola B, foi utilizado a mesma estratégia. Os professores regente receberam cópias do vídeo em CD, para disponibilizar aos alunos. As aulas foram gravadas em áudio e vídeo e transcrita. A seguir será apresentado o episódio do debate realizado com os alunos da Escola B, 3ºAno do Ensino Médio. A gravação foi de 44 minutos, 25 minutos de palestra e 19 minutos do debate. No final da aula, os alunos preencheram um questionário semi-estruturado sobre o debate.

É recomendável a introdução de situações reais que ilustram aplicações tecnológicas envolvendo aspectos relacionados a questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas à Ciência e a Tecnologia em currículos com ênfases em CTS (SANTOS e MORTIMER, 2002, 2009), os quais possuem como principal objetivo a formação cidadã (AIKENHEAD, 2006, 2009); (SANTOS & SCHENETZLER, 1997).

SANTOS e MORTIMER (2009) traduziram a sigla questões sociocientíficas (Issues–SSI), em aspectos sóciocientíficos (ASC) e estabeleceram relações com as características de currículos CTS. A abordagem sobre ASC pode ser feita por perguntas controvertidas que podem gerar debates em um processo argumentativo. Entre as categorias definidas por (RATCLIFFE, 1998) têm como objetivos da abordagem ASC: 1) relevância: relacionar a experiência dos alunos com problemas do seu cotidiano e desenvolver responsabilidade social; 2) motivação; 3) comunicação e argumentação – expressar, ouvir e argumentar.

De acordo com o referencial humanista para a prática da liberdade de Paulo Freire, na problematização da realidade ocorre a possibilidade de extrair temas. Os temas e tópicos são estudados sob vários ângulos. O uso de temas permite ressignificar os conceitos científicos, ou seja, dar sentido ao que se estuda. Desse modo, o conteúdo não é visto como um fim em si mesmo. Em outras palavras, passamos a entender o quê? para quê? por quê e como? Dessa forma, o resultado visa compreender a realidade. Isso

pode ser explicado por: a) o quê, por quê e quem causou o acidente de Mariana; b) compreender sobre as relações CTS antes e depois do acidente de Mariana; c) usar de informações químicas para entender o problema, d) formação de conceitos, procedimentos, atitudes e valores.

Os conteúdos químicos na perspectiva ASC visam a (re)significação da função social do ensino de ciências, para desenvolver atitudes e valores. Existem autores no Brasil, que consideram a educação “como instrumento de libertação, de superação das condições de indignação da vida do povo”, (SANTOS e MORTIMER, 2009) etc.

AUTARUGIO, DINIZ e LOCATELLI (2010) consideram que o debate nessa perspectiva têm a função de “[...] exercício da argumentação, como uma atividade social discursiva, que se realiza pela justificação de pontos de vista e consideração de perspectivas contrárias (contra-argumento), com o objetivo último de promover mudanças nas representações dos participantes sobre o tema discutido”.

A abordagem do problema do Acidente de Mariana é interessante, pois permite aprender sobre CTS. Esse estudo têm uma forte relação com aspectos econômicos, políticos, éticos, sociais, ambientais, culturais e a vivência do aluno, os quais relataram que convivem com situações de enchentes, falta de água, desperdício, ou informações sobre contaminantes emergentes na água. Portanto, o objetivo e a intenção do debate consistiu em: ajudar a perceber uma representação mais crítica sobre o Acidente de Mariana, compreender que a decisão da empresa SAMARCO se impôs a esfera política, social, ambiental e causou o acidente de Mariana e que esta deve arcar com a responsabilidade sócio-ambiental. Outro objetivo do estudo desse tema foi: propiciar o desenvolvimento de valores para a conscientização da importância da participação em decisões que envolvem C&T, no sentido de compromisso social, frente aos problemas que envolvem CTS, para o bem pessoal e coletivo, sobretudo quanto aos recursos hídricos.

Para ALEIXANDRE (2003) a Ciência é uma forma de cultura inclusiva quando desenvolve a cultura científica com modelos e conceitos e habilidades de comunicação.

4.2 Episódio da Atividade 02: Debate com alunos da Escola B: 3ºAno

O foco do debate consistiu em compreender sobre CTS no acidente de Mariana. Dessa forma, na estória científica as estratégias foram elaboradas no sentido de articular as intenções do debate com o conteúdo, as quais forneceram os padrões de interação.

O debate sobre o Acidente de Mariana, realizado com os alunos da Escola B, 3ºAno produziu trinta e sete enunciados (falas), sendo que dezoito foram feitos pela pesquisadora e dezenove foram feitos pelos alunos. Participaram do debate três, entre dezesseis alunos e a pesquisadora. O restante dos alunos, concordavam ou discordavam. Isso demonstra que houve interação e alternância entre os turnos.

A análise seguiu a estrutura analítica e orientações de (MORTIMER e SCOTT, 2002). Esta explica que o desenvolvimento da estória científica relaciona-se ao foco. As intervenções que o professor faz na aula, articulam os itens do foco. Os itens são as intenções (objetivos) e o conteúdo proposto no desenvolvimento da estória científica. As intervenções na aula são observadas pelas estratégias que o professor utiliza para desenvolver o seu plano. Estas geram as interações discursivas entre o professor e alunos que são explicados pelos tipos de padrões.

A seguir serão apresentados as interações discursivas completas do debate com alunos da Escola B: 3ºAno do Ensino Médio. A intenção do professor no debate é ajudar a(o)s aluna(o) a estabelecer relações entre o problema de Mariana com aspectos econômicos, políticos, éticos, sociais, ambientais e assim desenvolver concepções mais críticas sobre CTS. O conteúdo tratado foi o Acidente de Mariana. O episódio mostra como a pesquisadora desenvolve a estória científica (plano), ou seja, como foram feitas as suas intervenções, como ela usa as estratégias para articular as intenções com o conteúdo do debate. Os enunciados foram numerados com a letra T(Turno 1, 2, etc). Os participantes ativos são: (P: pesquisadora, Ao1: Aluno1, Aa2: Aluna 2, e Ao3: Aluno 3). Na frente de cada enunciado colocou-se o tipo de padrão observado: (I: inicia uma fala); (R: resposta) (A: Avaliação da pesquisadora); (P: repetição de um trecho ou palavra); (F: Feedback: a pesquisadora complementa o assunto e solicita que o aluno reelabore a sua fala). Somente quando foi necessário foram colocados comentários entre parênteses: (Com:); e pontuações: (?); (.), pausa (/). Nesta pesquisa, os textos são dados transcritos da aula e são considerados como estratégias.

4.2.1 Episódio da Atividade 02: Debate: Descrição e análise, trecho 01:Turnos 01 ao T10

No trecho 01, turnos T01 a T10 a pesquisadora inicia a estória científica (o plano) com a intenção que os alunos da Escola B: 3º Ano percebessem as relações CTS no acidente de Mariana. A análise do episódio 02 permite identificar e compreender, que a estratégia mais frequente que a pesquisadora utilizou para organizar o debate foi,

retomar as idéias da palestra. O resultado dessa atividade mostra que: ela propôs aos poucos, idéias familiares, informações acessíveis, para o aluno relacionar suas respostas a outras dimensões essenciais para formar um conhecimento mais coerente e completo do que era perguntado. Essa estratégia está materializada em dez textos reelaborados das idéias da palestra. Os textos não são reproduções da palestra, e sim novas elaborações, visto que a pesquisadora adequa a fala dos alunos ao conteúdo da palestra para o aluno avançar. Após o texto, a pesquisadora faz perguntas. As perguntas solicitavam uma reflexão e uma resposta mais elaborada. A intenção da história científica consiste em ajudar a(o)s aluna(o)s a reverem as lacunas presentes em suas respostas, sobre as questões que propostas, para que, aos poucos os alunos formassem idéias que explicassem o aspecto essencial. A idéia essencial da discussão consiste em: como estava articulada as dimensões C e T e S antes e depois do acidente de Mariana? A seguir será apresentado e discutido como a pesquisadora desenvolveu as estratégias para desenvolver a história científica no trecho 01, turnos T01 ao T10:

Trecho 01: Análise dos Turnos 01 a 10

No trecho 01, turnos T01 a T10 a pesquisadora inicia a história científica (o plano) com a intenção que os alunos Escola B: 3º Ano percebessem as relações CTS no acidente de Mariana. Note que logo no turno 1 (T1), o enunciado contém a idéia central, de modo que os alunos demonstrassem as suas opiniões sobre o tema. A pergunta é: como você percebe as relações CTS relacionando a situação da população? O turno T1 gerou o T2, com a participação do aluno Ao1. Ele elabora uma resposta sintética, porém crítica. Em seguida, no turno T3, a pesquisadora repete a fala do aluno Ao1, no T2. Depois insere a idéia do aluno em frases com palavras novas como, o problema da lama, da água e da pesca, ou seja constrói o **Texto 1**, breve. No turno 4, a aluna Aa2 seleciona como questão central a água. No turno T5, a pesquisadora avalia a fala da aluna Aa2 no turno T4 usando a repetição de parte da fala da aluna. Depois a pesquisadora passa a incluir a palavra água em sua fala, através da construção do **Texto 2**. Usa a estratégia de reelaborar idéias do vídeo para provocar a passagem do pontual para uma relação, mostrando situações precárias e contraditórias, sobre as situações enfrentadas pelos moradores. Após isso, a pesquisadora faz perguntas com a intenção de fazer os alunos pensarem sobre as condições indignas em que se encontravam as vítimas do sistema tecnocrático (sem emprego, ingerindo água e alimento suspeitos de

contaminação por metais pesados). O turno T5 gerou a participação da aluna Aa2 no turno T6, que elabora uma resposta mais crítica. A aluna configura a trajetória do morador comum, mostrando seu provável perfil, como uma pessoa que não tem saída, não tem estudo e não recebeu apoio. O enunciado da aluna Aa2 no turno T6 gerou o turno T7. No T7, a pesquisadora continua com a sua estratégia de reelaboração de idéias e constrói o **Texto 7**. Note que a pesquisadora inicia esse texto sem fechar a cadeia no turno T6, criando uma cadeia aberta. A pesquisadora mostra que o povo atingido no acidente de Mariana recebeu uma ajuda ínfima, mas os impactados (pessoas indiretamente atingidas) estavam excluídas, tendo em vista que a empresa era bilionária. Depois, a pesquisadora questiona, como restaurar? A questão do turno T7 gerou o turno T8, com a fala da aluna Aa2. A aluna Aa2 apresenta uma idéia coerente, caminhando para a criticidade ao responder: “uma política para resolver o problema da água e assim retornar as atividades da pesca e do turismo”. No turno T9, a pesquisadora responde ao enunciado do turno T8, da aluna Aa2, e introduz e associa as idéias da aluna Aa2, no **Texto 4**. No Texto 4, a pesquisadora inclui água contaminada, laudos contraditórios, atuação do Ministério Público. No T10, o aluno Ao3 intervém e fornece uma resposta a pergunta do turno T7. Ele traz novas informações que não estavam na palestra. Ele relata que viu iniciativas de recuperação do solo, mas não estava dando certo devido ao excesso de lama seca. A fala do aluno Ao3, no turno T10 gerou a continuidade da discussão conforme podem ser observados nos turnos T1 ao T10, a seguir:

T1. P: Então, qual é o ponto de vista de vocês (?) Onde está a Ciência e a Tecnologia e a Sociedade (?) Como vocês percebem isso (?) O que nós queremos (?) O que a população quer (?) **(I)**

T2. Ao1: Diz que o assunto sério porque está se espalhando e a empresa responsável pelo problema tem que assumir isso **(R)**

T3. P: Sim eu acho que esse é um problema muito sério **(A)**

T4. P: (Texto 1) resolver o problema da lama e que está se estendendo para o mar. Então, vocês vivem em harmonia, tem casa (//) e de repente acontece um acidente e água a pesca (//) O que vocês fariam se vocês estivessem lá (?) Então qual é o problema central aí (?) **(I)**

T4. Aa2. É a água professora **(R)**

T5. P: Na cidade é a água **(A)** Alguém concorda e o que fazer com relação a água (?) **(I)**

(Texto 2) Vimos que todos ali dependem da água (//) e o repórter perguntou ao morador se ele come o peixe (.) O morador falou sim (//) e as verduras ninguém compra (.) Então por que vocês acham que as pessoas continuaram nesses locais (?) **(F)**

T6. Aa2: Alguns consomem porque não tem outra saída e não saem de lá porque não estudaram e também não saíram porque não receberam nenhum apoio deles **(R)**

T7. P: (Texto 3) Alguns receberam um cartão com direito a receber 1.200 reais (.) Só as famílias atingidas receberam apoio imediato (.) já os impactados por exemplo o pescador tinha que comprovar cadastro (.) Muitos ainda não receberam (.) A Samarco é um complexo que sustentava vários segmentos dos estados de MG ao ES e com o acidente só os funcionários da manutenção ficaram (.) Então para voltar como era antes o que deve ser feito (?) **(I)** (Com: esse turno foi elaborado sem fechamento da cadeia anterior, foge tríade IRA)

T8. Aa2: Eu acho que uma política para resolver o problema da água e assim poder retomar as atividades da pesca do turismo **(R)**

T9. P: Sim, (A) o problema que alastrou por todas as cidades foi da água contaminada (Texto 4) e as pessoas são afetadas pela falta de informações e ficam com medo de consumir (.) Então a pesca foi proibida pelo Ministério Público devido as divergências entre os laudos contaminado ou não pelos metais pesados

T10. Ao3: Mas eu vi que eles estão tentando fazer o replantio (.) mas isso não está dando certo por causa do excesso de lama nas margens que está muito seco tem trechos que não tem como não desenvolver (.) então vai continuar esse problema quando a chuva chegar (R)

(Com: o aluno responde a pergunta do turno T7, o modelo de interação foge a tríade: IRA, é um padrão complexo).

4.2.2 Episódio da Atividade 02: Descrição e análise, trecho 02: turnos T11 ao T19

No trecho 01, turnos T1 a T19 a pesquisadora prossegue com a estória científica (o plano) com a intenção que os alunos Escola B: 3º Ano percebessem as relações CTS no acidente de Mariana. Para isso compõem novos textos recontextualizados para provocar a mediação e melhorar as falas dos alunos. Dessa forma, o enunciado do aluno Ao3, no turno T10 gerou o turno T11. Neste turno, a pesquisadora mostra concordância parcial a fala do aluno Ao3. Ela concorda que as as coisas são difíceis de recuperar e apresenta outras informações compondo o **Texto 5**. Esse texto foi elaborado para mostrar que, tendo em vista que a empresa dispunha de muitos recursos, as ações de recuperação estavam muito lentas, por falta de investimento, descaso. Nos turnos T11 e T14, a pesquisadora questiona os alunos sobre qual é o papel da CTS antes e depois do acidente? Como estariam as coisas se não tivesse acontecido esse fato? No turno T15, o aluno Ao1 intervém e apresenta uma resposta crítica mostrando que a causa do problema foi a falha na estrutura, e a Samarco poderia resolver isso antes, pois, isso estava ao seu alcance. O aluno Ao1 disse: não investiram, causou o acidente e agora têm que recuperar o meio ambiente. O papel da Ciência é contribuir com as pesquisas para resolver o problema.

No turno T16, a aluna Aa2 faz referência ao aluno Ao1, T15, mas ela expõe uma idéia simplista. A aluna Aa2 atribui a causa do acidente, a falta de uma equipe de especialistas para resolver o problema. A aluna Aa2 no turno T1 projeta a causa do acidente aos especialistas (Ciência) por não ter sido eficaz o suficiente para informar a empresa que havia um problema. A fala da aluna Aa2 no turno T16 gerou a intervenção da pesquisadora no turno T17, que constrói o **Texto 6**. Nesse texto, a pesquisadora informa que a empresa é um complexo bilionário, que contava com uma equipe de profissionais altamente qualificados. Dessa forma, ela questiona os alunos sobre: diante da situação da empresa, eles tinham ou não noção do que poderia ocorrer? O Texto 6 produz um novo enunciado, mais crítico da aluna Aa2 no turno T18. Ela associa a causa

do acidente de Mariana, a ganância e poder e que o restante seriam detalhes. No turno T19, o aluno Ao3 entra na discussão. Ele argumenta que o erro não é só da empresa. Ele diz que a maior responsabilidade é do governo, através dos órgãos fiscalizadores. Se eles tivessem controlado a empresa, isso não teria ocorrido. A fala do aluno Ao3, no T19 provoca a continuidade da estória científica para compor novos textos, conforme podem ser observados nos turnos T11 ao T19, a seguir:

T11. P: Sim, exatamente (A)

(**Texto 5**): Mas pelo que eu vi é difícil eliminar Mas se houver um investimento maciço ali pode retirar grande parte da lama (.) Então gente só pagaram 300 milhões para recuperar o meio ambiente e a renda deles anual chega a bilhões (.) Então por isso é importante compreender como ocorre as relações entre CTS e a forma como isso foi gerenciado pela empresa que afetou o meio ambiente o social o econômico a ética a política daquele local (.) Então aí eu pergunto onde está a Ciência e o papel da Tecnologia antes e depois do desastre (?) se o fato não tivesse acontecido como estariam estas pessoas(?) (I)

T12. Aa2: Estaria tudo bom uma pacata cidade água boa a pesca e comércio ativos (R)

T13. P: Normal (A)

T14. P: Mas como podemos pensar no papel da ciência antes e depois do desastre (?) (F)

T15. Ao1: A estrutura da Samarco estava comprometida e isso causou o desastre (.) Eles poderiam ter usado uma tecnologia melhor antes e isso estava ao alcance deles porque eram uma empresa grande (.) Agora eles têm que lidar com o problema tem que recuperar o meio ambiente e para isso entra a ciência os pesquisadores para saber como vai resolver isso (.) (R)

T16. Aa2: Então como ele Ao1 falou a tecnologia estava lá para ajudar o mal dela é que eles não tiveram ali pessoas para analisar e resolver os problemas assim ela não cumpriu o papel dela ela poderia ter visto ter previsto se tinha algum problema e procurar sanar e também ela poderia usar um sistema de tratamento dessa lama (R)

(**Com:** Na discussão entre os turnos T14 a T16 formou-se uma cadeia aberta a pesquisadora não fez avaliação da resposta)

T17. P: (**Texto 6**) Então gente aquela empresa não era uma empresa qualquer ela estava ligada a duas grandes empresas (.) Ali eles contam com profissionais de várias áreas existe tratamento de resíduos mas então gente vocês acham que eles não tinham noção do que poderia acontecer se vazasse rejeito e como isso afetaria aquelas cidades (?) (I)

T18. Aa2: Mas então as pessoas estavam tão preocupadas com lucro e poder e não estavam nem preocupadas com esses detalhes (R)

T19. Ao3: Mas aí não é um erro só da empresa é um erro do poder público também porque você acha que essa empresa com esse porte não deveria ter um investimento com a questão ambiental (?) E aí se a defesa civil ia lá e fiscalizasse a obra (//) porque para ela ter sido rompida é porque ela deve ter sido construída de modo errado ela deveria ter sido planejada para ter uma consistência para o tanto de rejeito que ela ia gerar e porque se ela estourou é porque na construção alguma coisa não deu certo (//) Então devia ter tido também aí por parte do governo uma vistoria para que se ninguém autorizasse e puder impedir aquela empresa de funcionar porque uma hora ou outra se tivesse feito isso eles iam ver que estava errado e saber como lidar com o problema aí (//) e agora ninguém viu uma hora lá o negócio rompeu e estourou caiu e destruiu as cidades e o financeiro das pessoas (R)

(**Com:** o aluno Ao3, responde a pergunta do T17, o modelo de interação foge a tríade: IRA, é um padrão complexo)

4.2.3 Episódio da Atividade 02: Descrição e análise, trecho 03: turnos T20 ao T37

No Trecho 03, turnos T20 ao T37 a pesquisadora continua a estória científica (o plano) com a intenção que os alunos Escola B: 3º Ano percebessem as relações CTS no acidente de Mariana. Para isso, ela compôs o **Texto 07 a 10**, para reforçar as idéias essenciais para compreender o episódio do Acidente de Mariana. No turno T20, foi

observado que a fala do aluno Ao3, influenciou a aluna Aa2 e formou o turno T21. Nesse turno, a pesquisadora elogia as falas dos alunos, introduz novas informações para eles pensarem que para funcionar precisa de normas e obteve concordância da aluna Aa2, no turno T22. Além dessas informações, a pesquisadora faz um reforço elaborando o **Texto 7**. Nesse texto ela adiciona informações, elementos de prova, com as informações que a empresa funcionava com laudos falsos e que eles tinham recebido notificação e não tomaram providências. Além disso, ressalta que depois do acidente de Mariana, isso foi apurado, mas a empresa alegava que não foram autuados. O turno T23 provoca a reação do aluno Ao3, no turno T24. Mas o aluno não estava muito convencido, pois ele estabelece vários aspectos em sua fala, conforme podem ser observados, nos turnos T20 ao T24, a seguir:

T20. Aa2: (R) (Com: a aluna Aa2 fez gestos que concordavam com aluno Ao3)

T21. P: Todas essas relações que vocês falaram foram muito importantes porque para funcionar tem que ter licença as normas estaduais e federais **(A)**

T22. Ao3: é tem de estar de acordo **(R)**

T23. P: (Texto 7): Ali eles estavam funcionando com uma autorização falsificada por um engenheiro da empresa (.) Conclusão as autoridades estaduais falaram que fizeram a fiscalização e eles foram autuados para as reforma e hoje a empresa falou que não que eles estavam funcionando e não tinha recebido isso (.) No entanto foi detectado que eles estavam funcionando com documentação falsa então como pode ser isso **(?) (I)**

T24. Ao3: Se eles receberam mesmo esse negócio que eles não podiam estar funcionando então as autoridades deveriam fiscalizar e ficar atentas porque se fosse isso e eles vissem funcionando eles iam saber suspender e não liberar enquanto eles não arrumassem não voltariam a funcionar **(R)**

Note que após a fala da pesquisadora no turno T23, o aluno Ao3 ainda insiste na sua idéia pronunciada no turno T19. Dessa forma, no turno T24, o aluno Aa3, ainda atribui a responsabilidade maior pelo Acidente de Mariana à falta de fiscalização. Nessa enunciação o aluno Aa3 coloca um elemento de dúvida: se eles receberam mesmo isso, então as autoridades deveriam ficar mais atentas e não liberar o funcionamento, enquanto a empresa não tomasse as devidas providências. A fala do aluno Ao3 invoca o enunciado da pesquisadora no turno T25. A pesquisadora compôs o **Texto 8**, que reforça o turno T23 com novos elementos, sem fornecer respostas. Ela introduz a informação de que a empresa tinha conhecimento dos riscos, seis meses antes do acidente e, sobretudo, que os riscos aumentam no período de chuvas. Assim, no turno T26, o aluno Ao3 reelabora a sua idéia. Ele diz: ‘ah, então sabiam e não fizeram nada?’ Note que, o aluno Ao3 até o turno T24 não tinha atribuído a responsabilidade maior do acidente sobre a empresa, mesmo após a pesquisadora introduzir a informação que a empresa usou um laudo falso. No turno T27, a pesquisadora questiona os alunos e no

turno T29, continua esse processo Para isso, retoma o que já foi dito e introduz novas informações fornecendo o **Texto 9**. Nesse texto, a pesquisadora resgata as informações já trabalhadas mostrando que apesar que a empresa tinha conhecimento dos riscos e condições para reforma, recebeu e ignorou a notificação dos órgãos e usou uma licença falsa. Depois, ela questiona sobre o por quê da continuidade do funcionamento das atividades da empresa. No turno T29, a pesquisadora chama a atenção dos alunos mostrando alternativas que poderiam ser tomadas ali, de modo que eles examinassem cada elemento presente e possível para eles comporem a idéia essencial das verdadeiras causas que levaram ao acidente conforme, observa-se nos turnos 25 a 29, a seguir:

T25. P: (Texto 8): 6 meses antes do desastre já tinham sido detectados que a barragem estava em risco sobretudo na época de chuvas

T26. Aa3: Então sabiam e não fizeram nada (?) (I)

T27. P: Agora uma pergunta então sabendo-se desses riscos e que isso vai envolver todo um meio ambiente e as pessoas por que será que continuaram se as autoridades já detectaram o problema mas eles continuaram funcionando...por que (?) (F)

T28. Als: (R) (Com: houve silêncio total)

T29. P: (Texto 9): Então não é uma coisa tão fácil de entender como as coisas realmente funcionam existe a gestão existe tecnologia para um bom funcionamento (.) Vocês viram que eles utilizaram o sistema de menor custo de construção de barragens se eles tivessem usado uma estrutura mais segura como se vê em alguns países que tem uma preocupação os riscos seriam muito menores (.) Não ocorreria esse problema desse jeito (.) Existe meios de prevenção e mesmo assim com a estrutura ruim e já com essa fiscalização e já com essa estimativa desses futuros riscos mesmo assim continuaram

Da composição da comunicação silenciosa de todos os alunos no turno T28 e a recontextualização das falas dos alunos com falas de outras fontes na elaboração do **Texto 9**, pode ser observado no T30 que o aluno Aa3 compõe um texto em que ele relaciona e faz relações que estavam fora do contexto da sala de aula, para argumentar e mostrar a sua compreensão. O seu texto provoca o enunciado crítico da aluna Aa2, que compõe uma frase relacional e questionadora e aciona a fala da pesquisadora que elogia os alunos reconhecendo que eles estavam estabelecendo novas relações, conforme podem ser observados nos turnos T30 ao T32, a seguir:

T30. Aa3: Eu acho que o problema aí não é uma questão do dinheiro (//) a questão é que eles deixaram de fiscalizar porque meu pai trabalha numa firma de construção e eles não liberam uma casa enquanto a calçada não está no nível certo (.) Então a casa enquanto der diferença de cinco centímetros acima ou abaixo da medida padrão eles não entregam a casa (//) então fazendo uma comparação de uma casa e a calçada ninguém vai morrer por causa de uma calçada então eles não autorizam (.) mas em negócio que tem o poder de acabar com uma cidade eles vão lá e deixam fabricando desse jeito (?) Então você não acha que aí entra uma questão de lucro de dinheiro (?) Automaticamente que mexe com a economia de um país né (?) Porque é como você falou acabou a empresa acabou o acordo (//) lá fechou porque se ele realmente quisesse fechar a empresa enquanto não reformasse automaticamente ia acontecer a mesma coisa ia parar a economia da fábrica e não ia gerar lucro para a empresa e o governo (.) Então aí eles vão ver que vai parar tudo e arrumar uma forma que não vai parar o lucro (R)

(Com: O aluno responde ao T27 e T28)

T31. P: Então gente aí vocês perceberam as relações na presença dessa empresa (A)

T32. Aa2 Se a Samarco estivesse com a sua estrutura de acordo ela não teria sido autuada e não teria comprado um alvará falso (**I**)

O aluno Ao3 no T30 mostra que o problema do erro, não foi uma questão de falta de dinheiro. Mas, essa fala foi diferente dos Turnos T19 e T24 em que o aluno Ao3 atribui em maior grau a causa do acidente a falhas na fiscalização. No turno T30, ele reprojeta a sua idéia sobre o papel da fiscalização no acidente de Mariana com um novo sentido. Nesse enunciado, ele mostra que houve uma parceria entre a empresa e os órgãos fiscalizadores. Para explicar isso, ele faz uma analogia com a sua experiência de vida. Ele constrói uma boa argumentação mostrando elementos claros com criatividade e persuasão. O turno T30 mostra claramente que essa posição do Ao3 difere das posições que ele defende nos turnos T19 e T24. Isso é uma evidência do efeito da estratégia do **Texto 9**, sobre a compreensão do Ao3. O enunciado do aluno Ao3 no turno T30, leva a uma concordância da pesquisadora no turno T31, e uma melhor elaboração da aluna Aa2 no T32. Além disso, a fala do aluno Aa3 surpreende a todos os alunos e influi no turno T33, com a elaboração do **Texto 10** pela pesquisadora que mostra concordância com os enunciados dos alunos e continua com a sua estratégia de retomar e apontar palavras e informações novas, para reforçar as idéias ditas no processo, como, não foi por falta de Ciência e de Tecnologia, que ocorreu o acidente de Mariana. O **Texto 10**, dá origem a pergunta do aluno Ao3, que demonstra interesse em saber o que se faz com os resíduos da mineração e sinaliza que estava compreendendo que existem alternativas. Nesses turnos, podem ser observadas frases rápidas entre a pesquisadora e o aluno Ao3 nos turnos T33 ao T35, a seguir:

T33. P: Sim, (**R**) **Texto 10:** existe já um bom tempo tipos de estruturas modernas e há algumas empresas que tem a preocupação ambiental e que usam mecanismos para tratamento de rejeitos (.) Então vocês veem como não havia preocupação nenhuma com a qualidade pois ali foram 35 milhões de metros cúbicos de rejeitos que foram se acumulando durante anos ninguém teve a preocupação com o tratamento e muitos menos com a estrutura

T34. Ao3: Mas o que se faz com o rejeito depois (?) (**I**)

T35. P: Tem tratamento, tudo pode ser recuperado (**R**)

Os turnos anteriores mostram a participação do aluno Ao3, no turno T36 que inicia o seu enunciado com uma fala que pedia confirmação da pesquisadora e demonstrava indignação. Depois o aluno Ao3 recompõe a sua fala do turno T30 e elabora o seu próprio texto, em que ele apresenta uma proposta de solução para evitar o acidente de Mariana, como pode ser observado, no turno T36, a seguir:

T36. Ao3: Então estava tão cheio assim os diques e com vazamento (?) (I)

E faltou vistoria do poder público pois se houvesse alguém responsável para vistoriar então resolveria (.) É que mexe com a economia (//) então teria que ter boa vistoria para essas grandes empresas e se tiver para e barra e faz o que tem que fazer para poder continuar (.) Então teria condições de barrar se tivesse problema então poderia ser assim (//) dava um prazo de uma semana para reformar teria um prejuízo mas não o prejuízo que deu hoje (.) Acabou com a vida de milhares de pessoas e também acabou com economia de vez sendo que se parasse uma semana estabilizaria e voltaria a funcionar (.) E agora que poderia voltar nunca mais vai voltar ao normal

Com essas interações a pesquisadora conclui que os alunos conseguiram estabelecer as relações para compreender CTS, no caso Mariana. Assim, no T37, a pesquisadora resgata os pontos de avanço, conclui o debate e enfatiza que a população deve estar atenta a questões que envolvem C&T antes e acompanhar o processo, pois, existem interesses que não contemplam o social e ambiental, conforme pode ser observado no turno T37, a seguir:

T37. P: Acho que vocês já entenderam as principais relações existentes nesse problema (.) Então CTS não ocorre isoladamente mas há possibilidade disso ter sido evitado nenhuma medida foi tomada aí só funcionaram os interesses econômicos e políticos como vocês disseram (.) Por isso a importância da população participar antes na definição do que será feito e como isso ocorrerá pois é o meio ambiente e a vida foram afetados e não estão tomando as medidas necessárias de assistência e também na questão ambiental pouquíssimo foi feito e não é por falta de recursos

A estratégia que a pesquisadora utiliza de retomar os tópicos-chaves e dar uma direção para o aluno avançar contribuiu para ajudar os alunos a construir uma ideia mais elaborada para compreender as relações envolvidas no acidente de Mariana e que causaram o acidente, ou seja, atingiu o objetivo do debate. Os enunciados no debate evidenciaram que as respostas dos alunos representam uma construção contínua de textos coerentes e mais longos. Os enunciados dos alunos foram integrando as questões-chaves necessárias para compreender as relações CTS. De acordo com (MORTIMER e SCOTT, 2002) quando as interações entre o professor e o aluno produzem padrões I-R-A, significa que o aluno completa lacunas deixadas na fala da professora. No debate foi observado que as interações IRA ocorreram nos turnos (T01, T02, T03, T07, T08, T09) e (T11, T12, T13) dos trinta e sete turnos. As outras interações entre a pesquisadora e os alunos no episódio do debate fogem ao formato desse padrão. Quando ocorre a formação de cadeias com padrões que não são do tipo da tríade I-R-A, o significado dos enunciados não segue o que está prescrito, ou seja, as interações incorporam novas ideias, mostram diferentes vozes. As novas ideias que se entrelaçam no debate,

enriqueceram e surpreenderam tanto os alunos como a pesquisadora. Isso pode ser explicado a medida que se entende que todo enunciado faz parte de uma cadeia de interações, e a construção dos textos nesse debate é elaboração diretamente relacionado ao que o antecede e ao que gera repostas no enunciado posterior. Em outras palavras, sempre pode ocorrer o novo. Mas, é importante ressaltar que: o que provoca a continuidade do que é dito é o que mantém a narrativa, pois pode-se perder oportunidades por razões diversas tais como: o professor pode não entender o que o aluno quis dizer e dar uma outra resposta e perder ou prejudicar o foco. Pode ocorrer também que o aluno fala de algo que o professor não preparou naquele momento para ser desenvolvido no debate. Um exemplo disso foi quando o aluno Ao3 no turno T34 perguntou a pesquisadora: ‘Mas o que se faz com o rejeito depois (?)’ A pesquisadora respondeu no turno T35: ‘tem tratamento, tudo pode ser recuperado’. Na verdade, a pesquisadora tinha a intenção que os alunos compreendessem que a recuperação não é 100%, mas pode-se minimizar relativamente e melhorar as condições de armazenamento. O importante é que isso não afetou o processo, pois esse não era o foco nessa fase do trabalho.

A pesquisadora ao elaborar os textos procura incluir informações para entrelaçar vozes, pois pretendia que fizesse sentido ao aluno, a partir do que eles tinham elaborado. Algumas informações não estavam no vídeo de referência, ou seja, a pesquisadora leu vários materiais e vários vídeos sobre o acidente de Mariana. O fato de o vídeo ter falhado e ter feito a palestra, requisitou da pesquisadora que ela fizesse algo que não estava planejado: passar o vídeo e discutir sobre o assunto. Esse fato, de ter surgido problemas técnicos contribuiu para decisão da pesquisadora em fazer a palestra. Ela entrelaça o conhecimento de outras fontes no esquema projetado para o vídeo. Dessa forma, pode-se dizer que a palestra não foi uma representação do vídeo. Os textos do debate são composições de outras vozes, utilizadas para dar sentido a construção do próprio contexto da aula, ou seja a recontextualização para potencializar a negociação de sentidos conforme discutem (MORTIMER e SCOTT, 2002), pois teve influência de outros autores. Estas vozes representam: a SAMARCO, a RENOVA empresa criada após o acidente para articular os assuntos sócio ambientais, as vítimas atingidas e os impactados, a posição do prefeito da cidade de Mariana, os órgãos públicos, as críticas dos pesquisadores da UFOP, da FIOCRUZ, reportagens da BBC News, as Organizações não Governamentais (Ongs) diversas e o trabalho de muitos voluntários, seja em termos de pesquisa, seja de ajuda a todos os impactados e atingidos. As idéias dos textos

criados pela pesquisadora tem relação com as fontes de consulta (Anexo 7), ou seja, são as diferentes vozes, as vozes alheias como enfatiza MACHADO (2004). Tudo isso influenciou o início do debate, pela própria intenção do debate, a saber:

T1. P: Então, qual é o ponto de vista de vocês? Onde está a Ciência e a Tecnologia e a Sociedade? Como vocês percebem isso? O que nós queremos? O que a população quer? **(I)**

Com a fala inicial da pesquisadora, ela introduz toda a população antes e após o acidente de Mariana para provocar o pensamento e a discussão sobre CTS na vida da pessoas, chamando a atenção para que os alunos percebessem que a população têm direitos, ocorreu o descaso e a mineradora têm que assumir responsabilidade. A construção dos textos contribuiu para os alunos mudarem sua opinião, conforme foi observado em alguns turnos, pela interação da pesquisadora e aluna(o) Aa2 e o Ao3:

T7. P: (Texto 3) Alguns (atingidos, impactados) receberam um cartão... Só os atingidos...os impactados, o pescador tinha que comprovar cadastro.. A Samarco é um complexo que sustentava vários segmentos dos estados de MG ao ES.. O que deve ser feito? **(I)**

T8. Aa2: Eu acho que uma política para resolver o problema da água e assim poder retomar as atividades da pesca, do turismo **(R)**.

T9. P: Sim, **(A)** o problema que alastrou por todas as cidades foi da água contaminada...

T10. Ao3: Mas, eu que vi eles estão tentando fazer o replantio.

Nas enunciações apresentadas a seguir, podemos ver como o **Texto 6** ajudou a aluna Aa2 reelaborar a sua resposta. Ela coloca elementos relacionados com a fala do aluno Ao3, que fez uma intervenção dando uma resposta ao Turno 17. As intervenções da pesquisadora provocaram a formação dos padrões complexos: R-F-R-R-R .

T16. Aa2: Então, como ele Ao1 falou, a tecnologia estava lá para ajudar. O mal dela é que eles não tiveram ali pessoas para analisar e resolver os problemas. Assim ela não cumpriu o papel dela. Ela poderia ter visto, ter previsto .. um sistema de tratamento dessa lama (.) **(R)**

T17. P: (Texto 6) aquela empresa não era uma empresa qualquer..eles contam com profissionais de várias áreas. Existe tratamento de resíduos. Mas, então vocês acham que eles não tinham noção do que poderia acontecer se vazasse rejeito e como isso afetaria aquelas cidades (?) **(F)**

T18. Aa2: Mas, então as pessoas estavam tão preocupadas com lucro e poder e não estavam nem preocupadas com esses detalhes (.) **(R)**

T19. Ao3: Mas aí não é um erro só da empresa (.) É um erro do poder público também se ela estourou é porque na construção alguma coisa não deu certo. Então devia ter tido também aí por parte do governo uma vistoria para que se ninguém autorizasse, (..) se tivesse feito isso, eles iam ver que estava errado e saber como lidar com o problema **(R)** (o aluno responde a pergunta do T17, o modelo de interação foge a tríade: IRA é um padrão complexo).

T20. Aa2: mostrava concordância com o Aluno Ao3. **(R)**

A cadeia apresentada anteriormente é fechada pois a pesquisadora fez uma avaliação no final:

T21. P: Todas essas relações que vocês falaram foram muito importantes porque para funcionar tem que ter licença segundo, as normas estaduais e federais. **(A)**

A seguir um exemplo de cadeia aberta IR__, IFR. No enunciado T26 o aluno Ao3 fez uma pergunta, mudou de idéia e construiu um texto crítico, no T30:

T23. P: (Texto 7): Ali eles estavam funcionando com uma autorização falsificada (..) autoridades estaduais fizeram a fiscalização e eles foram autuados para as reformas (..) falou que tinha recebido isso (..) Então, como pode ser isso? **(I)**

T24. Ao3: Se eles receberam mesmo esse negócio (..) as autoridades deveriam fiscalizar e ficar atentas, porque se fosse isso e eles vissem funcionando eles iam saber, suspender e não liberar enquanto eles não arrumassem não voltariam a funcionar. **(R)**

T25. P: (Texto 8): 6 meses antes do desastre já tinham sido detectados que a barragem estava em risco sobretudo na época de chuvas. (aberto)

T26. Ao3: Então sabiam e não fizeram nada **(I)**

T27. P: Agora uma pergunta então sabendo-se desses riscos e que isso vai envolver todo um meio ambiente e as pessoas por que será que continuaram (?) **(F)**

T29. P: (Texto 9): Então, não é uma coisa tão fácil de entender como as coisas realmente funcionam (..). Existe a gestão, existe tecnologia para um bom funcionamento. Há meios de prevenção e mesmo assim continuaram.

T30. Ao3: Eu acho que o problema aí não é uma questão do dinheiro... A questão é que eles deixaram de fiscalizar...porque meu pai trabalha numa firma de construção e eles não liberam uma casa enquanto a calçada não está no nível certo. Então, fazendo uma comparação de uma casa e a calçada ninguém vai morrer por causa de uma calçada. Então eles não autorizam. Mas, em negócio que tem o poder de acabar com uma cidade, eles vão lá e deixam fabricando desse jeito? Então, você não acha que aí entra uma questão de lucro de dinheiro? Automaticamente que mexe com a economia de um país né? Então aí eles vão ver que vai parar tudo e arrumar uma forma que não vai parar o lucro. **(R)**

A análise dos dados com o instrumento de (MORTIMER e SCOTT, 2002) evidencia que a pesquisadora inicia a estória científica com a questão central no T1. Ela desenvolve dez textos para fazer o debate avançar. Em termos de participação dos estudantes da Escola B, 3ºAno, dentre os 16 alunos, três deles foram participativos e o restante concorda ou discorda com gestos e atenção. Os alunos que participaram no início tinham uma percepção crítica ou ingênua sobre o que causou o acidente de Mariana. Essas opiniões foram se transformando com a discussão, e isso foi visível em seus enunciados. Foi evidenciado que uma fala influenciava outra fala. A pesquisadora em alguns momentos direciona e controla o desenvolvimento da estória científica. Mas, analisando os padrões gerados foi observado a formação de cadeias fechadas e abertas complexas que ajudaram os alunos a reelaboração de suas idéias sobre o acidente de Mariana. Nas interações foi observado que ocorreram deslocamentos, ou seja o aluno dava resposta a questões anteriores da pergunta solicitada, ou as vezes entrevistava na resposta de outro aluno. Os alunos elaboraram enunciados longos. Esses enunciados tornaram a discussão complexa, até atingir o entendimento. Foi observado que a

pesquisadora lança uma pergunta e obtém diferentes respostas dos alunos. Entre essas respostas, um dos alunos responde a pergunta feita em outro momento pela pesquisadora, ou seja, foge ao padrão inicial I-R-A mais comum. Outro aspecto importante é da ação do aluno em iniciar uma interação. Quando isso ocorre, o padrão pode assumir um dos modelos anteriormente descritos, ou fugir completamente as regras, conforme explicam (MORTIMER e SCOTT, 2002). Nesse caso, foi evidenciado que os padrões de interação gerados entre a pesquisadora e os alunos e entre os alunos, são interativos e dialógicos e a intenção da estória científica foi desenvolvida através das estratégias utilizadas pela pesquisadora no debate. E isso ajudou a alcançar a intenção: ajudar os alunos a ampliarem as suas concepções CTS no problema do Acidente de Mariana.

MORTIMER & SCOTT (2002) explicam que é importante dinamizar de forma sistemática o ritmo de discutir/trabalhar/rever a estória científica. Para explicar como esse ritmo se desenvolve, os autores introduzem as idéias de ‘transformação progressiva do conteúdo do discurso’ e de ‘ciclos de abordagem comunicativa’ para caracterizar uma sequência de ensino. Os autores demonstram que o conteúdo do discurso da sala de aula vai se modificando progressivamente e as idéias iniciais dos estudantes, fortemente relacionadas a contextos cotidianos melhoram. No caso do debate parece indicar que os alunos relacionaram o problema real e discutiram sobre CTS. Eles conseguiram estabelecer, compreender e elaborar as questões essenciais chaves para compreender aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais, éticos dentre outros. Isso possibilitou incluir a dimensão social, como elemento importante nas decisões que envolvem CTS. Os autores destacam que, em qualquer sequência de ensino é aconselhável que ocorram variações nas classes de abordagem comunicativa, cobrindo tanto a dimensão dialógica/de autoridade como a interativa/não interativa, como foi observado no episódio do debate, a saber: o ‘ritmo’ da performance de ensino. Para compreender se o ensino aprendizagem avançou é importante dar atenção para a transformação do conteúdo e para a natureza das ‘lacunas’ existentes entre as visões cotidiana e científica, (MORTIMER & SCOTT, 2002).

Os padrões caracterizados por cadeias de interação fechada com avaliação podem ser caracterizados pela abordagem comunicativa interativo-dialógica, uma vez que o aluno Ao3 surpreende ao conseguir introduzir um novo fator que favorece compreender o acidente de Mariana, e isso influencia todos os alunos. Ao introduzir a questão da falha na fiscalização associada ao lucro, ele estabelece uma relação com as

dimensões política/econômica e identifica que os problemas não ocorrem isoladamente. Esta nova colocação não foi anunciada pela pesquisadora e não estava presente até então. Na sequência, continua o padrão complexo em que o aluno fazia perguntas à pesquisadora. Foi notado que, quando o Aluno Ao3 identifica outras relações, ele consegue destacar o foco que desencadeou os problemas, fazendo novas relações e isso reforçou outros turnos. Essas podem ser caracterizadas pela abordagem comunicativa interativa/dialógica, uma vez que o Ao3 surpreende a pesquisadora, que considerou o ponto culminante do debate. O aluno Ao3 compreendeu de forma significativa sobre o problema, ao relacionar fatores políticos aos econômicos e isso tem relação com a Carta à Mariana, proclamada pelo pesquisadores do GEPSA/UFOP (2016), a seguir:

Observa-se que o poder público não tem sido capaz de aprender com os seus erros. Ao invés de investir na capacidade técnica e na independência política dos órgãos de controle ambiental, bem como na participação efetiva das pessoas atingidas ou expostas aos riscos; gestores públicos tem optado por renunciar ao seu papel de zelar pelo bem estar comum e de exigir que atividades econômicas sejam socioambientalmente corretas, (GEPSA/UFOP 2016).

Foi evidenciado na fala do aluno Ao3 que ele conseguiu estabelecer relação entre aspectos importantes sobre o problema. Ele deixa emergir o que SANTOS (2007) destaca: os valores na perspectiva CTS(A), os quais se relacionam às necessidades humanas, em uma perspectiva de questionamento à ordem capitalista, em que os valores econômicos se impõem aos demais. Essa atitude contribui para o desenvolvimento da tomada de decisão, como de educação ambiental, em uma perspectiva crítica.

A construção de textos para dinamizar o debate ocorreu em sintonia, pois estabeleceu uma relação com palavras e sentidos trazidos pelos alunos com outras palavras e sentidos vindos de diferentes contextos, que foram acionados e reconfigurados para ajudar os alunos. Essa ação representa:

(..) postura instigadora foi levando cada vez mais alunos a participar e argumentos mais completos começaram a ser construídos, incluindo o emprego de conhecimento básico e a proposição de um texto experimental, (CAPPEHI, 2004, 2016, p.73).

O aluno Ao3 demonstrou e influenciou todos os colegas na compreensão sobre:

Está cada vez mais evidente que a exploração desenfreada da natureza e os avanços científicos e tecnológicos obtidos não beneficiaram a todos. Enquanto poucos ampliaram potencialmente seus domínios, camuflados no discurso sobre a neutralidade da C&T e sobre a necessidade do progresso para beneficiar as maiorias, muitos acabaram com os seus domínios reduzidos e

outros continuam marginalizados, na miséria material e cognitiva, (ANGOTTI & AUTH 2001, p.16).

BAZZO (2018) enfatiza como a relação anteriormente descrita se acentuou desde a revolução industrial e convida os educadores de todas as áreas do conhecimento e outros que possam contribuir ao desafio de pensarmos uma nova equação civilizatória:

Desde a revolução industrial temos sido conduzidos pelas questões econômicas atreladas diretamente às questões políticas. Já era um processo complicado porque essas variáveis sempre foram determinadas pelo poder das grandes corporações, mas, ainda, com certa dose de equilíbrio moral e ético. O fator mais preocupante agora é que o aspecto político morre sob a constante predominância do dinheiro. A política vem a reboque diante das decisões de caráter global no mundo estrito das hegemonias, principalmente capitalista. (...) nesse contexto tudo vem se tornando mercadoria, inclusive os seres humanos que consigo arrastam a ciência, a tecnologia e, o que é mais grave, a educação. Daí a necessidade de uma nova equação civilizatória que coloque em destaque as variáveis que comandam o confuso mundo globalizado e, paradoxalmente, mesmo com o advento das inovações tecnológicas, o tornam cada vez mais desigual na distribuição de suas riquezas, (BAZZO, 2018, p.57).

Para explicar os dados obtidos nesta pesquisa foi feita uma pesquisa na literatura relacionada com a prática educativa relatada nesse trabalho, como na pesquisa de (HUNSCHE, DALMOLIN, ROSO, SANTOS e AULER, 2009). Os autores analisaram artigos de três periódicos brasileiros da área de educação em ciências Revista Brasileira Educação em Ciências (RBPEC), Revista Ciência & Educação e Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, que abordam temas e problemas da linha AC/CTS/CTSA no período de 1998 a 2008. Dentre os oito trabalhos selecionados pela categoria implementação, selecionaram dois artigos considerando a categoria resultados de pesquisas implementados e analisados com detalhes. Os autores ressaltam que a pesquisa revela aspectos promissores para o contexto nacional, mas há pouca implementação. Existe também um número expressivo de trabalhos sobre CTS, que entendem que os estudos desse aporte superam em muito a idéia de uma nova metodologia exigindo um novo olhar para a reconfiguração curricular como guia inicial para definição dos temas, problemas reais, que refletem a realidade social onde se situa a escola. Os autores analisam o processo histórico que marca o contexto educacional e enfatizam a necessidade de superação frente a realidade atual:

Não é plausível a teorização a busca de encaminhamentos teórico-metodológicos distantes da prática, das condições objetivas presentes no contexto brasileiro, da complexidade do processo educacional, inserido num contexto social mais amplo. [...] tendo-se como pressuposto a democratização de processos decisórios em temas envolvendo ciência-tecnologia, cabe considerar nosso histórico de não participação. A democracia, a participação,

não é um elemento constituinte da cultura brasileira. Trata-se de algo em construção para o qual o enfoque CTS pode contribuir significativamente, (HUNSCHE, DALMOLIN, ROSO, SANTOS e AULER, 2009).

Nos turnos T19, T20, T30, T36, parece que deu início a compreensão que possibilita a participação para a cidadania ou seja, ocorre a vinculação do ensino à cultura, a medida que os alunos relacionam os problemas com sua vivência. Isso possibilita desenvolver o que (CANIVEZ, 1991) chama de cidadania ativa. Esta refere-se a participação dos indivíduos nas decisões da cidade. Isso implica a faculdade de julgar, que leva à distinção de dois tipos de juízo: o crítico e o político. O primeiro, os critérios já estão estabelecidos. Portanto para usá-los é necessário de conhecimento das leis e princípios éticos universais e estes devem ser conhecidos para o aluno saber seus direitos e deveres e distinguir os casos em que se aplicam. O segundo refere-se ao julgamento para a tomada de decisão que se destinam a resolver problemas, adotando outros critérios, além dos jurídicos e morais, pois envolvem interesses particulares e gerais. Nessa modalidade de juízo os critérios são construídos na discussão pela pluralidade de idéias para a possível solução do problema, durante a participação centrada no debate coletivo que implica o conhecimento de informações básicas, (SANTOS e SCHNETZLER, 1997). Vale ressaltar que a construção das idéias o educador não pode propor ou impor ao aluno um modelo definitivo, que poderia se contentar em seguir. O seu papel é indicar quais são as decisões irracionais ou contrárias ao direito, conforme discutem (SANTOS e MORTIMER, 2001).

A compreensão dos alunos no final do debate tem boa relação com a expressão jurídica confirmada na fala do procurador da República do MPF em 2018, José Adércio Leite Sampaio, coordenador da força-tarefa do Ministério Público Federal até abril/2018, criada para apurar este o Acidente de Mariana. Ele tece uma crítica a atuação do poder público e as medidas adotadas pela Samarco, até novembro do ano de 2017, do rompimento da barragem de Fundão, na Região Central de Minas Gerais, ressaltando que:

Atribui a falha na legislação que possibilitou a ocorrência da tragédia e chama a atenção que esta não foi modificada, (...) dá poderes demais ao empreendedor. Ao mesmo tempo, o sistema de fiscalização continua sucateado, houve uma mudança do DNPM [Departamento Nacional de Produção Mineral], que é o órgão que fiscaliza essas barragens do ponto de vista do governo federal. O departamento foi transformado em agência, mas a estrutura continua a mesma, (CRISTINI, G1.MG.TVGlobo, novembro, 2017).

Essa lógica do “desenvolvimento” a qualquer custo ainda persiste porque:

Como a legislação sobre o controle ambiental é pouco rígida e os salários são baixos, os impostos são perdoados ou minimizados por longos anos, amplos terrenos e infraestrutura são doados, as empresas globalizadas têm preferido instalar grandes unidades no terceiro mundo, (ANGOTTI & AUTH 2001, p.17).

Gimeno Sacristán & Pérez Gomez recomendam que é função da escola ajudar o aluno superar as suas concepções acríticas existentes, pois resultam de ideologias:

É ingênuo esperar que as organizações políticas, sindicais ou religiosas, ou o âmbito da empresa, mercado e propaganda estejam interessados em oferecer ao futuro cidadão / dar as chaves significativas para um debate aberto e nacional, que permita opções relativamente autônomas sobre qualquer aspecto da vida econômica, política ou social. Seus interesses mais ou menos legítimos, orientam-se em outras direções mais próximas da inculcação, persuasão ou sedução, (BASTOS et al., 2004, p.50).

Para isso, os autores orientam para diagnosticar as concepções e os interesses que o (s) alun(os) trazem de sua realidade e influem em suas decisões práticas e:

[...] ao mesmo tempo, deve oferecer conhecimento público [filosofia, história, física, biologia, etc.] como ferramenta inestimável de análise para facilitar que cada aluno questione, compare e reconstrua suas concepções vulgares, seus interesses e atitudes condicionados, assim como as pautas de conduta [...], (Gimeno Sacristán & Pérez Gomez, 1998, p.25 apud BASTOS et al., 2004, p.51).

Um aspecto importante a considerar quanto ao tema do debate, é que o problema de Mariana é um acidente tecnológico, causado pelo descaso com o meio social e ambiental, por decisões tecnocráticas, ou seja o acidente poderia ser evitado. O estudo possibilitou compreender as relações econômicas, políticas, éticas, ambientais e sociais. Essas dimensões contribuem para elaboração de um conceito elaborado sobre a Ciência e a Tecnologia. Outro aspecto importante é considerar que se trata de uma empresa de grande porte, formada por equipes com diferentes profissionais muitos formados e com mestrado e doutorado. Portanto, esses profissionais como diz (ZIMAN 1981) pertencem a comunidade científica. E aí parece pertinente lembrar que:

Refletir criticamente sobre as relações entre tecnociência, poder e democracia, tendo em conta que uma melhor compreensão do sentido de tais relações pode ajudar a desenvolver uma maior consciência sobre as nossas circunstâncias sociais, alargando assim a nossa capacidade de compreensão e intervenção em decisões que nos afetam. Registro, em particular, as relativas ao papel dos professores pesquisadores de educação em ciências, (CACHAPUZ, 2011, p.50).

ACEVEDO DÍAZ (2002) ressalta três razões essenciais para abordar a educação tecnológica no ensino obrigatório da educação básica e secundária, a saber: o econômico, social e educacional. Ele enfatiza o trabalho de PACEY (1983) visto que permite entender aspectos culturais e organizacionais da tecnologia. ACEVEDO DÍAZ (2002) analisou pesquisas sobre livros didáticos de química e física, verificou que é muito raro a presença de CTS nesses materiais, e são superficiais quando aparecem. Isso é ainda mais expressivo quanto à presença da tecnologia. Tudo isso reflete a incapacidade de, os estudantes reconhecerem aplicações da

tecnologia na ciência. Os autores acreditam e sugerem que a introdução de 10 a 15% de atividades que tratam de relações sobre Ciências e sobre Tecnologia poderia produzir importantes e grandes mudanças positivas com relação a atitudes em relação à Ciência. Os autores sugerem que a abordagem deve considerar as suas várias dimensões conforme discute PACEY (1983) para fugir ao reducionismo de mostrar uma imagem de Tecnologia subordinada a Ciência. O autor recomenda como uma boa alternativa refletir sobre o modelo de Niiniluoto (1997). Enfim, em todo o processo nesta pesquisa, da criação a avaliação contribui como ferramenta teórica importante envolvendo ora professor, ora professor/aluno, ora aluno/aluno de forma criativo-crítica e reflexiva, para compreensão das interações CTS. O debate evidencia um resultado promissor ao buscar contemplar o que autores denominam de literacia tecnológica (UNESCO, 1983,1986) que pode ser entendido em:

[..] a partir da análise crítica realizada sobre este assunto por Gómez Ilerbaig (1990), pode ser estabelecido um contínuo que passa de uma alfabetização baseada sobretudo no aumento do conhecimento puramente técnico para outro que contempla os valores constitutivos e contextuais da técnica (Layton 1988, Acevedo,1998, Rodriguez-Acevedo 1998) mais focado nas atitudes e comportamentos das pessoas para os problemas sociais relacionados à tecnologia, cujo objetivo é preparar os cidadãos para a sua participação democrática na tomada de decisões (Goldman, 1992; Waks, 1986). Sem dúvida, este último ponto de vista [...] está próximo das idéias mais radicais do movimento educacional CTS, [Waks 1990 apud (ACEVEDO DÍAZ, 2002, p. 2)].

Esse estudo é muito pertinente, pois mostra que as principais ações a serem implementadas após o Acidente de Mariana não ocorreram. Uma evidência do descaso é o Acidente de Brumadinho, previsto pelo procurador do MPF Adércio Sampaio. Portanto, outras ameaças estão por vir disse o geógrafo, e ecologista, professor Dr. Ricardo Motta Pinto, da Universidade Federal de São João del-Rei, que está entre cerca dos 400 especialistas, que acompanham as regiões atingidas. O ecologista disse ao jornal EL PAÍS BRASIL: o Brasil precisa repensar matrizes econômicas e energéticas para evitar um colapso ambiental, a seguir:

o ecologista afirma sobre impactos da mineração no meio ambiente. “A matriz econômica do Brasil levou nossos ecossistemas ao limite”, Pinto Coelho. Ao longo de dois anos, ele monitorou os desdobramentos da tragédia de Mariana e concluiu que a impunidade joga a favor das mineradoras envolvidas em crimes socioambientais. Além de cobrar punição à Vale, o ecologista também reivindica maior fiscalização sobre a atividade mineratória e políticas de incentivo à economia verde. E ainda afirmou que a solução do desastre em Mariana foi incompleta. Ainda há praticamente tudo por fazer. Não se resolve uma tragédia desse porte apenas distribuindo bolsa com salário mínimo para as pessoas afetadas. A maioria dos desabrigados não foi ressarcida. E o rio Doce continua poluído, (EL PAÍS, 2019).

4.2.4 Conclusão da Análise dos dados da Atividade do Debate com alunos do 3º Ano da Escola B, a luz do referencial de (Mortimer & Scott 2002)

Embora poucos alunos tenham sido participantes ativos, o restante mostrava concordância ou não, permanecendo atentos, interessados, e se posicionando a favor ou não às enunciações com gestos. No início, a participação foi tímida, mas a aluna Aa2 que apresentou colocações elementares sobre o Acidente de Mariana foi enriquecendo a sua fala com a fala de outros. O aluno Aa1 apresentou compreensão coerente sem inter-relacionar os aspectos CTS. Já o aluno Aa3, conseguiu relacionar as questões mais complexas e necessárias para ter uma compreensão das relações políticas, econômicas, sociais, ambientais e éticas que envolvem o caso Mariana. Foi evidenciado que, pelo entrelaçamento das diferentes vozes, o conhecimento foi se constituindo. Conforme a reflexão de (MORTIMER & SCOTT, 2002), a negociação de sentidos permite formas mais elaboradas de constituição de conhecimentos, e no caso, possibilitou melhorar a compreensão das relações CTS. Tal aspecto se alinha com o que foi adotado nesta pesquisa anteriormente discutida quanto aos propósitos educacionais sugeridos por (SANTOS & SCHNETZLER, 1997). A seguir os Gráficos 5 ao 9 apresentam o resultado do questionário semi estruturado aplicado aos alunos das Escolas A: 1º Ano e da Escola B, 2º e 3º Ano sobre o debate. O debate demonstra que a idéia de discutir um problema real ajuda a compor uma visão mais integrada sobre CTS. De uma maneira geral, mesmo os alunos que participaram apenas com sinais de concordância ou não durante o debate, mostram nas respostas das questões escritas, concepções mais adequadas com poucas contradições sobre o papel da C&T no meio social, e uma grande atenção e sensibilização sobre o assunto, ou seja, o desenvolvimento de valores, que é uma das características centrais em propostas CTS conforme (SANTOS & SCHNETZLER, 1997) destacam.

4.3.Resultado do questionário de Avaliação do Debate aplicado aos alunos da Escola A e da Escola B

No Quadro 6, a seguir será apresentada a relação dos Alunos do Ensino Médio da Escola A, e Escola B, participantes do Debate que responderam ao questionário semi-estruturado:

Quadro 6: Participantes Debate: Escolas A, 1º Ano, Escola B, 2º e 3º Ano: 58 Alunos

[1º Ano: 16 alunos] divididos em grupos: (G1: 2 alunos), (G2: 1 aluno), (G3: 3 alunos), (G6: 2 alunos), (G7: 3 alunos), (G8: 5 alunos)].
[2º Ano: 28 alunos] divididos em grupos: (G1: 5 alunos), (G2: 5 alunos), (G3: 3 alunos), (G4: 3 alunos), (G5: 6 alunos), (G6: 4 alunos), (G7: 2 alunos)].
[3º Ano: 12 alunos] divididos em grupos: (G1: 2 alunos), (G2: 4 alunos), (G4: 2 alunos), (G5: 3 alunos) e (G6: 1 aluno)].

No Gráfico 5 será apresentado os dados da percepção dos alunos da Escola A e da Escola B, da Questão 01: Compreensão sobre CTS no Acidente de Mariana, (1º Ano: 16, 2º Ano: 28, e 3º Ano: 12 Alunos); Total Alunos: 56 (Questão de alternativas comentadas):

Gráfico 5: Dados do questionário do Debate: Questão 01: Percepção dos alunos sobre CTS. Marque X em quantos itens você quiser: Escola A, 1º Ano, Escola B, 2º e 3º Ano: 56 Alunos

Discussão dos dados do Gráfico 5: Ficou evidenciado nos dados do Gráfico 5 que os alunos da Escola A, 1º Ano, da Escola B, 2º e 3º Ano, identificaram de 90% a 100% de aspectos ambientais, 50% a 78% de aspectos econômicos, 39% a 78% aspectos políticos e 38 a 58% de aspectos éticos, relacionados ao acidente de Mariana. Essa porcentagem é significativa se comparadas as pesquisas de diagnóstico CTS com alunos que não participaram de atividades que abordam problemas que envolvem essas relações, conforme foi observado por (ACEVEDO DÍAZ et al., 2002). Segundo os autores, os resultados de concepções críticas geralmente são de 40%.

Alguns Comentários da(o)s aluna(o)s da Escola A, 1º Ano frente a questão 01

G7: 01 “Ambientais, pois foram prejudicados a fauna e a flora e econômicos, pois várias famílias foram impactadas, diminuindo suas produções e a decadência do comércio por falta de emprego. Político: o sistema contribuiu para assinar falsos documentos”.

Comentários aluna(o)s do 3º Ano: **Escola B:** “ tudo está envolvido, pois erros éticos da política de fiscalização destruíram o ambiente e a economia daquela sociedade”

4.3.1 Categoria de Análise das concepções CTS, no acidente de Mariana:

Para interpretar os dados fornecidos pelos alunos da Escola A e da Escola B, referente a Questão 02 (respostas dissertativas), do Debate, expressas no Gráfico 6: O

que se percebeu no filme sobre o interesse ou a atuação da: população, da empresa, dos administradores da cidade, dos órgãos de defesa, dos órgãos de divulgação, das intervenções legais, das pesquisas em relação ao episódio? Para interpretação do Gráfico 6 foram elaboradas categorias conforme o referencial de análise de conteúdo pelo uso da técnica de (BARDIN, 2011). As categorias definidas são: crítica, parcialmente crítica, simplista e outra. Para definir essas categorias, foi feita uma interpretação nas respostas dos alunos das escolas e uma relação com o referencial teórico da Didática das Ciências. Dessa forma, corresponde a concepção crítica: quando os alunos percebem que o sistema tecnocrático se impõe sobre os demais sistemas. Assim, a resposta deve conter a idéia de que a empresa foi a principal responsável pelo acidente e deve arcar com a responsabilidade sobre o meio ambiente e a sociedade, porque a empresa não considerou em nenhum momento a segurança social e ambiental. Na categoria parcialmente crítica, o estudante compreende que o acidente poderia ser evitado, que existe um descaso para com o meio ambiente e a sociedade ou seja, considera-se que o aluno apresenta uma idéia ainda incompleta sobre o assunto. A categoria simplista representa idéias ingênuas como por exemplo: a causa do acidente de Mariana foi porque os cientistas não avisaram a empresa que existiam problemas na barragem, ou seja os principais responsáveis pelo acidente, estão ausentes do acidente.

A seguir no Gráfico 6 será apresentado os dados da percepção dos alunos da Questão 02: Compreensão sobre CTS sobre todos os envolvidos no Acidente de Mariana (Escola A, 1ºAno:16, e Escola B, 2ºAno: 28, e 3ºAno:12) Alunos:

Gráfico 6: Dados do Questionário do Debate: Questão 02: Concepções CTS, dos alunos sobre todos envolvidos após o Acidente de Mariana. 1º, 2º e 3ºAno: Total: 56 Alunos

Discussão dos dados do Gráfico 6: Ficou evidenciado nos dados do Gráfico 6 que os alunos do 1º, 2º e 3º Ano da Escola A e da Escola B, possuem de 31% a 52% de concepções críticas, ou seja percebem que o sistema tecnocrático se impõe sobre os demais sistemas, de 27% a 58% dos respostas dos alunos estão na categoria parcialmente crítica, ou seja, os alunos compreendem que o acidente poderia ser evitado, que existe um descaso para com o meio sócio/ambiental, mas expressam uma opinião ainda incompleta sobre o problema. De 5% a 19% dos alunos apresentaram a categoria simplista, ou seja idéias ingênuas como por exemplo: eles não atribuíram a causa do acidente de Mariana ao sistema tecnocrático que se impõe sobre os demais.

Algumas Respostas da(o)s aluna(o)s do 1º Ano da Questão 02

G3: 01: A empresa mineradora Samarco não investiu em barreiras resistentes, fortes onde a tragédia estava prevista, e prejudicando várias cidades, o Rio doce poluindo o mar, impedindo a pesca e demitindo funcionários. (C)

G6: 01: Percebi que as pessoas não se importam como o acontecido em Mariana. (PC)

G6:01: Todos estão tentando ajudar esse estrago, pois não querem deixar sua cidade para traz. (I)

Questão 02: Respostas da(o)s aluna(o)s do 2º Ano:

G1: (2): A atuação dos órgãos no filme foi se preocupar com os impactos sociais causados pelas barragens aos moradores da cidade atingida mais pouco foi feito para melhorar a vida das pessoas que foram prejudicadas pelo erro da mineradora.(C)

G2: (3): Que a população e as outras pessoas estão preocupadas com o ocorrido em Mariana. As políticas ficaram contra a empresa que causou o desastre, e ajudou a população que perdeu tudo. **G5: 01:** Todos ficaram comovidos com o acontecimento e ajudaram a população com doações, moradias e o projeto de reconstrução da nova cidade que a Samarco pretende construir.

Questão 02 Respostas da(o)s aluna(o)s do 3º Ano:

G4: 02: (a) Uma total falta de eficiência, ética, responsabilidade e falta de humanidade. **(b)** Um descaso com a comunidade e o meio ambiente por falta de fiscalização correta principalmente do órgão público e da empresa que estava consciente do acontecimento. c) pouco se fez pela população. **G1: 01:** Receberam ajuda o suficiente para recomeçar.I

Questão 03 do Debate:

Para interpretar os dados fornecidos pelos alunos da Escola A e da Escola B, referente a Questão 03 (dissertativa) do Debate: Como você percebe as relações CTS no caso Mariana? Qual o papel da Ciência, da Tecnologia e da sociedade?, foram elaboradas categorias conforme o referencial de análise de conteúdo, pelo uso da técnica de (BARDIN, 2011). As categorias definidas são: crítica, parcialmente crítica e simplista e outra. O significado de concepção crítica: quando os alunos percebem que o sistema tecnocrático causou o acidente e devem assumir as consequências, seja com relação a recuperação do meio ambiente e apoiando atingidos e impactados. Além disso, os alunos fazem menção a cobrança dos direitos e a punição dos culpados, reconhecem

e incentivam a população pelos seus direitos e apontam a necessidade de participação social nas esferas de decisão sobre C&T. Na categoria parcialmente crítica há uma compreensão parcial sobre os causadores, os erros e o papel da sociedade e da justiça no processo. A categoria simplista mostra uma noção ingênua e neutra atribuindo a Ciência e a Tecnologia como salvadoras de todos os problemas causados. Nessa categoria, não se faz menção aos direitos da população, aos causadores do acidente e a necessidade de serem punidos e arcarem com as consequências dos problemas.

A seguir no Gráfico 7 será apresentado os dados da percepção dos alunos da Escola A e Escola B, da Questão 03: Como você percebe as relações CTS no caso Mariana? Qual o papel da Ciência e Tecnologia e da Sociedade? (questão dissertativa):

Gráfico 7: Dados Questionário do Debate: Questão 03: Como você percebe as relações CTS no caso Mariana? Qual o papel da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade? (1º:16, 2º:28, e 3ºAno:12 Alunos); N° Total Alunos:56

Discussão dos dados do Gráfico 7: Ficou evidenciado nos dados do Gráfico 7 que os alunos do Escola A, 1º Ano e , Escola B, 2º e 3ºAno, possuem 18% a 28% de respostas na categoria crítica. As repostas dos alunos demonstram claramente que eles atribuem ao sistema tecnocrático a causa do acidente e o dever de assumir as consequências, seja com relação a recuperação do meio ambiente, ao apoio dos atingidos e impactados, a cobrança dos direitos e a punição dos culpados. Eles reconhecem e incentivam a população na luta pelos seus direitos e apontam a necessidade de participação social nas esferas de decisão sobre C&T. Foi observado de 48% a 78% dos alunos possuem uma compreensão parcial crítica sobre os causadores, os erros e o papel da sociedade e da justiça no processo e 6% a 18% dos alunos possuem uma categoria simplista, com uma

noção ingênua e neutra atribuindo a C&T como salvadoras dos problemas causados. Nessa categoria, não se faz menção aos direitos da população, aos causadores do acidente e a necessidade serem punidos e arcarem com as consequências dos problemas.

Questão 03 Respostas da(o)s aluna(o)s do 1º Ano da Questão 03

G7: 01: A ciência comprova que as barreiras estavam prestes a romper; alguns funcionários estavam cientes, mas não investiram em tecnologia para evitar o desastre; onde a sociedade atingida e impactada pelo acontecido, sofre as consequências. C

G7: 01: Com o desastre isso afeta a sociedade de varias maneiras, sendo que a ciência juntamente com a tecnologia entram nessas áreas afetadas para combater um mal maior e reorganizar tanto a natureza quanto a sociedade. PC

G8: 01: Ambientais, a ciência poderia purificar a água, a tecnologia auxiliar a ciência criando meios para tal coisa e a sociedade deveria parar de desmatar e morar em locais perigosos. I

Questão 03 Respostas da(o)s aluna(o)s do 2º Ano:

G4: 01: Cada um teve um papel importante, a ciência e a tecnologia pode resolver o problema e preveni-lo. O papel da sociedade também é auxiliar e participar das decisões, afinal, foram os mais afetados e as decisões afetaram a todos, eles podem interferir também nas decisões. C

G2: 05: A sociedade (vítimas), a Ciência (meio ambiente), foram vítimas do desastre que a tecnologia (empresa) causou. C

G4: 01: É possível ver que a CTS está amplamente envolvida no desastre de Mariana, pois a sociedade foi afetada, a tecnologia das barragens não foi reparada e a ciência estuda as causas que passa a destruição. A sociedade além de ser vítima é testemunha das verdades do desastre. C

G1: 02: Os órgãos públicos responsáveis pela cidade fizeram um projeto para populacionar as cidades novamente. A importância da ciência e da tecnologia e sociedade é que elas amenizavam os estragos sociais para a população. PC

G6: 01: A ciência precisava ter mais informações para realizar o procedimento da empresa, deviam ter averiguado melhor a estrutura do local para que não tivesse acontecido o desastre. I

Questão 03 Respostas da(o)s aluna(o)s do 3º Ano

G1: 02: (a) Existe, mas são casos isolados, C&T tem muito a contribuir. I

(b) No modo de fazer (..) para ver o que é melhor e como vai ficar para ter segurança. PC

G4: 02: (a) As relações CTS agiram com grande descaso no caso Mariana. O papel CTS era intervir no caso para a melhoria da população, economia etc. C

A seguir no Gráfico 8 será apresentado os dados da avaliação dos alunos da

Escola A e Escola B, Questão 04: Contribuição do debate para ampliar as relações CTS:

Gráfico 8: Dados do Questionário do Debate: Questão 04: Contribuição do debate para ampliar as relações CTS discutidas. (1º:16, 2º: 28, e 3ºAno:12 Alunos); NºTotal Alunos:56

Discussão dos dados do Gráfico 8: Os dados do Gráfico 8, mostram de 84% a 100% dos alunos da Escola A, 1º Ano e da Escola B, 2º e 3º Ano avaliaram que as discussões realizadas na atividade do Debate contribuíram para a sua aprendizagem. Na literatura já discutidas, no VOSTS e nas pesquisas que abordam sobre problemas que envolvem questões sociocientíficas como (SANTOS e MORTIMER, 2002, 2009), (ACEVEDO DÍAZ et al., 2002) evidenciam que os alunos ampliaram suas concepções CTS, visto que estabelecem relações do tema (Acidente de Mariana) com aspectos, econômicos, políticos, ambientais, sociais e éticos.

Comentários da(o)s aluna(o)s do 1º Ano, Questão 04-:

G2 (01): Sim, ajudou a entender CTS e a sua importância; **G7(02):** Ajudou a ampliar a teia de idéias – raciocínio; **G8(01)** com o debate eu aprendi o que era e o que se relaciona (o assunto) sobre o que aprendemos sobre CTS. **G8(01)** pois eu vi vários jeitos de explicações.

Questão 04-Comentários da(o)s aluna(o)s do 2º Ano:

G4 (01): Sim, ela deve opinar e discutir sobre as medidas que serão tomadas, pois elas irão afetar a sociedade como um todo. **G1 (2):** a população pode contribuir com idéias. **G6 (01):** Sim, pois a opinião dele, serve para se ter um pensamento mais aprofundado. **G6 (01):** Não há uma participação da população nas decisões, porque elas não tem muito o que fazer, é como se fosse algo restrito entre pessoas com mais autoridade.

Questão 04-Comentários da(o)s aluna(o)s do 3º Ano

G4: 01: b) Pude perceber que não envolve apenas a questão da água apesar de ser a principal e sim a política e do que é ética. **G1: 02: (a)** Mudou minha visão sobre o assunto.

G5: 02: (a) “Sim, pois nos mostrou o tamanho da importância da CTS para esses tipos de episódios”.

A seguir no Gráfico 9 será apresentado os dados da avaliação dos alunos da Escola A e Escola B, da Questão 05: É possível a participação da população sobre as decisões que envolvem a Ciência e a Tecnologia?

Gráfico 9: Dados do Questionário do Debate: Questão 05: É possível a população participar em decisões que envolvem a Ciência e a Tecnologia? Escola A, 1º Ano:16, Escola B, 2º Ano: 28, e 3ºAno:12 Alunos); N°Total Alunos:56

Discussão dos dados do Gráfico 9: Ficou evidenciado nos dados do Gráfico 9, que 56% a 100% dos alunos da Escola A, 1º Ano e Escola B 2º e 3º Ano, entenderam que é possível a participação da população nas decisões sobre C&T antes, durante e depois dos acontecimentos. Apenas, 11% a 50% de alunos do 2º e 3º Ano atribuem dificuldades em participar sobre as decisões C&T conforme foi discutido na Questão 14 do questionário VOSTS, seja porque a população não têm acesso as decisões C&T, ou porque todos os responsáveis pela C&T visam o progresso da humanidade.

Comentários da(o)s aluna(o)s 1º Ano, Questão 05:

G8: 01: Sim, votando e participando das pesquisas, etc.

G8: 01: sim, deve exigir, mas tem que estar a par do que pode acontecer.

G7: 01: Sim, para que a população tenha voz ativa e venha ampliar seus conhecimentos.

G7: 01: A sociedade deve cobrar, exigir os seus direitos. Para isso a população deve estar conscientizado do que pode acontecer.

G8: 01: Poderia, é possível a participação na ciência para estudos, pesquisas e opiniões de curas e no desenvolvimento de tecnologia também.

G8: 01: Sim, eles podem mudar tudo.

Questão 05- Comentários dos alunos do 2º Ano:

G1: 03: A população pode ajudar a contribuir com ideias para melhorar o desenvolvimento.

G4: 03: (a) A população pode participar, a opinião dela servem para se ter um pensamento mais aprofundado sobre determinada pesquisa e assunto. (b) Sim ela deve opinar e discutir sobre as medidas que serão tomadas, pois elas irão afetar toda a sociedade como um todo. (c) A população deve participar.

G6: 04: (a) Como eles vão ajudar se não ligam para eles, eles não querem nem saber da população está achando que um salário ajuda. (b) Não muito, porque a população não pode fazer nada em relação, pois eles tiveram que recomeçar suas vidas. Eles só puderam denunciar a empresa responsável. (c) No meu ponto de vista não há uma participação da população nas decisões porque eles não tem muito o que fazer, é como se fosse algo restrito entre pessoas das autoridades. (d) Não, pois uma tecnologia pode as vezes fazer mal para uma população sem que ela a utilize.

Questão 05- Comentários dos alunos do 3º Ano: não tem acesso as decisões sobre C & T.

4.4 Conclusão do Questionário do Debate com alunos 3º Ano da Escola B

De uma forma geral, os dados evidenciaram que os alunos do 1º, 2º e 3º Ano mostraram sensibilização pelos problemas de Mariana, especialmente com a questão sócio-ambiental. Os alunos perceberam claramente as relações políticas, econômicas, sociais, econômicas, éticas dentre outras e o dever das autoridades em recuperar o meio ambiente e apoiar as pessoas. Isso demonstra a formação de valores. Outro aspecto foi que os alunos compreenderam que, de uma forma geral o descaso persiste e existe um

impasse quanto à complexidade da situação causada pelo Acidente de Mariana, quanto aos efeitos à médio e a longo prazo e sobre como recuperar o meio ambiente. Muitos demonstraram sua indignação pela demora no atendimento aos atingidos e impactados e na recuperação ambiental. Menos de 20% dos alunos do 1º, 2º e 3º Ano, não identificaram os responsáveis pelo acidente de Mariana. O questionário do Debate evidenciou que 50% a 100% dos alunos ressaltaram a importância e possibilidade de participação da população para intervir em problemas que envolvem C&T e que se CTS funcionasse em equilíbrio, o acidente de Mariana poderia ter sido evitado.

4.5 Conclusão Geral da Atividade 2: Debate com alunos da Escola A e da Escola B

Ao fazer uma triangulação entre os dados registrados no debate, com as respostas abertas propostas no questionário foi evidenciado de uma forma geral que os alunos ampliaram suas concepções sobre CTS, a partir da análise e discussão do problema foco do debate. É importante observar que, embora no processo da dinâmica do debate, as falas dos alunos representem a participação deles, na escrita 100% dos alunos que assistiram ao debate como participantes atentos responderam 100% do questionário emitindo suas opiniões sobre a atividade. Nesse sentido, os participantes não empíricos (aqueles sem falas no debate) estabeleceram as relações econômicas, éticas, políticas, sociais e ambientais da situação problema, as quais são indicadores críticos importantes numa proposta CTS. Foi evidenciado nesta pesquisa que 100% alunos do 1º Ano, 75% alunos do 2º Ano e 50% alunos do 3º Ano atribuem a participação nas decisões que envolvem temas/problemas sociais marcados pela Ciência e a Tecnologia como conceitos centrais. Tal conceito é defendido por (SANTOS, ROSA e AULER, 2013), os quais ressaltam que esses ocorrem quando rompe com as práticas curriculares tradicionais. Para isso, segundo SANTOS e AULER (2015) na discussão CTS, é importante “problematizar e exigir que valores de coletivos sociais atuem nesse direcionamento e não apenas valores particulares de determinados atores sociais”.

Os dados mostram que há 25% das opiniões dos alunos do 2º Ano e 50% alunos do 3º Ano apresentaram contradições, que projetam na C&T a responsabilidade maior na resolução de problemas. Esses alunos as vezes não atribuíram a causa do problema de Mariana ao sistema tecnocrata, que deve arcar com as consequências do acidente de Mariana, e ao governo em punir os responsáveis pelo acidente. Essas concepções ocorrem porque associado ao sistema tecnocrático está:

[..] outras atividades humanas, como a política e a economia estão acima da inteligibilidade do cidadão comum, requisitando a atenção de experts, (OLIVEIRA e GONÇALVES, 2019 p.5)

Essa contradição representam incertezas de poucos alunos, os quais avançavam e recuavam em suas falas. Isso tem relação com as explicações ingênuas que construíram em sua convivência diária com informações equivocadas veiculadas nas propagandas, nos meios de comunicação, na cultura, na política, e até mesmo por alguns especialistas da educação. Isso leva a sentimentos de desespero e impotência no enfrentamento dos problemas que levam a inércia e à resistência as informações a seguir:

(..) devemos reconhecer que a falta de resposta do público e de seus representantes políticos para a grave ameaça de colapso das nossas sociedades (DIAMOND, 2005) e até mesmo a extinção de nossa espécie (LEWIN, 1997) indica a existência de sérios obstáculos que dificultam o envolvimento de diferentes setores sociais, incluindo educadores, responsáveis por uma formação cidadã, (VILCHES, GIL-PÉREZ e PRAIA 2011, p.166,167).

Tais elaborações levam as pessoas de forma geral a buscar as soluções em:

A confiança em que a tecnociência pode resolver tudo. Essa confiança acrítica serve para ignorar os interesses em jogo, em que os debates muitas vezes apresentam desenvolvimentos técnico-científicos – em torno, por exemplo, da energia nuclear, dos biocombustíveis, dos transgênicos – e, acima de tudo, supõe estimular que a cidadania delegue nos outros (“os especialistas” a responsabilidade das soluções, justificando a sua inibição. Assim se distorceram as relações CTSA, dificultando – para não dizer impedindo – a resolução dos problemas, (VILCHES, GIL-PÉREZ e PRAIA 2011, p.169).

CACHAPUZ et al., (2005) reforçam tais reflexões e defendem tais argumentos, e lembram que o sucesso na solução dos problemas ambientais, com avanços na legislação e a proibição do DDT e outros contaminantes orgânicos persistentes ou a substituição dos CFC (compostos cloro-flúor-carbonados) que destroem a camada de ozônio, foram frutos da convergência da investigação científica e da ação cidadã com base em tais estudos. Portanto, é muito recomendável nas propostas na educação em ciências orientar a perspectiva de solução de problemas que envolvem C&T com a participação de toda a sociedade.

Foi evidenciado como avanço que os estudantes reconhecem que deve ter um equilíbrio entre CTS e que a política, a ética e a economia devem andar juntas. Esse resultado têm relação com:

Estudos sobre o comportamento humano presenciado e registrado em diferentes sociedades e formas de organização possibilitam perceber que, por mais sólidas que sejam as estruturas de controle populacional, tais como a do Império Romano, há momentos de instabilidade e variação que podem desequilibrá-las: não há determinismo que resista numa sociedade com evidente exclusão social. Freire (1997, p.58) é bastante otimista sobre esse

aspecto ao afirmar que gosta de ser gente porque a História demarca “um *tempo de possibilidades* e não de determinismo”, [grifo nosso] (ANGOTTI & AUTH 2001, p.18).

Outra questão discutida é que, alguns alunos não reconhecem que em algum momento seja permitido a sua atuação em questões onde ocorrem as decisões tecnocráticas, visto que, não tem acesso a essas esferas em nenhuma etapa que compõe o seu processo de instalação e funcionamento, exceto quando já ocorreram os acidentes. Essa sensação de exclusão sobre decisões que envolvem a C&T são causados pelo discurso distorcido, veiculados para a população e que excluem a sociedade das principais questões que envolvem as políticas sociais e ambientais, como chama a atenção, Sclove (1995):

De uma forma recorrente poderosos agentes políticos (políticos profissionais, dirigentes de corporações...), apoiados por equipes de peritos técnicos, têm ritualmente debatido os custos econômicos e suas consequências, implicações para a segurança militar, riscos para a saúde e segurança ou impactos ambientais, da atual panóplia de desenvolvimentos tecnológicos. As questões abordadas não são irrelevantes, mas este sistema de discurso público e de decisão é, no entanto inadequado porque (entre outros): exclui os cidadãos das verdadeiras decisões atribuindo-lhes um papel trivial; em geral, levanta questões somente muito de pois das decisões importantes terem sido já tomadas; dirige a atenção para fins focais com prejuízo de importantes aspectos culturais e consequências sociais não focais; deixa por esclarecer as implicações democráticas, (Sclove 1995, p.240 apud CACHAPUZ, 2011, p.65-66).

As percepções e contradições mesmo que não sejam tão conscientes, visto pela teoria crítica da tecnologia, da Escola de Frankfurt, ressalta que :

A obra de Feenberg oferece a reflexão, clara e directa, acerca da importância da democratização de processos internos e ocultos que regem os códigos sociotécnicos. (...) a tecnologia é um meio pelo qual a coordenação – ação instrumental substitui a compreensão comunicativa mediante objetivos marcados pelo interesse em qualquer esfera social. Essa coordenação sufoca as possibilidades de sistemas regulares de consulta e democracia entre os senhores dos sistemas técnicos e a população, (FEENBERG, 2010, p.18 apud CACHAPUZ, 2011, p. 54).

Uma pesquisa conduzida por Anat Zohar, no ensino médio, para promover as habilidades de argumentação, é enfatizada por OSBORNE (2007) a seguir:

[..] A análise das tarefas escritas mostrou um aumento no número de justificativas e na complexidade dos argumentos. Os alunos também foram capazes de transferir habilidades de raciocínio ensinadas no contexto de dilemas bioéticos para o contexto da vida cotidiana, (OSBORNE, 2007, p.12).

Na sequência será apresentado o capítulo sobre o planejamento do projeto elaborado pelos alunos. O projeto parte de um tema extraído do debate, contaminação da água e dá continuidade nos próximos capítulos.

CAPÍTULO 5.0. A tividade 03: Como elaborar Projeto

5.1 Introdução : Atividade 03: Planejamento – por que e como pesquisar?

Esta Atividade 03 tem como objetivo o ensino/aprendizagem sobre como compreender e definir os elementos inter-relacionados de um projeto. O desenvolvimento da aula consistiu em três momentos. No primeiro momento foi explicado o que é o V Epistemológico de Gowin através de um exemplo. No segundo momento, os alunos formaram grupos e fizeram uma discussão e esboçaram um projeto sobre água. No terceiro momento, a pesquisadora desenvolveu outro exemplo sobre o tema água e elaborou um mapa conceitual sobre o assunto. No final da aula, a estória científica (plano) foi sistematizada e os alunos terminaram de concluir o esboço do projeto e preencheram o questionário de avaliação.

Segundo GALLIAZZI (2003), uma boa razão para a abordagem pela pesquisa é que possibilita buscar a resolução de um problema e contribuir para uma aprendizagem significativa, pois a inovação na escola pode despertar o interesse dos alunos. Essa perspectiva distancia da forma tradicional de fazer pesquisa na escola que geralmente se reduz a cópia do conhecimento e pouco contribui para a aprendizagem. O educar pela pesquisa enriquece o aprender a aprender, ou seja, adquirir conhecimento por iniciativa própria. Pesquisar contribui para o exercício de pensar no sentido da ação, ou processo situado no tempo. Essa abordagem pode resultar em processos de reflexão de uma idéia própria, de um posicionamento, de um pensamento. Tais pensamentos “residem nos usos que fazemos de sistemas públicos e particulares de sinais”. Dessa forma, ser capaz de pensar é ser um usuário capacitado desses sistemas de sinais, isto é, ser capaz de administrá-los corretamente.

MUNFORD e LIMA (2007) enfatizam que é importante propor e desenvolver um elenco de aulas para trabalhar temas através de investigação, pois a investigação não se restringe apenas a atividades práticas ou experimentais. Considerando essa questão, as autoras ressaltam que nem todos os elementos estarão presentes na sequência de aulas no tratamento de temas através de investigação, devido à natureza da atividade. Isso resulta em um programa de atividades complementares.

Na visão de HODSON (1988) a atividade de planejar e projetar projeto faz parte do que ele chama de trabalho prático. Essa atividade corresponde a um, dentre três grandes objetivos de aprendizagem. No caso do ensino de ciências, o autor classifica esse tipo de atividade como fazer Ciência. Trabalho prático é aquele desenvolvido por

experiência direta (aluno é ativo) e nem sempre precisa incluir atividades de laboratório. A atividade de planejar e projetar experimentos são duas habilidades distintas e em grande parte independentes. Nessas atividades, as decisões tomadas dependem de ter experiências prévias. Planejar experimentos inclui identificar um problema, formular uma hipótese, identificar variáveis dependentes e independentes, etc. Essa modalidade é em grande parte voltada para um conceito. O autor enfatiza que projetar experimentos envolve ajustar um determinado projeto experimental a uma hipótese. O processo envolve essencialmente em tomar decisões sobre tratamentos, condições, controles, medidas a serem feitas, técnicas a serem empregadas e assim por diante. O autor ressalta que uma das habilidades para planejar experimentos depende de uma compreensão conceitual particular. Portanto, poderá ser transferível apenas para contextos nos quais se podem aplicar estruturas conceituais iguais, ou muito similares.

A partir dessa discussão, nesse trabalho foi utilizado como ferramenta para aprender a fazer projetos, o esquema epistemológico do Vê de Gowin.

O Vê epistemológico ou somente V de Gowin foi criado por D. B. de Gowin. É um instrumento heurístico para a análise da estrutura do processo de produção de conhecimento. É um mapeamento mais completo do que um mapa conceitual. Representa-se por uma figura “V” sobre uma determinada fonte de conhecimento que é disposta através de categorias. Os elementos do Vê de Gowin são: Domínio conceitual (são às asserções de conhecimento organizadas em categorias hierarquizadas: como estruturas conceituais), Constructos (referem-se à idéias que fornecem bases à teoria confiável, mas sem se referir diretamente a eventos ou objetos”; Teoria (corpo de princípios e generalizações); Visão de Mundo e Filosofias (nem sempre estão explícitas no estudo, dependem de escolha consciente do pesquisador para abordar um determinado problema sob um determinado referencial); eventos e objetos (são os eventos utilizados para obtenção dos dados). Um exemplo de eventos pode ser: (no estudo de dessalinização da água usa-se um sistema de osmose reversa), Domínio metodológico e factual (são os dados, os dados organizados, asserções de conhecimento e de valor). Essa ferramenta inclui elementos metodológicos como registro de dados, organização dos resultados através de tabelas, procedimentos de interpretação e generalização etc., usados para análise) da fonte de conhecimento, (FARIA, 1995). Segundo MOREIRA (2011), o V de Gowin é um esquema de produção de conhecimento, que possibilita conduzir uma pesquisa em ensino, – ou em qualquer outra área – sob a ótica de uma bagagem teórico-conceitual. As suas características são: **a)** Instrumento

heurístico para a análise da estrutura do processo de produção de conhecimento; **b)** Útil, pois permite convergir este processo em eventos e/ou objeto, - toda investigação procura responder questões sobre eventos e/ou objetos; **c)** Importante, pois mostra as relações entre os seus elementos: o domínio conceitual e metodológico, visam responder questões foco sobre fenômenos de interesse (eventos e/ou objetos).

MOREIRA (2011) sugere o uso desse instrumento para toda investigação, de qualquer paradigma e bagagens teóricos conceituais e uso de metodologias para os fenômenos interesse. Essa ferramenta de ensino possibilita entender a hipótese: o mesmo fenômeno de interesse, - sob diferentes paradigmas, referencial teórico conceitual e metodologias.

5.2. Episódio da Atividade 03, com alunos da Escola B: 3ºAno T01 ao T56

No episódio da Atividade 03, ocorreram 56 turnos. Nos turnos T01 a T56 a pesquisadora desenvolveu a estória científica com a intenção de ensinar aos alunos a elaborar projetos. Para isso, desenvolve como estratégia a explicação da ferramenta de apoio o V epistemológico de Gowin. Para explicar o V de Gowin foi utilizado como conteúdo de ensino dois exemplos: 1º estudo da diferenciação entre células, 2º dessalinização da água. Dessa forma, a sequência da aula de planejamento seguiu as etapas: inicialmente foi desenhado no quadro, o esquema do V de Gowin com todos os componentes numerados. O preenchimento do esquema do V de Gowin seguiu a sequência: 1- Problema, 2-Domínio Conceitual, 3-Eventos, 4-Domínio Metodológico. Em seguida, foi caracterizado cada item do V de Gowin, mostrando que o esquema é eficaz para elaborar projetos e que todo projeto têm vários tópicos inter-relacionados. Cada tópico numerado foi explicado com ilustrações breves. Depois foi desenhado dois V de Gowin vazios no quadro. Com explicação e problematização foi desenvolvido o passo a passo do esquema do V de Gowin sobre célula, ao mesmo tempo foi solicitado aos alunos atenção, quanto ao problema do projeto deles. O objetivo do primeiro exemplo consistiu em diferenciar células e o segundo dessalinização da água do mar, através dos métodos, da osmose reversa e destilação com placa solar. Os exemplos foram articulados ao V de Gowin. A cada explicação dos itens do exemplo, a pesquisadora pausava e fazia perguntas aos alunos para eles definirem o projeto deles. A estratégia de ajudar a aprendizagem consistiu em fornecer os feedbacks que são textos re-contextualizados no processo da aula para os alunos preencherem algumas lacunas, a respeito da concepção de projeto e sobre o problema deles. Isso levou os alunos ao exercício de aprender

a discutir, propor e definir o tema, o problema, os objetivos e a hipótese dentre outros. Dessa forma, conforme o exemplo da célula foi desenvolvido, os alunos pensavam sobre o problema de Mariana, e foi solicitado aos grupos que fossem definindo o problema e preenchendo a Ficha (Anexo 5), com dados do Projeto deles. No (Anexo 08), foi disponibilizado um esboço de projeto elaborado por alunos. A análise da aula foi dividida em três momentos relacionados. No primeiro momento ocorreu a apresentação dos tópicos do V de Gowin através do primeiro exemplo. Essa estratégia tem a função de familiarizar sobre o significado de cada tópico do V de Gowin com exemplos, de forma que os alunos elaborassem o seu próprio projeto. No segundo momento, a pesquisadora fez uma pausa de 20 minutos. Nessa etapa, os alunos discutiram e definiram o projeto com orientação da pesquisadora. No terceiro momento, foi desenvolvido o passo a passo do exemplo 2, sobre a dessalinização da água do mar e um mapa conceitual sobre Águas do Planeta Terra. O exemplo 2 foi utilizado para reforçar o exemplo 1 e para introduzir alguns conceitos sobre água. Os dois exemplos cumpriram a função de fornecer uma compreensão global sobre o tema/problema/estrutura do projeto. O exemplo 2 encaminhou para uma matriz conceitual sobre o tema água. Junto ao exemplo 2 estabeleceu-se uma relação entre tipos de água, distribuição, purificação e também qual o problema da água referente ao acidente de Mariana. Nesse momento, foi disponibilizado aos alunos um modelo de índice (tópicos de projeto), de (HERNANDEZ e VENTURA, 1998). No final da discussão os grupos definiram as idéias para compor o projeto. Um desses grupos de alunos esboçou o projeto na aula e todos definiram a essência do projeto. No final da aula, os alunos preencheram um questionário de avaliação.

A análise discursiva do episódio da aula de planejamento versa sobre a discussão do plano sobre como elaborar projetos. As ferramentas utilizadas para compor o projeto foram: o V epistemológico de Gowin e um mapa conceitual. O conteúdo foram: dessalinização da água e diferenciação entre células e o tema do projeto dos alunos. Os exemplos foram tratados junto com a elaboração do esboço do projeto dos alunos. As explicações foram realizadas num tempo de 60 minutos e o tempo para a discussão do projeto e desenvolvimento da atividade em grupos foi de 20 minutos. Representa-se por P a pesquisadora; (Ao1G3): aluno 1 do Grupo 3, (Aa1G4): aluna 1 do Grupo 4, e (Ao1G5): aluno 1 do Grupo 5, Als: (todos os alunos). Cada turno (T) foi seguido da numeração: T1, T2 etc. Foram colocados uma dessas letras (I-R-A-F-P) ao término de cada turno, os quais representam o tipo de interação conforme a classificação de (MORTIMER e SCOTT, 2002). Os textos indicados em vermelho são transcrições da aula. As únicas alterações feitas na transcrição são: (?) (//) os quais mostram as perguntas e as pausas. Em alguns enunciados foram feitos

comentários entre parenteses como (**Com:**). Os comentários não fazem parte da transcrição dos dados, possuem a função de ajudar a compreender quando eram indicados os esquemas no quadro, como o V de Gowin e os desenhos dos exemplos. A seguir será apresentado o episódio completo da aula, com uma descrição e análise divididos em trechos, desenvolvidos com os alunos da Escola B, 3º Ano do Ensino Médio.

5.2.1 Episódio da Atividade 03: Descrição e análise, trecho 01, turnos T01 ao T12

O trecho 01, turnos T01 ao T12, a pesquisadora inicia a estória científica com a intenção de desenvolver o plano (tópicos do V de Gowin que facilitam aprender o que é um projeto) com os alunos da Escola B: 3º Ano do Ensino Médio. O ponto de partida da atividade no turno T1 mostra que a pesquisadora desenha o V de Gowin no quadro. Ela nomeia, numera e explica cada tópico, usando exemplos breves do significado de cada item. Depois formaram-se interações com o aluno Ao1G3. A pesquisadora fornece os feedbacks, **Textos 1 e 2**. Nesses textos observa-se que ela relaciona as idéias do aluno que apresenta dúvidas e depois segue o plano. Os textos são recomposições das idéias da estória científica (plano). Isso gerou interações com perguntas e feedbacks que ajudaram o desenvolvimento da aula e sinaliza compreensão dos alunos, conforme podem ser observados nos turnos T01 ao T06, a seguir:

T1: P Texto 1: Bom esse esquema aqui é chamado de V de Gowin isso é um V mesmo a letra V esse esquema foi criado pelo Gowin para ajudar as pessoas a elaborar qualquer projeto porque todos os projetos tem esses elementos aqui olha então o que é o 1 (?) para que serve o 1 então para montar qualquer projeto tem vários tópicos começando pelo ponto de partida que é problema então se eu quero resolver um problema eu preciso de teorias então é esse item aqui (apontou para o 2) são os estudos as teorias as leis os princípios as pesquisas são colocados aqui do lado esquerdo o item 2 (//) e agora eventos é o como fazer (?) se eu pergunto como purificar a água então é feito para responder as perguntas então como eu faço para eliminar a turbidez (?) então o como fazer o procedimento experimental vai fazer parte (//) agora metodologia conforme montar o experimento eu vou obter dados e os dados eu vou transformar em tabelas registros e ficam dessa lado aqui (aponto para o lado direito) e o que é asserção de conhecimento (?) é o que eu for obtendo das relações do procedimento são os resultados por exemplo o que são asserção de valor (?) vamos supor que voce tem uma hipótese sobre o seu problema asserção de valor é algo assim pessoal é o valor que voce passar a dar sobre as coisas e isso surge a medida que vocês fizerem os estudos então vocês concluem assim olha (**Com:** P apontou para o item 3) (**I**)

T2: Ao1G3: Bom sobre o método (..) eu vou conseguir uma água potável? (**I**).

T3: P: Pode ser ou não, daí você tem que ver se tem outro método ou analisar o erro. (**F**)

T4: P: Então vocês entenderam (?) o problema é o ponto de partida (**Texto 2**): Se vocês tem o problema, então vão buscar o método então você pensa: será que dá certo (?) então conforme você faz você vai relacionando com a teoria item 2 então o item 3 tem relação com o item 2 ou seja quando você for buscar o método você tem que pesquisar para saber como desenhar escolher o método (//) então você tem um problema mas você não tem o método o método surge com a pesquisa e os seus resultados também tem relação com 2 (**Com:** P apontou para o item 2) então você diria assim (//) que a água é inodora insípida incolor e outras propriedades então conforme você fizer o procedimento com a purificação (**Com:** P aponta o ítem 4) vai aparecendo o domínio metodológico o item 4 e os dados tratados vão te dar um resultado e esses resultados tem que ser

comparados que é no caso com o padrão de potabilidade da água (**Com:** O **Texto 2** é uma resposta a todos os alunos.

T5. Ao1G5: Onde está o padrão (?) (**I**)

T6. P: **Texto 3** No domínio conceitual (**Com:** P apontou para o item 2) sobre a água são os estudos conceitos as características da água são aquelas fontes de consulta que eu coloquei aqui para vocês (**Com:** P pegou a apostila com a tabela e mostrou para a sala) tem as características da água potável (//) é um conhecimento que já existe sobre o assunto então o problema (//) a água de Mariana não está adequada para o consumo então queremos resolver o problema simulado então eu venho no item 3 buscar e descrever os métodos usar os instrumentos equipamentos para resolver o problema mas eu tive que pesquisar para saber qual é o método que eu vou usar então depois que vocês fizerem cada item é o que vocês vão fazer no dia da apresentação e aí vocês vão ter os resultados aqui o item 4 (**Com:** P apontou para o item 4) seria importante elaborar uma asserção de valor (**F**) (**Com:** o **Texto 3** é uma resposta ao T5).

No turno T1, a pesquisadora inicia a estória científica com o **Texto 1**, de apresentação sobre o significado do V de Gowin. Explica e problematiza cada item. O turno T1 gerou a participação do aluno Ao1G3 no turno T2, que se estendeu até o turno T12. No turno T12 todos os alunos Als demonstraram interesse, pois conversavam entre si sobre o assunto. Foi observado que a problematização na introdução turno T1 gerou a participação do aluno Ao1G3, no turno T2. O aluno perguntou a pesquisadora se, ao fazer esse procedimento **Texto 1** conseguiria obter o resultado esperado. No turno T3, a pesquisadora responde mostrando ao aluno que ele deve pensar sobre a possibilidade de ocorrer e analisar erros. Considerando que todo enunciado é uma resposta ao que é dito no enunciado anterior(es) no turno T4, a pesquisadora utiliza a estratégia de retomar o que já foi dito no turno T1, introdução. Mas ela fez isso, de uma forma diferente. Ela elabora um feedback a todos os alunos selecionando e introduzindo o item que o aluno Ao1G3 teve dúvida, ou seja, o método e compõe o **Texto 2**. A pergunta feita pelo aluno no turno T2 foi muito importante, pois permitiu conectar duas questões centrais: o método ao problema, os quais possibilitaram encadear o raciocínio que a pesquisadora desenvolveu. O aluno Ao1G3 quer um método para resolver o problema dele. Na estratégia de recontextualização do **Texto 1** a pesquisadora projeta a dúvida que o aluno Ao1G3 expôs, como se fosse uma dúvida geral. Assim, a reconfiguração do **Texto 1** foi transformada em um feedback para todos os alunos compreenderem a dúvida e isso foi importante para fazer a mediação. No **Texto 2**, ao introduzir e relacionar a dúvida enunciada pelo aluno ela indica que o problema é o ponto de partida e o método surge a partir do problema. Em seguida, vincula o método ao domínio conceitual (item 2), reforçando que o método é construído pela pesquisa. A pesquisadora anuncia que, conforme se define o método e o realiza, encontram-se os resultados. E novamente é necessário relacionar o resultado com o item 2, domínio conceitual. Depois desse

enunciado, a pesquisadora insere como exemplo, algumas características da água e chama a atenção de todos os alunos para relacionarem o problema-método-resultados e conceitos que são indicadores para ver se a água purificou ou não. A inserção da água no turno T4 com as explicações do V de Gowin gerou a pergunta do aluno Ao1G5 no turno T5, ‘onde está o padrão?’ A pergunta gerou o turno T6, a qual recebeu o feedback que é o **Texto 3**. Esse texto mostra que a pesquisadora enfatiza a necessidade de pesquisar e estabelecer relações com a teoria. Além disso, reforça e indica as fontes de consulta que foram disponibilizadas aos alunos com as informações sobre água. Depois finaliza esse enunciado e faz relações com o experimento simulado, que é uma etapa do projeto que os grupos estavam estruturando na aula de planejamento. Em seguida, nos turnos T7 e T8 ela volta ao seu plano.

Nos turnos T1, T3, T4, T6, T7, T8 e T11, a pesquisadora introduz e desenvolve todos os tópicos do V de Gowin de forma interativa com a mesclagem do novo com os enunciados dos alunos e também retoma o seu plano com o exemplo 1, sobre as diferenças entre as células nos turnos T7 e T8. Foi observado que na condução do trecho 01, o foco da história científica inicia com o plano da pesquisadora mas, conforme ocorre a interação com alunos o seu plano era reconfigurado para as dúvidas dos alunos criando dois textos novos. Depois, a pesquisadora retoma o controle do processo e continua a desenvolver o plano com o exemplo 1, até que no turno T9, ela faz uma pergunta. O turno T9, gerou a pergunta do aluno Ao1G3 no turno T10 que queria um procedimento para resolver o seu problema. Essa dúvida recebe o feedback da pesquisadora no T11, com a elaboração do **Texto 4**. Nesse texto, a pesquisadora conecta a dúvida do aluno e chama a atenção para o aluno relacionar problema, procedimentos e conceitos. Os turnos T10 e T11, gerou uma discussão de todos os alunos da sala que conversavam entre si sobre o assunto, conforme podem ser observados nos turnos T7 ao T11, a seguir:

T7. P: Então vamos ver o exemplo da célula peguem o exemplo da célula isso é um exemplo então vamos supor que o problema de vocês seja célula diferenças entre a forma e a estrutura depois nós vamos ver o nosso tema (**Com:** P escreveu no quadro todos os itens do exemplo e foi apontando para o tema) então qual é a questão a pergunta (?) (//) quais são as diferenças entre a forma e estrutura das células A, B, C. se eu não sei...então isso é um problema

T8. P: Quais são as diferenças (?) então eu vou em 3 eventos então eu preciso do microscópio das lâminas das células vegetais e animais vou observar e comparar se eu quero saber se as células A, B, C tem formas e estruturas diferentes eu tenho que ter o meio de saber isso então isso são os eventos (o item 3)

T9. P: Todos entenderam o que é evento (?) (**I**) (**Com:** P apontou para o item 3)

T10. Ao1G3: Professora como a gente vai fazer um trabalho e elaborar um procedimento para a água (?) Como fazer um modelo para a água (?) (**I**)

T11. P: **Texto 4** analisando o seu problema (//) a partir de conhecimentos científicos sobre a água fórmula a água como solvente universal disponibilidade da água propriedades físicas então

quando você diz por que a água é um solvente universal (?) **tudo tem relação com os conceitos** por causa da estrutura dela e dos outros componentes tudo o que se relaciona com a água estão aqui em item 2 então quando vocês forem fazer um experimento sobre **a turbidez vocês tem que responder por que você consegue purificar (?)** O que é uma água turva né a questão das partículas por que separa (//) tudo isso aí tem que ver **(F)** **(Com: O Texto 4 é uma resposta ao T10).**

T12. Als: R (Com: todos os alunos ficam conversando entre si sobre o assunto)

A intervenção da pesquisadora no turno T6, tem relação com uma das questões discutidas por (HODSON, 1988) sobre o papel do professor, ou seja, qual é o papel dos experimentos como um método de ensino? O autor explica que estas funções têm relação com o plano/ação do professor para promover a aprendizagem de conceitos. E também para a compreensão mais profunda da natureza do experimento. Uma resposta possível para a questão formulada por Hodson pode ser: cabe ao professor o papel de mediador. No referencial de (MORTIMER e SCOTT, 2002) isso significa negociar os sentidos sobre o que está sendo discutido (a estória científica). Isso ajuda a(o) aluna(o) a exercitar algumas características que os cientistas fazem tais como: discutir, observar, analisar os erros, identificar as variáveis que interferem no processo, comparar, como tratar os dados, argumentar e refazer. Ou seja, isso vai ajudar o aluno a passar de uma observação sensorial para buscar os elementos, os modelos, as representações para explicar o que ele observa. É o caminho para fazer abstrações, a partir das diferentes vozes, conforme explica (MACHADO, 2004). Isso representa também uma comunidade de aprendizagem (ALEIXANDRE, 2003). Ou seja, como diz o HODSON (1988): “aprender ciências fazendo ciências”. O autor destaca que (..) “o experimento não é uma mera observação. [...] são eventos projetados e estritamente controlados” conforme as questões no Quadro 7

Quadro 7: Questões didáticas, fruto de experimentos significativos, (HODSON, 1988):

a) O método científico é mais poderoso e efetivo quando é capaz de manipular os eventos (..) pois ele é capaz de obter informações consideravelmente mais detalhadas e precisas do que as que se originam de observações passivas. b) A ciência orientada por experimentos não é o único tipo de ciência. Essa afirmação busca que atentemos para reconhecer que um experimento é poderoso mas, não são suficiente para fornecer conhecimentos teóricos, nem tampouco são necessários. A ciência mostra campos, como por exemplo, a cosmologia, a geologia que lidam com eventos remotos e inacessíveis no tempo e no espaço e fazem pouco ou nenhum experimento. Pode-se confirmar ou refutar muitas conjecturas por meio de observações não projetadas: exemplo meteorologia. c) O poder que resulta do controle estrito é também, a mais importante fraqueza do método experimental, e uma armadilha em potencial para os desavisados. Não existem experimentos independentes de teorias, uma vez que os experimentos são conduzidos dentro de uma matriz teórica particular, a qual governa a percepção dos cientistas acerca do problema, determina o projeto experimental, influencia a interpretação dos resultados e assim por diante. As teorias determinam quais experimentos são considerados legítimos e como eles devem ser conduzidos. Por exemplo, ao reunir dados para testar uma hipótese, a forma da hipótese, a natureza e o método da reunião de dados são ditadas pela própria teoria que está sendo testada.

Nos turnos T01 a T12 ocorreu a formação de uma cadeia aberta com padrões com um formato que foge a da tríade I-R-A, que geralmente está associado a assunto de revisão de aulas que o aluno já conhece e formula as respostas certas, que recebem a avaliação final do professor. Os tipos de padrões formados são: I-R-I-I-R-I-I-R-R... de cadeia aberta. Não se observa avaliação porque várias vezes os alunos faziam perguntas, os quais receberam feedback da pesquisadora. Esses padrões são complexos, pois mostram que os alunos fizeram várias perguntas a pesquisadora. Conforme explicam (MORTIMER e SCOTT, 2002) esse tipo de formato de cadeia sem avaliação no final é característico de uma abordagem comunicativa interativa e dialógica. Foi observado que embora o assunto da aula fosse desconhecido aos alunos, o que provoca a interação é a ocorrência de variação de turnos. A dialogia é constituída quando no processo existe mais de um horizonte conceitual, ou seja independe de estar ocorrendo de forma interativa ou de forma solitária. Entendeu-se que, a medida que os textos utilizados como estratégias para desenvolver a estória científica foram recontextualizados com a inclusão de palavras e as dúvidas dos alunos Ao1G3 e Ao1G5, isso provocou o interesse de todos os alunos e gerou os feedbacks, **Textos 2, 3 e 4**, os quais são textos elaborativos que a pesquisadora forneceu aos alunos para dar significado as dúvidas e resultaram em diálogos. Portanto, no trecho 01, turnos T01 ao T12 com os alunos da Escola B: 3º Ano, ao desenvolver a estória científica, no processo de significação na aula de Química, mais de uma voz ou horizonte conceitual foi considerado e o discurso é explicado pela abordagem comunicativa interativa/dialógica.

5.2.2 Episódio da Atividade 03: Descrição e análise, trecho 02, turnos T13 ao T29

A pesquisadora continua a desenvolver a estória científica e no turno T13. Ela pergunta novamente, se os alunos estavam entendendo e anuncia que ia retomar o exemplo 1, sobre a célula. Antes de começar a explicar, no turno T15, o aluno Ao1G3 solicita sua atenção para conferir se ele estava entendendo o assunto. As idéias que o aluno Ao1G3 apresenta mostram as relações entre o item problema e os passos para resolução e uma previsão. No turno T16, a pesquisadora confirma que o aluno estava compreendendo. Para isso, ela reúne as idéias do aluno Ao1G3 apresenta e relaciona com os itens do V de Gowin enfatizando que o problema leva ao método. O turno T16 produz a continuação a fala do aluno Ao1G3 no turno T17 que completa os itens que faltavam em sua proposta no T15. Ele estava checando se o seu entendimento estava

prosperando. No turno T18, a pesquisadora inicialmente confirma a fala do aluno Ao1G3 do turno T17 e depois acrescenta ao aluno Ao1G3 que ele teria que explicar como relacionou e compreendeu o estudo. Após, no turno T19, a pesquisadora estendeu a pergunta a todos os alunos para ver se eles estavam acompanhando a discussão. Mas, recebeu a confirmação apenas do aluno Ao1G3, no turno T20. No turno T21, a pesquisadora propõe uma nova pergunta ao aluno Ao1G3. Mas, antes ela retoma os itens do V de Gowin, relaciona com a fala dos alunos dos turnos T15 e T17, reúne os aspectos que ele propôs e introduz perguntas para saber se o aluno consegue elaborar o problema que ele queira investigar. Essa fala gerou a confirmação do aluno Ao1G3, no turno T22, conforme podem ser observados nos turnos T01 ao T22, a seguir:

T13. P: Vocês entenderam? (I)

T14. P: Então agora vamos continuar e apenas sintetizar o exemplo da célula peguem o exemplo da célula olha então nesse problema eu preciso relacionar a um método para resolver mas isso é um exemplo

T15. Ao1G3: Professora seria então assim: eu tenho que formular uma pergunta. Então eu vou montar um esquema para eu responder como a água era antes e ver se elas contem as características da água purificada? (I)

T16. P: Sim. (R) se você formular uma pergunta item 1 você vai ter que buscar os meios para resolver a sua pergunta o seu problema

T17. Ao1G3: Então, tenho que mostrar os materiais que usei para chegar naquele resultado? (I)

T18. P: Sim, você tem que descrever os materiais, os procedimentos, os passos, e como você relacionou e compreendeu. Tudo. (R)

T19. P: Entenderam (?) (I)

T20. (Ao1 G3): Sim (R)

T21. P: Então conforme você definir o seu método (/) se você tem um problema como o problema da água contaminada o que você quer (?) Resolver o que?(I)

T22. Ao1G3: Eu quero descontaminar eu quero ela pura. (R)

Visto que no T13 a pesquisadora tinha intenção de retomar e finalizar o exemplo da célula, e tendo em vista que a maior parte dos alunos não se manifestaram a pesquisadora compôs o **Texto 5**, no turno T23 para ajudar a todos os alunos compreenderem ou mostrarem as suas dúvidas. Nesse turno, ela retoma o exemplo 1, célula e relaciona com o a discussão da água, proposto pelo aluno Ao1G3 e discutidos nos turnos T15 ao T22. Depois a pesquisadora retoma, reexplica e aponta no quadro, a relação entre os dados, resultados, os conceitos e o método com a resolução de problemas estabelecendo uma relação da água pura e contaminada. Após, levanta uma questão e solicita a confirmação dos alunos para saber se eles consideram que a teoria está ou não relacionada ao problema, aos eventos e métodos. Foi observado que nos turnos T25 e T26, todos os alunos confirmaram que existe relação entre teoria, problema e o método, conforme podem ser observados nos turnos T23 ao T26, a seguir:

T23. P: (Texto 5) então coloca os resultados aqui do lado direito aí eu chego aos resultados (**Com:** a pesquisadora dirige-se ao quadro e aponta o item 4 para a metodologia) e conforme vocês realizarem os experimentos vocês terão os registros do que vocês forem observando então vocês vão fazer tabelas como o caso aqui vocês vão fazer tabelas comparativas sobre as células A B C então eu realizei os experimentos eu observei elas no microscópio e eu obtive dados e os dados vão me mostrar se elas são iguais ou diferentes eu olho (**Com:** indicou o item 2 lado esquerdo conceitos) a teoria que tem os desenhos, os modelos, os tipos de células e eu usei o microscópio, esse instrumento que vai ajudar a entender como elas são (..) comparado com os modelos eu tenho que registrar para não esquecer aí eu relaciono com a teoria e faço uma descrição sobre o processo, analiso os dados obtidos

T24. P: Então gente não é isso (?) (**I**) Para que servem os conceitos (?) se eu to falando sobre a água (//) sobre uma água contaminada e eu quero uma água pura para eu saber se ela está ou não própria para o consumo eu não tenho que ver na teoria (?) (**I**)

T25. Ao1G3: É isso (**R**)

T26. Als: É isso (**R**)

No turno T27, a pesquisadora continua reunindo os itens do V de Gowin acrescentando que a obtenção dos dados gera os resultados. Depois faz novas questões para mostrar que os resultados respondem ao experimento que surge de um problema. Depois, aponta para o item 1, desenhado no quadro. Nesse turno, após o término desse trecho, a pesquisadora pergunta se a explicação esclareceu o assunto. O aluno Ao1G3, confirma o seu entendimento no T28. A pesquisadora prossegue a sua fala no turno T29 e encaminha todos os alunos a se organizarem para desenvolver os projetos em grupo, conforme foram observados nos turnos T27 ao T29, a seguir:

T27. P: Então conforme eu obtive os dados (3) gerou os resultados (4) de que (?) Do experimento que você fez para responder 1 sobre o seu problema a sua questão sobre o tema Ficou claro (?) (**I**)

T28. Als: Sim. (**R**)

T29. P: Então, vamos ver se ficou claro vamos fazer o projeto de vocês agora então todos vão fazer o projeto então alunos agora é para fazer o esboço do projeto então nos fizemos o exemplo e agora vocês vão fazer o projeto de vocês

O trecho 02, turnos T13 ao T29, do episódio do Planejamento com os alunos da Escola B, 3º Ano do Ensino Médio evidencia que o desenvolvimento da história científica com a intenção de ajudar os alunos compreender o V de Gowin e criar o seu próprio projeto sobre a contaminação da água foi desenvolvido de forma interativa com a formação com padrões do tipo: I-R-I-R-I-R-I-R-R.. cadeia aberta. A análise dessa cadeia aberta na dimensão do contínuo dialógico de autoridade tende para a dialogia, conforme explica (MORTIMER e SCOTT, 2002). O trecho foi desenvolvido com a retomada de vários turnos vistos. Nessa revisão, dialogaram o conteúdo do plano com as idéias e dúvidas do aluno Ao1G3 em um processo interativo, ou seja, o plano sofreu alteração. Esse movimento aos poucos foi se definindo e mostra que o aluno formula a sua proposta, e solicita apoio para ver se estava compreendendo. No movimento

interativo entre as enunciações, o aluno Ao1G3 alterava a sequência da estória científica, propondo idéias e perguntas que foram consideradas e inseridas no plano da pesquisadora. Dessa forma, pode ser observado a transformação da fala do aluno e do texto da pesquisadora de formas diversas, a saber: a pesquisadora anuncia, o aluno pergunta e propõe, a pesquisadora muda a sequência e recontextualiza o plano, recebe a confirmação inicial do aluno Ao1G3, a pesquisadora reforça e questiona e recebe a confirmação de todos os alunos. Nesse trecho, a pesquisadora retoma e conclui o assunto célula, mostrando todos os itens do V de Gowin. As interrupções no desenvolvimento da estória científica feito pelo aluno Ao1G3, levou ao redimensionamento do plano com os tópicos que o aluno queria compreender. Portanto, isso evidencia que no processo aluno (s) buscam compreender e essas ações provocam a remodelagem do plano, que aumentam a possibilidade de esclarecimento de suas dúvidas, visto que elas são relacionadas a outras formas de compreender enunciadas pela pesquisadora. O trecho 02, mostra que a abordagem recontextualizada do exemplo 1 sobre células desloca-se para atender as dúvidas que partiu do aluno Ao1G3 e contribuiu para o avanço de todos os alunos, com os feedbacks observados no **Texto 5**. Nos turnos T13 ao T29, as estratégias têm a função de: introduzir termos novos, reexplicar os itens do V de Gowin em um contexto novo e mostrar a relação e os significados dos itens. No turno T29, a pesquisadora finaliza o primeiro momento e encaminha para a realização dos projetos pelos alunos. Portanto, foi evidenciado no Trecho 02, turnos T13 ao T29, um movimento de tensão entre atender e inserir a dúvida do aluno e seguir o plano definido. A abordagem comunicativa mostra uma tendência para a autoridade.

5.2.3 Episódio da Atividade 03: Descrição e análise, trecho 03, turnos T30 ao T45

2º Momento: Pausa: Nessa fase, os alunos se reúnem em grupos e discutem sobre o projeto deles, sobre como purificar a água, no caso fazendo referência a contaminação pela lama. No turno T31 ao T33 ocorre a discussão sobre aspectos dos procedimentos e também a apresentação de uma proposta de um dos grupos que queriam simular as etapas de uma ETA. Dessa forma, os alunos continuaram a discussão sobre o problema da água, métodos, tentando esboçar o projeto a partir da idéia sobre Mariana. Essa discussão ocorreu num tempo de vinte minutos. Apenas um grupo definiu por escrito o projeto, mas outros grupos expressaram suas decisões e a pesquisadora incentivou os alunos a fazerem um delineamento simples e depois melhorar. No turno T30, o aluno

Ao1G5 pergunta que tipo de água seria usado no experimento. Isso gerou o turno T31, em que a pesquisadora disse que o experimento deles é uma simulação para purificar a água turva que eles iam preparar no dia do experimento (Atividade 05), conforme podem ser observados nos turnos T31 ao T33, a seguir:

T30. Ao1G5 Professora eu queria saber que tipo de água eu vou usar no meu experimento(?) (I)

T31. P: Bom o experimento é uma simulação que pode usar do rio ou mesmo fazer uma mistura com terra (R)

T32. Ao1G5: posso fazer assim passo a passo usando tipo numa ETA (?) (I)

T33. P: Sim pode

Após a elaboração do esboço do projeto pelos alunos da Escola B, 3º Ano do Ensino Médio, no Trecho 03, turnos T34 e T35, a pesquisadora anuncia o segundo exemplo, para desenvolver a estória científica e compõe o **Texto 6**, como estratégia para discutir sobre o problema da falta de água potável. O desenvolvimento da estória científica ocorre com a problematização sobre o tema mostrando que vários países têm pouco acesso a água potável e investem em processos de produção e pesquisas para solucionar esse problema. A pesquisadora escreve no quadro, cada elemento da explicação relacionado ao V do Gowin, como: o tema, o problema, o método e a teoria e aponta cada aspecto que escreve. Para isso, foram propostos dois métodos Figuras 5 e 6 a saber: osmose reversa e destilação com uso de teto solar, respectivamente. A pesquisadora desenha as Figuras 5 e 6 e explica como funciona os processos de obtenção de água potável. No final, problematiza sobre a importância de analisar vários fatores para se tomar decisão para solucionar os problemas. A explicação do exemplo gerou os turnos T34 e T35, conforme podem ser observados, a seguir:

T34. P: (Texto 6): Bom então vamos fazer outro exemplo para ajudar a clarear mais o projeto (//) vou usar a água do mar (//) não é o problema de vocês (//) o problema vai ser Água do mar tem solução (?) então o problema é o que se pode fazer numa região que tem pouca água potável (?) o que vocês fariam então como por exemplo em Israel a beira mar o que se pode fazer vocês sabiam que existem regiões lá no norte da África que a falta de água potável é tal que as pessoas sobrevivem com menos de 10 litros de água ao dia (?) então você precisa pesquisar para resolver o problema e o problema pode ser expresso em (//) como purificar a água do mar (?) olha o tema que eu coloquei água do mar tem solução (?) aí você vai fazer a pesquisa e encontra dois métodos o da osmose reversa e o da destilação (//) então você pesquisa para compreender como é o método (**Com:** foi desenhado outro V de Gowin vazio e feito a problematização do tema e o preenchimento dos itens: tema, problema e eventos)

(R) T35. P: (Texto 6, continua): então a partir do problema do exemplo então eu vou descrever o que é osmose e depois o que é osmose reversa e depois descrever como é o método da destilação aí eu quero ver qual método é eficaz e também a relação de custo envolvido e outras condições que possam ter (//) então eu preciso ver aqui na teoria (**Com:** indicou lado esquerdo item 2) coloco o que é osmose reversa o que é destilação aí tem relação com água (//) você tem que ver as características da água então os estados físicos da água fórmula da água misturas a estrutura as reações que ocorrem na água então tudo isso aí faz parte da teoria então você vai buscar um método (//) no caso você quer retirar o sal da água (//) então vamos inicialmente ver como ocorre a osmose espontânea (//) aqui nós temos esse sistema de um lado nós temos a água

pura e de outro a água do mar ou salmoura separada por uma membrana semi permeável que pode ser papel celofane (//) você vai ver que com o tempo a água que é o solvente atravessa a membrana para a solução mais concentrada pelo aumento de volume e isso vai tornar a água do mar mais diluída então sempre ocorre assim o processo ocorre e gera uma pressão que faz cessar a migração das partículas da água que é o solvente e essa pressão é chamada de pressão osmótica (//) o papel celofane ou outra membrana deixa passar o solvente porque as partículas do solvente são bem menores que as partículas que estão dissolvidas no água do mar pois elas estão solvatadas ligadas com a água e não atravessam (//) mas é isso o que nós queremos (?) Bom nesse caso não é (//) nós queremos o processo inverso então para ocorrer o inverso ou seja a água da solução concentrada migrar para o solvente ou solução mais diluída você vai precisar fornecer uma pressão maior que a pressão osmótica existente pois esse processo não é espontâneo (//) então para fornecer essa pressão requer muito gasto de energia e também muito investimento pois devido a alta pressão as membranas se rompem então os países que usam a osmose reversa precisam investir muito (//) tanto para produzir essas membranas mais resistentes como o gasto com energia para fornecer uma elevada pressão mas nos países do Golfo Pérsico é comum essa tecnologia mas então agora vamos ver o outro processo que é o destilação com placa solar (//) esse sistema funciona com a produção de tanques esses tanques são cobertos pelas placas solares e tem esse formato inclinado (//) para esse sistema funcionar é necessário captar a água do mar que recebe a luz solar depois ocorre a evaporação da água que condensa sobre as placas e escoam para esse outro tanque conforme vocês vêem nessa figura da apostila vejam olha aqui (//) aí pergunto será que dá para usar os dois processos em qualquer situação (?) os dois processos são eficientes para produção da água potável (?) aí você vai ver que sim (//) mas tem outras questões (//) se o processo da osmose reversa é muito caro pois tem um alto gasto de energia e membranas então muitos países não teriam condições econômicas para usar esse sistema mas então o outro sistema é bem mais acessível em termos econômicos mas aí você vai depender do fator ambiental então não seria viável para certas regiões do mundo então você percebe que para resolver o problema tem que ver esses fatores então desse lado eu coloco (**Com:** lado esquerdo item 2 conceitos) a osmose (//) a osmose reversa e a destilação e desse lado os conceitos sobre água o suficiente para compreender o método como fazer a relação custo x benefício etc. nesse caso você está buscando um método para o problema retirar o sal da água então vocês perceberam nos partimos do problema buscamos os métodos para solucionar nós vimos que o método tem relação com os conceitos e para resolver você tem que ver esses fatores para você resolver o seu problema ok

(**Com:** Os itens do V de Gowin foram desenhados no quadro e os itens 1 e 3 foram completado depois foi feito os desenhos dos processos de purificação. No quadro, desenhou-se os dois processos osmose e osmose reversa e a destilação usando o esquema de (Toma 2015, p.37). Esses esquemas estavam na apostila entregues aos grupos. As discussões do V de Gowin seguiram o problema, método, teoria, tema no esquema colocado no quadro)

Figura 5 Osmose e Osmose Reversa e a Figura 6: Destilador da água do mar a partir de Teto solar, extraído de (TOMA, 2015, p. 36 e 37) e Figura 7: V de Gowin

Figura 1 - O "V" epistemológico de Gowin mostrando os elementos conceituais e metodológicos que interagem na pesquisa (adaptado de Gowin, 1981).

Após a explicação do exemplo 2, a pesquisadora questiona todos alunos no turno T36, para ver se o exemplo 2, facilitou a compreensão deles, sobre como resolver um problema a partir de um projeto. Isso gerou o turno T37 com a confirmação do aluno Ao1G3. Em seguida, no turno T38, a pesquisadora lembra os alunos que o projeto deles não é sobre a água do mar. No turno T39, o aluno Ao1G3 sinaliza que ele queria uma confirmação e pergunta se o projeto tem parte prática. Esse turno gerou a confirmação da pesquisadora no turno T40. No turno T41, o aluno Ao1G3 retoma as idéias do **Texto 6**, turno T35 e faz uma pergunta que causa surpresa a pesquisadora. A pergunta dele oferecia uma alternativa coerente de solução para o problema da falta de água potável, no problema do exemplo 2. Foi interessante a enunciado do aluno Ao1G3, pois gerou o feedback da pesquisadora no turno T42. Esse feedback permite retomar e reforçar uma idéia essencial explicada no turno T35, sobre a questão que toda solução comporta alternativas e a escolha depende da análise de fatores diversos e que nesse caso, têm referência com o econômico e o ambiental. Esse turno leva a reflexão e entendimento do aluno Ao1G3 no turno T43 e a confirmação da pesquisadora no turno T44, conforme podem ser observados nos turnos T36 ao T44, a seguir:

T36. P: Gente, deu para clarear com esse exemplo (?) (I)

T37. Ao1G3, (Ao1 G5): Deu (R)

T38. P: Só que o projeto de vocês não é sobre água do mar tá (?) (I)

T39. Ao1G3: Então no projeto precisa ter a parte prática (?) (I)

T40. P: Precisa sim (R)

T41. Ao1G3: Mas se esquentar a água não funciona (?) (I)

T42. P: Funciona mas aí você vai gastar energia e aí vai compensar (?) (F).

T43. Ao1 G3: Ah... Então também tem que ver isso (I)

T44. P: Sim tem que ver o custo/benefício (R)

No Trecho 03, turnos T30 ao T44, a pesquisadora desenvolve a estória científica com a intenção de reforçar as idéias e relações que a ferramenta de apoio do V de Gowin oferece para compreender e compor um projeto, pois nessa fase, os alunos já tinham discutido e esboçado o projeto deles. Dessa forma, o trecho inicia com uma finalização do assunto de forma interativa nos turnos T31 ao T33. Depois, a pesquisadora dá sequência ao desenvolvimento da estória científica apresentando algo novo para os alunos, seguindo a intenção da estória científica (plano). Para isso, como estratégia ela retoma o **Texto 6**, referente ao exemplo 2, a respeito do problema da falta de água potável. O exemplo 2 inicia com a problematização. Note que, embora a enunciação dos turnos T34 e T35 sejam longas, a pesquisadora insere os alunos como se eles fossem resolver o problema. Na sequência, começa a explicar os itens iniciais, tema, problema, método, etc. Depois, explica o assunto e completa a discussão

relacionando com a teoria. Depois ela chama a atenção para que os alunos percebessem que os dois métodos do exemplo 2 são eficientes. Mas, enfatiza que as decisões que as pessoas tomam são influenciadas por vários fatores e na vida o fator econômico se destaca. Mas, ao mesmo tempo, esse exemplo permite analisar que vários fatores são determinantes na escolha de um método e nesse caso, o uso dos métodos de purificação da água do mar exige avaliar: a localização, questão ambiental e o fator econômico. Com o término do **Texto 6**, associados aos desenhos sobre o método para solucionar o problema surgiram interações. Ocorreu a articulação e interação com aluno Ao1G3 que elabora uma argumentação criativa e apresenta uma solução muito lógica e correta para o problema da purificação da água do mar. Isso leva a pesquisadora retomar a idéia do exemplo 2, para explicar e chamar a atenção do aluno sobre as coisas essenciais. Nesse caso, as coisas essenciais vinculam a proposta coerente de solução do problema formulada pelo aluno Ao1G3, com aspectos que influem nas decisões que envolvem problemas CTS. Assim, o exemplo 2 sobre o problema da falta de água potável em certas regiões do planeta possibilitou mostrar que, de um lado temos a Ciência e a Tecnologia e de outro fatores ambientais (localização, e disponibilização de água do mar) e o fator econômico, os quais têm relação com o uso racional de energia, água e matéria prima conforme discutem MATEUS, MACHADO e BRASILEIRO (2009) e todos esses são importantes e certamente influenciam na tomada de decisões da maior parte das pessoas. O desenvolvimento desse conteúdo possibilita refletir que existem diferentes fatores que tornam a água inacessível ao ser humano e mesmo no Brasil, que é um país que possui 12% da água doce do planeta, 40% da população não dispõe de água encanada. Além disso, a conexão do tema água foi familiar a vida dos alunos das Escolas A e B, que enfatizaram que enfrentam a escassez de água em seus bairros, em boa parte do ano. Tal aspecto contribuiu para aumentar o interesse dos alunos na realização do projeto. No trecho 03, desenvolvido com os alunos da Escola B, 3º Ano, ficou evidente que a pesquisadora não perdeu de vista o plano. No final do **Texto 6**, a pergunta da pesquisadora produz a participação do aluno Ao1G3 e nesse trecho ocorre a discussão que deu origem ao esboço do projeto. No trecho 03, turnos T30 ao T45 forma-se a cadeia aberta expressa pelos padrões I-R-I-R-I-R-I-I-R-I-F-R-R... ou seja, sem avaliação no final, as quais analisadas pela linha do contínuo que caracteriza a dimensão dialógico de autoridade representa uma abordagem comunicativa interativa/dialógica segundo (MORTIMER e SCOTT, 2002).

5.2.4 Episódio da Atividade 03: Descrição e análise, trecho 04: turnos T45 ao T56

O trecho 04, turnos T45 ao T56 mostra a finalização desse episódio com a confirmação dos alunos de compreensão do assunto. A pesquisadora retoma o **Texto 6** e articula com o projeto dos alunos para delimitar o projeto. Para isso, ela compõe o **Texto 7** e faz uma adaptação de fluxograma com mapa conceitual. Este reúne idéias necessárias para conectar o exemplo 2, com algumas coisas novas. O mapa foi colocado no quadro numerado e explicado (Figura 8), com a sequência marcada conforme os enunciados dos turnos T45 ao T48, a seguir:

T45. P: Texto 7: Então gente agora é importante fazer um mapa conceitual porque isso tem a ver com o que já falamos (//) voce faz um projeto resolve um problema mostrou o seu método a gente viu isso mas voce tem que explicar por que ocorre as coisas então para isso a gente vai retomar e chegar no ponto que voces precisam pensar para fazer o projeto (.) então eu vou usar um mapa conceitual e aí vamos completar o que já vimos e vai ajudar a dar uma direção para vocês porque não dá para pesquisar sobre todos os assuntos precisam afunilar o projeto para um caminho (//) aqui olha isso é um exemplo mas tem várias formas de fazer e explicar então eu numerei para vocês acompanharem ok (//) vejam o desenho é um esquema associado com mapa conceitual começando pela distribuição da água no planeta (1) e depois falando sobre o exemplo 2 vamos começar mostrando a distribuição de água no planeta (1) então nós temos 70% da superfície do planeta é ocupado pela água e aí vocês veem que a maior parte 97,5 % forma os mares e oceanos (2) do restante de 2,5% é formado de água doce (3) que se dividem em cerca de 68,9% formam as geleiras 29,9% as águas subterrâneas 0,3 % forma os rios e lagos que se distribuem 70% na agricultura 20% nas indústrias e apenas 10% para o consumo humano (4) ou seja a água doce disponível ao ser humano é de 0,03% (//) bom então no exemplo dois nós vimos que tem países que tem pouca água potável e a água do mar não é própria ao consumo (provoca diarreia) observem (5) que enquanto a água do mar possui 35 g de sal dissolvido na água doce temos menos que 5 grama por litro (3) então isso é o que difere a água do mar da água doce (?) (5) mas então seguindo aqui como vimos no exemplo tem países que fizeram esse sistema para purificar a água do mar com o método da osmose reversa ou com o sistema de destilação com teto solar (6) e aí se obtém a água própria para o consumo (07) (//) partindo daqui (8) vamos ver que a maior parte dos materiais que existem na natureza são formados por uma mistura de substâncias (8) então observe aqui que os materiais se classificam em homogêneos (9) e heterogêneos (10) e vemos aqui que a solução também é homogênea (11) olha observando aqui o quadro (15) o material homogêneo e a solução tem essas características comuns ou seja são formados por íons ou moléculas pequenas menor que 1 nanômetro ou seja 1 trilhão de vezes menor que o metro e possuem uma composição homogênea forma apenas uma fase não pode ser visto no microscópio e não pode ser separado por filtração (//) mas o que diferencia um material homogêneo da solução (?) é o limite de solubilidade ou seja a quantidade de soluto ou de materiais que voce dissolve no solvente então por exemplo o limite de solubilidade do sal de cozinha na água é de 36 g em 100 ml, um décimo de litro então esse é o limite de dissolução para esse composto enquanto na mistura homogênea não tem limite como a água com o álcool e o ar (//) agora falando dos materiais heterogêneos (10) são aqueles formados por aglomerados de macromoléculas cujo tamanho é maior que 1000 nanômetros eles formam fases são visíveis a olho nu e se sedimentam na água (10) (//) quanto aos colóides (11) também são materiais não homogêneos são formados por macromoléculas com tamanho entre 1 a 1000 nanômetros (12) ou seja, mil vezes maior que a mistura homogênea e pelo menos mil vezes menor que a mistura heterogênea esses materiais em

contato com a água ficam em suspensão não se sedimentam podem ser separados por filtração e são visíveis ao microscópio então nos falamos que a água disponível para o consumo humano é de 0,03% e 20% é utilizada pela indústria que geralmente não possuem um sistema de tratamento como vimos no caso de Mariana (17) (//) então no acidente ocorreu a contaminação da água com a lama (18) e a suspeita de metais tóxicos (19) então no exemplo 2 a gente viu que a purificação da água do mar com esses dois métodos permite obter água pura

T45. P: então gente eu coloquei o mapa conceitual da água salgada para vocês compreenderem o caminho da purificação mas esse é o caminho de vocês (?) (**I**)

T46. Als Não (R)

T47. P: Alunos entenderam o caminho (?) (**I**)

T48. Als: Entendemos (**R**)

T49. P: Então e o caso de Mariana deu para entender (?) (**I**)

Trecho 04: Análise dos turnos T45 ao T57

No trecho 04, turnos T45 ao T56 mostra que no fechamento da Atividade 03, a pesquisadora desenvolve a estória científica falando sobre a distribuição e a composição da água no planeta. Depois, retoma o exemplo 2. Ao fazer a revisão ela estabelece uma comparação entre a água potável e a água do mar destacando algumas características quanto a solubilidade de sais dissolvidos. Em seguida, retoma o problema do exemplo 2 mostrando rapidamente o problema e a solução. No final, mostra como a água potável é usada e relaciona com o acidente de Mariana. Para fechar o assunto encaminha perguntas aos alunos, para saber se eles compreenderam. A medida que ela encaminha para o preenchimento dos tópicos do projeto, surge a idéia da hipótese e isso gera a interação entre a pesquisadora e o aluno Ao1G5, nos turnos T50 ao T53, conforme podem ser observados nos turnos T50 ao T56, a seguir:

T50. P: Então agora para finalizar **vamos organizar os tópicos do projeto** para isso vamos usar como modelo o índice de Hernandez e Ventura (1998) que vocês receberam então eu vou colocar os tópicos no quadro e vocês tem que definir isso para o projeto 1 **TEMA** é o nome do projeto 2 **PROBLEMA** é a questão central sempre em forma de perguntas 3 **OBJETIVOS** pode ser aprender sobre a água etc. 4 **Hipótese**

T51. P: Olha seria interessante colocar a hipótese (**I**)

T52. (Ao1 G5): Hipótese de que (?) (**I**)

T53. P: A hipótese é (//) vamos supor que a hipótese é aquilo que você acha que é a resposta do seu problema é uma afirmação você não sabe se vai dar certo ou não como você falou no caso do grupo vou fazer uma coleta lá no rio e vou fazer em etapas o método para ver se dá certo se é mais eficaz bom você já pesquisou leu sobre o método mas você quer introduzir algo diferente então nesse caso você propôs uma hipótese que você não sabe se vai dar certo então o que você disse a sua hipótese pode ser assim a purificação da água utilizando o método X é mais eficaz por etapas do que por uma única etapa (**R**)

T54. P: Entendeu (?) (**I**)

T55. (Ao1G5): Sim então vamos fazer (**R**)

T56. P: Então (//) mas para você saber qual é o melhor método nesse caso precisa fazer duas vezes por caminhos diferentes então a hipótese é aquilo que você propõe que vai dar certo mas você não sabe e aí você vê que são as hipóteses que guiam o método aí você faz os experimentos e (//) e por exemplo vê que a sua hipótese não foi confirmada mas você realizou o projeto isso não invalidou o seu projeto mas você vê

que aquelas crenças não estavam corretas ou seja ao avaliar as evidências que você obteve da sua observação não resolveram o seu problema a hipótese também surge da pesquisa principalmente quando é do cientista pois ele tem um problema e ele sempre vai precisar propor algo diferente do que já foi feito para resolver o problema senão é replicação do que já foi feito

No trecho 04, T45 ao T56 a pesquisadora conclui a estória científica para promover a aprendizagem e a composição de um projeto próprio dos alunos, usando como ferramenta de apoio o V epistemológico de Gowin e dois exemplos como os conteúdos de ensino e um mapa conceitual para o fechamento da aula. Foi observado que a pesquisadora retoma as idéias do exemplo 2, nos turnos T36 ao T40, para discutir os conteúdos com o uso da ferramenta de mapa conceitual sobre as águas do planeta terra, as quais contribuíram para ajudar os alunos a compreenderem a importância de relacionar o problema com o uso de conceitos. No T51, a pesquisadora encaminha para a conclusão. Ela retoma o exemplo dos alunos, e organiza em tópicos o projeto com um modelo de índice de (HERNANDEZ e VENTURA, 1998). Conforme foi preenchendo os itens do V de Gowin, a pesquisadora enfatiza a hipótese. Essa pergunta gerou uma interação nos turnos T53 ao T57 com o aluno Ao1G5, conforme pode ser observado a seguir:

Investigar ou pesquisar refere-se a diversos caminhos em que os cientistas estudam o mundo natural, propõe idéias, e explicam e justificam asserções baseados em evidências derivadas do trabalho científico. Isto também se refere aos caminhos mais autênticos em que os aprendizes podem investigar o mundo natural, propor ideias, e explicar justificar asserções com base em evidências e, (...) em certo sentido o espírito científico da ciência, (HOFSTEINS e LUNETTA, 2003).]

A indagação do aluno Ao1G5, no T53. ‘Hipótese de quê?’ e a interação com a pesquisadora contribuiu para levar o aluno a refletir e discutir sobre o que ele queria pesquisar. Portanto, foi observado que nos turnos T53 ao T57 formam interações entre a pesquisadora e o aluno Ao1G5, do tipo I-R-I-R-R. Nesse trecho, foi observado que o aluno inicia a participação e o padrão resulta em formatos diferenciados. Nesse caso, não existe a avaliação no final. No Trecho 04, turnos T45 ao T56, foi observado a formação de interação do tipo I-R-I-R-I-R-I-R que representa uma cadeia aberta, que é classificada segundo (MORTIMER e SCOTT, 2002) como interativa e dialógica, pois mostra que ocorre inter animação de idéias entre a pesquisadora e alunos, ou seja, mais

de uma voz está presente e isso significa que o horizonte conceitual dos alunos estão sendo considerados, para dar significação na aula de Química.

O desenvolvimento da estória científica na etapa inicial propiciou um tratamento qualitativo da atividade. Essa etapa não é simples, mas é importante, pois leva a processos criativos e reflexivos sobre o problema, e talvez, surja a hipótese. Isso é diferente do que ainda é comum nos livros textos e no ensino tradicional de resolução de problemas em que se oferecem dados no enunciado como ponto de partida, para responder a questões indutivistas. Esse processo é reducionista e dificulta a necessária reflexão, (CARVALHO e GIL-PÉREZ, 2006).

ACEVEDO DÍAZ et al., (2005) enfatizam que a abordagem de conteúdos acessíveis ao nível cognitivo dos alunos contribuem para aprendizagem sobre a C&T contemporâneas, ou seja, um Ensino de Ciências destinado a uma ACT para todos. Os métodos para ensinar NdC têm bons resultados quando são bem planejados. O planejamento consiste em propor conteúdos diversos, reflexivos e avaliação processual. Dentre as atividades com bons resultados destaca-se: a de pesquisa e atividades que relacionem o mundo real e cotidiano dos alunos. O autor enfatiza a atividade de conduzir projetos sobre os processos sociais da construção do conhecimento científico e a resolução das controvérsias científicas, como uma investigação de problemas.

POZO et al., (1998) consideram que a abordagem para solução de problemas é um método muito acessível para aprender a aprender. Essa abordagem baseia-se na apresentação de situações abertas e sugestivas, que exijam dos alunos uma atitude ativa e um esforço para buscar suas próprias respostas, seu próprio conhecimento. O ensino nessa perspectiva pressupõe promover nos alunos o domínio de procedimentos assim como dos conhecimentos disponíveis, para dar resposta a situações variáveis e diferentes. O autor explica que, a dificuldade na resolução de um problema pelo aluno, têm relação com a falta de entender o significado da tarefa, por não ter conhecimento de uma representação adequada do tempo histórico. Portanto é um déficit conceitual, que impede a solução da tarefa. Os procedimentos, sejam habilidades ou estratégias, aplicam-se a alguns conteúdos factuais e conceituais que, se não forem compreendidos impossibilitam que este conceba a tarefa como um problema.

5.4 Dados e análise da Atividade 03:Planejamento feito com alunos da Escola B: 3ºAno

No Gráfico 10, serão apresentados os dados e a análise do Questionário de Avaliação dos alunos do Escola A, 1º Ano e Escola B, 2º e 3º Ano, sobre a Atividade 04, Planejamento, Questao 01: Material didático da aula, O V de Gowin facilitou a criar o projeto?

Gráfico 10: Questão: 01 - Dados da aplicação do Questionário: Aula de Planejamento – NºTotal de alunos: 55 [Escola A,1ºAno: 18, Escola B, 2ºAno: 27, 3ºAno:10]. O modelo de planejamento Vê de Gowin facilitou voce entender e criar o projeto de pesquisa?

Discussão dos dados do Gráfico 10: referente ao questionário de avaliação dos alunos da Escola A, 1º Ano, Escola B, 2º e 3º Ano, sobre a Questão 01: O modelo de planejamento V de Gowin facilitou entender e criar o projeto de pesquisa? Foi observado nos dados do Gráfico10: Questão: 01 – quase 100% dos alunos das escolas participantes da pesquisa avaliaram que a abordagem da aula com o uso do V de Gowin facilita a compreensão o projeto de pesquisa. Muitos autores discutem que a atividade de conduzir um projeto que vise a realização de um experimento, a partir da problematização ganha sentido a partir de problemas que fazem sentido ao aluno. HOFSTEIN & LUNETTA (2004), HODSON, (1988, 2009) destacam que essa perspectiva pode potencializar a aprendizagem, se possibilitar aos alunos a aprender conceitos. E isso pode ocorrer conforme o aluno tenha clareza do objetivo da pesquisa como respostas a problemas, pois, além de saber que ele busca soluções para a questão, permite entender que a teoria explica o que é observado.

Questão 01: Comentários 3ºAno:40%: Na montagem do projeto: 20% tudo ficou mais claro.

A seguir serão apresentados os dados do Gráfico 11:

O Gráfico 11, apresenta os dados e a análise do Questionário de Avaliação dos alunos do 1º, 2º e 3º Ano da Escola A e Escola B, Atividade 04, Planejamento. Questão 2: O V de Gowin facilitou entender o que é a pesquisa?

Gráfico 11: Questão 02 - Dados da aplicação do Questionário: Aula de Planejamento – N° Total de alunos: 55, [Escola A, 1º Ano: 18, Escola B, 2º Ano: 27, 3º Ano: 10]. Os materiais usados na aula ajudaram a entender as relações entre os componentes numa pesquisa conforme o modelo do V de Gowin explica?

Discussão dos dados do Gráfico 11, referente ao questionário de avaliação dos alunos da Escola A o 1º Ano, Escola B 2º e 3º Ano, sobre a Questão 2. O resultado do Gráfico 11 mostram que 78% a 100% dos alunos confirmam que o V de Gowin facilita a compreensão dos elementos que compõe uma pesquisa e elaborar o projeto. A Questão 2 reforça os resultados da Questão 01. MOREIRA, (2011) argumenta que o V de Gowin permite articular teoria com a prática pela problematização do tema em discussão. Portanto, nessa pesquisa foi observado os elementos apontados pelo autor tais como: **a)** Instrumento heurístico para a análise da estrutura do processo de produção de conhecimento; **b)** Útil, pois permite convergir este processo em eventos e/ou objeto, - toda investigação procura responder questões sobre eventos e/ou objetos; **c)** Importante, pois mostra as relações entre os seus elementos: o domínio conceitual e metodológico, visam responder questões foco sobre fenômenos de interesse (eventos e/ou objetos) as quais foram observadas em alguns grupos de alunos da Escola A, 1º Ano e Escola B, 2º e 3º Ano que propuseram e compreenderam a hipótese. A seguir serão apresentados os dados, do Gráfico 12:

No Gráfico 12, será apresentado os dados e a análise do Questionário de Avaliação dos alunos do Escolas A, 1º Ano, Escolas B, 2º e 3º Ano, sobre Atividade 04, Planejamento. Questão 03: Quais itens do V de Gowin você teve dificuldades em compreender?

Gráfico 12: Questão 03 - Dados da aplicação do Questionário: Aula de Planejamento – N° Total de alunos: 55, [Escola A, 1º Ano: 18, Escola B, 2º Ano: 27, 3º Ano: 10]. Qual (is) itens do V de Gowin você teve dificuldades?

Discussão dos dados do Gráfico 12, referente ao questionário de avaliação dos alunos do Escola A, 1º Ano e 2º e 3º Ano da Escola B, sobre a Questão 03: Qual (is) itens do V de Gowin você teve dificuldades? Foi observado nos dados do Gráfico 12, que as dúvidas dos alunos foram: na compreensão da hipótese, domínio conceitual e na metodologia. Os alunos do 3º Ano expressaram dúvidas sobre como diferenciar o problema de Mariana e o problema do experimento. CACHAPUZ et al., (2005) e POZO et al., (1998) enfatizam que o processo de elaboração da hipótese e a construção conceitual são difíceis e ocorrem à medida que ocorre uma elaboração compreensiva em torno de questões. Outro aspecto que os autores ressaltam sobre um processo de investigação é que, nem sempre todos os elementos da pesquisa estarão claros, sobretudo no início, mas, podem ampliar durante o processo de investigação. Além disso, o ensino de problemas exige dos alunos uma atitude ativa e um esforço para buscar suas próprias respostas. O ensino baseado nessa perspectiva ajudou os alunos o domínio de procedimentos, assim como dos conhecimentos disponíveis, para iniciar a resolução do problema, na medida em que eles compreenderam o significado da tarefa. Como diz na literatura não é, portanto um déficit procedimental, mas conceitual, que impede a solução da tarefa. Os procedimentos, sejam habilidades ou estratégias aplicam-se a alguns conteúdos factuais e conceituais que, se o aluno não compreender,

impossibilitam que este conceba a tarefa como um problema. A seguir, será apresentado o comentário de alunos sobre a questão 03.

Questão 03: Comentário de aluna (o)s do 3ºAno: 2 - 20% Ficou mais simples de compreender.

A seguir serão apresentados os dados do Gráfico 13, Questão 04:

O Gráfico 13, apresenta os dados e a análise do Questionário de Avaliação dos alunos do 1º, 2º e 3º Ano das Escolas A e B, sobre Atividade 04, Planejamento. Questão 04: A condução da aula permitiu sua participação, esclarecer dúvidas e a usar as suas idéias?

Gráfico 13. Questão 04 - Dados da aplicação do Questionário: Aula de Planejamento – Participantes, Escola A: 1ºAno: 18, Escola B: 2ºAno: 27 e 3ºAno: 10 alunos Total: 55.

4 - A condução da aula permitiu sua participação, esclarecer dúvidas e a usar as suas idéias?

Discussão dos dados do Gráfico 13: os dados dos itens (a, c, d, e) explicam que, o estilo da aula despertou o interesse e o professor oportunizou a participação dos alunos. A alternativa que combina participação com interesse está no item d. Os itens (a, c, e) informam que ocorreu bom interesse e baixa participação.

Segundo ZULIANI e DIAZ ÂNGELO (2003) o aluno elabora concepções mais adequadas, quando ele controla o processo e isso ocorre quando:

[...] é o aluno que deve reconhecer suas idéias e convicções e então decidir reconstruí-las ou não. Há necessidade de consentimento e atividade do estudante para que estas reconstruções aconteçam. Sendo assim, as decisões conscientes só serão possíveis se os indivíduos se servirem de estratégias metacognitivas, (ZULIANI e DIAZ ÂNGELO, 2003, p. 69).

A seguir serão apresentados os dados do Gráfico 14: O Gráfico 14 apresenta os dados e a análise do Questionário de Avaliação dos alunos da Escolas A, 1º Ano, das Escolas B, 2º e 3º Ano sobre Atividade 04, Planejamento. Questão 05: Contribuição do Mapa Conceitual e o Modelo de Hernandez&Ventura na aprendizagem:

Gráfico 14. Questão 05 – Dados da aplicação do Questionário: Aula de Planejamento – N° Total de alunos: 55, [Escola A,1ºAno: 18, Escola B, 2ºAno: 27, 3ºAno:10]. Mapa conceitual facilitou a aprendizagem

Discussão dos dados do Gráfico 14, referente ao questionário de avaliação dos alunos da Escola A, 1º Ano, Escola B, 2º e 3º Ano, sobre a Questão 05: o Mapa conceitual facilitou a sua aprendizagem? Foi observado no Gráfico 14 que, 78% a 100% alunos concordam que o mapa conceitual facilitou a compreensão sobre tema água inserido em problemas. É importante destacar que a estratégia de ensino depende das necessidades dos alunos. O mapa conceitual oferece benefícios para alunos em termos de organização da informação; e informa aos professores compreender como os alunos estão compreendendo e hierarquizando a informação. Nesse caso, o mapa conceitual teve como objetivo mostrar relações entre conceitos e reforçar as várias dimensões sobre o tema água como apontou (TORRALBO, 2009). Essa autora elaborou categorias para abordagem do tema água, tais como: Vida; Recurso; Uso; Tratamento; Conceito Científico; Qualidade; Saúde; Atitude Individual; Atitude da Sociedade; Água como exemplificar temas e conceitos; Água como meio de ensinar conceitos químicos; Importância da Água como objeto de estudo; Interdisciplinaridade; Ecologia natural; Ecologia Social; Conservacionismo; Ecologismo; Sustentabilidade e Cidadania.

Questão 05 - Comentário de aluna (o)s do 3ºAno: 2 - 20% : ficou mais simples de compreender

A seguir serão apresentados os dados do Gráfico 15:

O Gráfico 15, apresenta os dados e a análise do Questionário de Avaliação dos alunos do 1º, 2º e 3º Ano da Escola A e Escola B sobre Atividade 04, Planejamento. Questão 06: A aula sobre planejamento ajudou você a entender e a esboçar o seu projeto de pesquisa?

Gráfico 15. Questão 06 – Dados do Questionário: Aula de Planejamento – Nº Total de alunos: 55, [Escola A, 1ºAno: 18, Escola B, 2ºAno: 27, 3ºAno:10]. A aula sobre planejamento ajudou você a entender e a esboçar o seu projeto de pesquisa?

Discussão dos dados do Gráfico 15: referente ao questionário de avaliação dos alunos da Escola A: 1º Ano, Escola B: 2º e 3º Ano, sobre a Questão 6: A aula sobre planejamento ajudou você a entender e a esboçar o seu projeto de pesquisa?

Foi observado nos dados do Gráfico 15: Questão: 06 – de 90% a 95% dos alunos das Escolas A e B avaliaram que a aula de planejamento facilitou a compreensão e compor o esboço do projeto. As considerações das discussões feitas na Questão 01 e 02 têm relação com a Questão 6, porque os dados corroboram com as avaliações feitas nessas questões.

Comentário de aluna (o)s do 1º, 2º e 3º Ano das Escola A e B, sobre a Questão 06:

Alunos do 1ºAno:

(G7 01-5%): facilitou e ampliou meu conhecimento em relação a projeto.

(G7 01-5%): estava tudo muito bem explicado.

G8 01-5%): foi mais fácil fazer depois da explicação.

(G8 01-5%): sim, porque o projeto foi bem laborado.

A aluna do 2ºAno: G3 01-4%: tudo o que foi ensinado foi útil para ajudar na realização do projeto. G6 01-4%: pois nos informamos como fazer a pesquisa e fosse eficaz no tratamento da água. G6 01-4%: Surgiram novas ideias e esclareceu como poderíamos fazer. G6 2-4%: a partir daí consegui organizar as minhas ideias.

Alunos do 3ºAno: (G4 3 - 30 % sobre filtração), (G4: 4 - 40%: facilitou entender o projeto).

5.5 Conclusão da Atividade de Planejamento

No episódio da Atividade 03, aula de planejamento, desenvolvida com os alunos da Escola B, 3º Ano do Ensino Médio, a análise dos dados evidencia que a aula foi eficaz, pois o objetivo de ensino/aprendizagem de projetos a partir do V de Gowin proposto para desenvolver a história científica (o plano) ocorreu com a participação dos alunos. Isso resultou na discussão e formulação do esboço do projeto. Foi observado que a significação do conhecimento proposto ocorreu com o compartilhamento de idéias a partir da estratégia de fazer perguntas e os alunos responderem com novas perguntas. A pesquisadora usou estratégias de composição de textos, e relacionou a dúvida do aluno com os itens do V de Gowin. Isso contribuiu para compreensão e discussão entre os alunos sobre o problema do projeto, nesse caso, às vezes os alunos perguntavam para confirmar o que eles entenderam. Foi evidenciado que a pesquisadora insistiu na estrutura do V de Gowin, pois ela defende que discutir sobre a história científica (o plano) ajuda a entender sobre tópicos essenciais que compõe um projeto e caracteriza a pesquisa. Ou seja, essa aula contribui para a compreensão de que pesquisar é resolver problema e para resolver um problema que tenha relação com o mundo da Ciência é necessário relacionar com os conceitos. Foi observado em vários momentos que a pesquisadora convidou a(o)s aluna(o)s à participação, e às vezes ela usa termos que incluem, ou convidam os alunos a participar, tais como: “a gente, nós vamos fazer” etc. Ocorreram 56 episódios, 35 foram enunciados pela pesquisadora e 21 pelos alunos. Nesse episódio, sem perder de vista o plano desenvolveu as formas de articular o foco intenção e os conteúdos, nos três momentos que produziram as interações, as quais em grande parte partiram dos alunos e receberam a resposta da pesquisadora que mostra a valorização da idéia do aluno persuadindo em certos momentos, com outras formas de compreender as coisas essenciais para avançar e propor o projeto. Como foi observado nessa aula, a ferramenta usada para dar suporte ao desenvolvimento da história científica o V epistemológico de Gowin, não faz parte do universo conceitual dos alunos. É um modelo que faz parte de conhecimento sistematizado, mas foi essencial para ajudá-los a compreensão do assunto. Portanto, quando a retomada de idéias ocorreram em um contexto novo, e não como revisão de conteúdos já vistos pelos alunos. Por isso, as tríades conforme expressam MORTIMER e SCOTT (2002) que são padrões em que a participação do aluno apenas completa uma lacuna deixada na fala da professora e geralmente são assuntos de revisão são inexistentes nesse processo. Foi evidenciado certo movimento interativo, quando a pesquisadora apresenta vários turnos explicativos

a partir do seu plano, ou seja ocorreu o controle da pesquisadora para não perder de vista as suas intenções. É uma dimensão de autoridade. Mas, pode ser observado que a inclusão da fala do aluno e a estratégia de utilizar de uma ação persuasiva sobre a sua idéia, permitiu mostrar que o aspecto essencial na resolução de um problema depende de vários fatores na tomada de decisão, os quais devem ser considerados. Quando isso ocorre, significa que o plano dinamiza para situar a dúvida do aluno e guiá-la em dimensões que circulam em outras esferas culturais e ajuda a preencher lacunas de forma persuasiva encaminhando-a para novas formas de compreender que possibilitam a rever a sua concepção, ou seja o estudante é iniciado a coisas novas, pela recontextualização do plano da pesquisadora. Foi observado que os alunos foram ativos e redirecionaram o assunto para as dúvidas deles e que a pesquisadora considerou tais dúvidas e retomou os itens do V de Gowin. Isso resultou em interações até atingir o segundo momento. No segundo momento, os alunos estavam tão focados na discussão e decisão sobre o problema do projeto, que as vezes, não ouviam mais a fala e a presença da pesquisadora. E finalmente, quando surgiu o item hipótese, um aluno teve uma reação que também surpreendeu a professora. Para explicar o que é uma hipótese, a pesquisadora retoma uma proposta já anunciada pelo aluno e explica o seu significado. Nessa estratégia a pesquisadora relaciona a proposta formulada pelo aluno com o V de Gowin e o aluno se sentiu protagonista.

Vários autores ressaltam que as hipóteses alicerçam as questões da pesquisa, porque “existe uma compatibilidade indissolúvel entre o problema, o referencial teórico sobre o qual esse problema é entendido e a metodologia empregada para resolvê-lo:

Do ponto de vista teórico um fato merece ser destacado: a tomada de consciência das atitudes e comportamentos dos professores e dos alunos em sala de aula nas diversas atividades de ensino. Para que o aluno exponha o seu pensamento durante o ensino, é necessário, ou melhor, indispensável, o planejamento de uma atividade que dê oportunidade de promover uma ampla participação e envolvimento destes, mas, além disso, o professor precisa estar preparado para conduzir a argumentação em classe – entre professor/alunos e alunos/alunos e alunos/alunos, (CARVALHO, 2015).

No episódio da Atividade 03, as interações diversas no primeiro e no terceiro momento envolveram poucos alunos. Mas, ocorreu uma grande atenção e conversas em grupos sobre o assunto ou concordância quando ocorria a discussão. De acordo com (SANTOS e MORTIMER, 2001^a p.2) ligados aos processos de comunicação incluem, “as ações e os gestos e as relações pessoais que constituem as interações comunicativas em classe”. Nos três momentos, os alunos perguntavam e a pesquisadora respondia com

feedbacks diferenciados, ou seja, um aluno mostra as suas concepções e dúvidas e a pesquisadora retoma o já dito, seleciona o que é essencial, transforma e insere a dúvida do aluno na sua resposta para melhorar a sua compreensão. Ao fazer isso, a sua fala mostra a intenção de exercer os processos intermentais que poderão provocar os processos intramentais aos alunos. As interações movimentaram entre: explicações da pesquisadora sobre o V de Gowin nos turnos 1, 7, 8, 14, 23, 29, 30, 35, 41 e 51 que desenvolveram o ponto de vista do planejamento. As intervenções nesses turnos tinham como objetivo: no T1 introdução e explicação geral do que é qual a função do V epistemológico de Gowin e relacionar ao tema que os alunos estavam desenvolvendo. É possível que a abordagem relacional entre as ferramentas de apoio, V de Gowin, mapa conceitual com uso de exemplos em um processo interativo de dar sentido ao problema dos alunos, exerceram a função de critérios estruturantes, ou seja um conjunto de idéias fundamentais capazes de organizar pensamento e ação, ou seja:

Os critérios devem dar sentido e propor respostas a questões cotidianas do ensino e da aprendizagem em sala de aula, além de integrar e dar significado ao resultado das inúmeras pesquisas que estão sendo realizadas nessa área (CARVALHO, 2016, p.2).

De acordo com (CASTRO, 2016) uma visão construtivista ampla parece permear o conjunto de colaborações, sem que se perca a liberdade do recurso a vários outros fundamentos teóricos, com apreciável coerência.

Do conjunto de elementos observados nessa aula, a discussão para a compreensão do método através da problematização do problema de Mariana foi importante, pois influenciou as outras etapas a saber a aula sobre os conceitos, na atividade experimental e nas questões de avaliação. A questão do método é alvo de discussão nas pesquisas como a de MARCONDES et al., (2009) que enfatizam a importância esclarecer ao estudante que não existe um método científico único, que possibilita a conquista da verdade, a partir de observações vistas como neutras, desprovidas de teorias e de conhecimentos.

Ao refletir sobre o problema surgiram as hipóteses como: filtração da água, purificação da água, fervura da água surgiram as propostas dos alunos, as quais guiaram a pesquisa sobre os métodos: filtrar a água com uso de filtros caseiros e procedimentos com ou sem reação química. A matriz teórica nesse caso é água potável, cujo aspecto central implica em conhecer sobre os componentes desejáveis e indesejáveis, a partir das finalidades de uso. A introdução do tema água na atividade do mapa conceitual formou uma idéia inicial sobre a importância de estabelecer relação com conceitos para

a realização do experimento e identificar o caminho da pesquisa. É um processo que começa na discussão sobre o Acidente de Mariana, e continua por todas as etapas até as questões de avaliação da pesquisa, sobre a turbidez da água. Dessa forma, pode-se perceber que o aluno é ativo e o que ele sabe influi em sua aprendizagem, (MATTHEWS, 2000).

O mapa conceitual representa o guia e uma estratégia de apresentação dos itens curriculares. Nesse caso, problematiza a composição e distribuição da água no mundo e estabelece relação com conceitos suficientes para o aluno situar o problema da água ao problema de Mariana. A aula discutiu aspectos CTS através da análise custo/benefício na tomada de decisão e escolha do método, conforme os exemplos 1 e 2. Como complemento do tema metais tóxicos, foi disponibilizado um material descritivo da ação dos metais pesados no meio ambiente de (TOMA, 2015).

Apenas fez-se uma relação com o trabalho de SILVA e VERAS (2015) os quais sugerem para o ensino superior, que a análise da contaminação de rios por metais pesados é feita por diversas técnicas espectrométricas de absorção ou emissão atômicas.

Segundo SCHMIDT (2019) o tema água na perspectiva de projetos é central, e está entre os 17 objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU): cujo lema é “Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para toda(o)s”. Ele explica que houve ampla aceitação das escolas em fazer projetos na gincana científica da (Unicamp/SP, 2019), Como garantir água limpa para a sua cidade? Com experimento simulado e materiais alternativos de baixo custo. A Figura 9, representa a explicação de um aluno, Escola A:1º Ano

6-A partir dos estudos sobre a estrutura da água. a) Mostre em desenhos como ocorre a interação da água com o material em suspensão (colóide) - Frasco a ↓

a.1-O nome da interação é: AGUA SUJA NO. MAY

2º Ano

b) Se adicionar barrilha $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$ e sulfato de alumínio $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{s})$ no frasco a, mostre o que aconteceu em desenhos Frasco b ↓:

c) Explique o que aconteceu no frasco b:
A FLOCULACÃO DA SUSPÊNSÃO

d) Por que você adicionou a barrilha?
PARA VER SE TÍNHA METAL NA AGUA

AG 1989

sobre a purificação da água. A próxima etapa é o experimento dos alunos.

CAPÍTULO 6.0 Atividade: 05 Experimentos Simulado

6.1 Atividade 05 : Purificação da água

A realização dos experimentos pelos alunos da Escola A, 1º Ano e Escola B 2º e 3º Ano, do Ensino Médio, seguiu a orientação do contrato pedagógico. O contrato pedagógico foi feito pela pesquisadora e apresentado a coordenação pedagógica das Escolas A e B e ao professor regente das salas de aula onde a pesquisa foi feita. No primeiro encontro com os alunos nas Escolas A e B foi explicado e entregues para todos um guia do estudo e o cronograma do projeto. O contrato pedagógico nesta atividade consiste em: apresentação dos experimentos pelos grupos de alunos no laboratório da escola, com o acompanhamento e sistematização da atividade no final da aula pela pesquisadora e o preenchimento do questionário de avaliação pelos alunos. A atividade dos experimentos dos alunos têm relação com as aulas: de planejamento, da revisão dos conceitos, a produção escrita e depois com a apresentação oral dos projetos. Os alunos foram orientados para a apresentação dos experimentos de acordo com o roteiro que eles elaboraram, que muito provável teria influência do V de Gowin com destaque para o tema, problema, objetivos, hipóteses, método e o porquê ocorre a filtração destacando aspectos como coagulação, floculação, filtração e a desinfecção da água dentre outros.

A seguir serão apresentados as interações discursivas completas da Atividade 05, referentes aos experimentos dos alunos do 2º Ano da Escola B. O episódio da atividade experimental será analisado pelo referencial de (MORTIMER e SCOTT, 2002). A intenção da pesquisadora quanto ao experimento foi: compreender de que forma os alunos estabelecem relação entre o plano (uso do V de Gowin), a teoria (relação com os conceitos revisados em sala de aula, conforme a apostila – (Anexo 06) e as observações e explicações dos experimentos. Quanto aos conceitos e aos fenômenos a intenção foi de acompanhar as explicações quanto aos tipos de experimentos propostos pelos alunos: a) filtração b) purificação da água com reação química (ETA). No item ‘a’ a idéia consiste em compreender as concepções dos alunos sobre filtração com o uso de carvão (adsorção) visão de (MIMURA, SALES e PINHEIRO, 2010). No item ‘b’ os fatores que influenciam a ocorrência de reação química na purificação da água, bem como as etapas da purificação da água. O episódio do experimento mostra como a pesquisadora desenvolve a história científica (plano), ou seja, como ocorrem as suas intervenções, através das estratégias que articulam as suas intenções (objetivos) com o conteúdo do experimento, conforme o contrato pedagógico e como as contribuições dos alunos dialogaram com a pesquisadora e influenciaram a recontextualização do plano.

6.2 Episódio da Atividade 05, com alunos da Escola B: 2º Ano ensino médio

Os enunciados foram numerados com a letra T (Turno-1: T1, Turno-2: T2 etc). A pesquisadora é indicada pela letra P. A indicação dos grupos de alunos e a apresentação dos grupos seguiu essa sequência: o grupo G7 foi composto por três aluna(o)s e indicados por (Aa1G7, Aa2G7, Ao1G7). O grupo G6 foi composto de 04 aluna(o)s e indicados por (Aa1G6, Aa2G6, Ao1G6, Ao2G6), o grupo G4 foi composto de 3 alunas e indicadas por (Aa1G4, Aa2G4, Ao1G4). Na frente de alguns enunciados, foram colocados o tipo de padrão observado: I-R-P... Os comentários (Com:..) para dar esclarecimento e as pontuação (?), ou (/) pausa não fazem parte da transcrição. Os alunos fizeram grupos e conduziram os seus experimentos. As propostas dos alunos foram revisadas previamente pela pesquisadora. Os alunos da Escola B, 2º Ano do Ensino Médio apresentaram alguns tópicos organizados na aula de planejamento, a saber: tema, problema, objetivos, materiais e procedimentos. Depois descreveram e explicaram a sua proposta. Os episódios transcritos estão divididos por trechos e analisados, a seguir:

6.2.1 Episódio da Atividade 05: Descrição e análise, trecho 01, turnos T01 ao T16

No trecho 01, turnos T01 ao T16 a pesquisadora inicia a aula e solicita aos alunos que se organizassem. O primeiro grupo de alunos a apresentar o experimento foi o grupo G7. Pode ser observado que a pesquisadora apenas entrevistou para fazer algumas instruções sobre os procedimentos, os alunos interagiram com a pesquisadora e deram prosseguimento ao experimento como podem ser observados nos turnos T01 ao T16, a seguir:

T1. P: Vocês vão dizer o que vocês vão fazer qual é a amostra o que estão usando (I)

T2. G7: Somos **Aa1G7 Ao1G7 e Aa2G7** nós vamos fazer uma filtração natural a gente colocou primeiro o algodão areia terra pedras grandes e carvão aqui temos água com terra contem 2/4 de água mineral e 2/4 de água barrenta. (Com: O aluno agitou bem a amostra e colocou um pouco da amostra no filtro e começaram a observar. Não filtrou de imediato. O aluno riu) (R)

T3. P: Só uma perguntinha: qual é o seu nome (?) (I)

T4. Aa1G7 (R)

T5. P: Aa1G7: Voce está iniciando a filtração quanto de amostra colocaram no filtro (I)

T6. Ao1G7: 2/4 do que foi preparado (R)

T7. P: Sugiro voce pegar o frasco da amostra e mostrar para a sala tava mais ou menos aqui gente quase cheio a água que eles querem purificar sugiro se isso aqui for considerar 3 partes que vocês usem 2/ tem que deixar um pouco da amostra para poder comparar após a filtração podem fazer e não despejar de uma vez com pressão com força faz a diferença colocar lentamente ou com pressão despejar tudo de uma vez (I)

T8. Aa1G7: Não filtrou tá lento (R)

T9. P: Isso ocorre mesmo a filtração não é rápida tem que analisar o processo (P)

T10. Ao1G7: Mas para sair tem que estar umedecido o suficiente (R)

T11. Als: risos (R)

T12. P: Sim claro tem que ter essa proporção conforme o sistema para começar a ocorrer por isso que sugeri para usar 2/3 da amostra para esse sistema **(R)**

T13. Aa1G7: Então vamos colocar mais 1/3 da amostra **(I)**

T14. P: Qual é o objetivo do experimento (?) **(I)**

T15. Aa1G7: que a água seja filtrada **(R)**

T16. P: Ok. Que a água seja filtrada **(A)** tá então vocês vão observando e passamos para o próximo grupo

Discussão do trecho 01, turnos T01 ao T16

Nos T1 a T16 as intervenções da pesquisadora com os alunos do grupo G7, foi iniciada com instruções sobre como deve realizar a sequência da aula. Ela fornece algumas pistas em relação aos procedimentos e faz perguntas aos alunos do grupo G7 sobre os objetivos do experimento. Nas explicações para o desenvolvimento da estória científica ocorreram: nos turnos T1 a T4, a pesquisadora retoma as orientações das aulas anteriores e lembra aos alunos sobre a organização e a condução de suas propostas durante o experimento. Os alunos já conheciam as orientações. Nos turnos T6 ao T10, a pesquisadora e os alunos do grupo G7 conversam sobre a quantidade de amostra a utilizar, como por exemplo, a necessidade de guardar uma parte da amostra para comparar. No turno T8, a pesquisadora dirige a fala a todos os alunos da sala, para eles se atentarem quanto a quantidade de amostra que os alunos do grupo G7 prepararam. Essa intervenção teve a intenção de dar uma dica para os alunos compreenderem que, embora na orientação do experimento não tenha enfatizado seguir medidas exatas, a quantidade de amostra interfere na filtração. No turno T8, a aluna Aa1G7, fica impaciente porque não ocorreu a filtração rápida. No turno T9, a pesquisadora tranquiliza os alunos do grupo G7, e chama a atenção para a necessidade do acompanhamento do experimento mostrando que o tempo de ocorrência rápido não garante a melhor filtração. No turno T10, o aluno do Aa1G7 responde ao T09 afirmando que para filtrar tem que ter um mínimo de amostra. No turno T12, a pesquisadora concorda com a fala do aluno Ao1G7 e diz para colocar mais amostra e acompanhar lembrando que isso já tinha sido anunciado no turno T7. No turno T13, o aluno Ao1G7 decide e tem a iniciativa de colocar mais amostra e continuam a observar o experimento. No turno T14, a pesquisadora pergunta ao grupo qual é o objetivo do experimento. No turno T15, todos os alunos do G7 souberam identificar esse item que é essencial no desenvolvimento de um problema. A pergunta foi feita a todos os grupos de alunos e todos tinham clareza do objetivo e do problema de suas propostas. No episódio da Atividade 05, Trecho T01 ao T16 foi observado no fragmento da sequência

discursiva entre a pesquisadora e os alunos do grupo G7 a formação de padrões do tipo I-R-I-R-I-R-I-R-P-R-R-R de cadeia aberta., em que ocorreu a retomada de assunto, mas também surgiram situações novas que foram resolvidas pela interação sobre instruções e com questionamento e iniciativa do aluno Aa1G7 e com a participação dos alunos do grupo os quais seguiram as dicas que pesquisadora fornece. Nesse trecho ocorre uma abordagem interativa fechada no final. Foi observado que a pesquisadora controlou em parte o processo. As função das instruções sobre o procedimento das amostras desempenhou, um aspecto positivo importante na sequência discursiva do Trecho 01, que fogem ao modelo de experimento que usa grande parte do tempo em desenvolver medidas, ou seja, aprendizagem de conhecimento mecânico. Esse tipo de aprendizagem é largamente discutido na educação em ciências. Consiste em manter a maior tempo da aula na manipulação de aparatos e realização de medições, e pouco se investe em objetivos que levem à compreensão da natureza da ciência ou ao desenvolvimento de atitudes (FERREIRA, HARTWIG e OLIVEIRA, 2010).

6.2.2 Episódio da Atividade 05: Descrição e análise, trecho 02, turnos T17 ao T47

A seguir no trecho 02, turnos T17 ao T47, no fragmento da sequência discursiva, a interação entre a pesquisadora e os alunos do grupo G6 foi iniciada com a fala de uma aluna do grupo G6 e depois a pesquisadora fornece instruções sobre os reagentes e sobre o experimento. Depois a(o)s aluna(os) do grupo G6 conduzem o experimento e no final a pesquisadora faz perguntas aos alunos, com a intenção de compreender como os alunos explicavam os fenômenos visto que, eles apresentaram explicações completas que representam uma contrução de conhecimento que representa o discurso da Ciência, conforme podem ser observados nos turnos T17 ao T47, a seguir:

T17. Aa1G6: Agora nosso grupo. Vamos usar reação química (I)

T18. P: Pessoal presta atenção agora é o G6 que vai fazer (I)

T19. P: Só uma coisa o G7 não usou reação química pode fazer assim (?) (I)

T20. Als (silêncio) (R)

T21. P: Sim pode fazer sem reação química (A)

T22. Aa1G6: Angela estamos precisando de sulfato de alumínio (I)

T23. P: Olha o sulfato de alumínio ele é um sólido um pó branco vejam bom para ganhar tempo eu preparei uma solução de sulfato de alumínio 10%, ou seja, em 100 ml eu coloquei 90 ml de água e 10% m/v do sulfato de alumínio fiz um litro então para grupos que forem usar o sulfato de alumínio a solução está preparada (R)

T24. Aa1G6: Bom o nosso tema é purificação da água o nosso problema é (//) como descontaminar a água? A nossa hipótese é: vamos usar a floculação e a decantação (I)

T25. Aa2G6: A floculação é uma etapa do procedimento em que a gente vai adicionar os coagulantes químicos sendo os principais o sulfato de alumínio pra ter a formação dos flóculos que vão carregar as impurezas que contiverem na água (R)

T26. Aa1G6. A gente também vai usar o carbonato de sódio para controlar o pH. Para quem não sabe o que é pH é para se medir se o meio é ácido ou se o meio é básico. Aí a gente vai controlar, porque vai estar ácido, porque a gente não pode consumir algo ácido então a gente vai adicionar isso (mostra o carbonato de sódio). **(R)**

T27. P: sugestão: usar uma medida de sulfato de alumínio e 1/2 medida de carbonato de sódio lembrando que aqui nós não estamos preocupados com detalhes da parte quantitativa e sim que haja essas reações usar 2/3 da amostra (reservar uma parte) **(I)**

T28. Aa1G6 A gente vai usar esse recipiente para por a amostra **(Com:** a aluna indica a amostra preparada num frasco de 500 ml de água barrenta, para toda a sala) **(R)**

T29. P: olha 2/3 da amostra **(P)**

T30. Aa1G6 e Aa2G6: **(R)** **(Com:** em colaboração os alunos Ao1G6 e Ao2G6, medem e transferem os reagentes para o frasco em que foi transferido 2/3 da amostra)

T31. Aa1G6: Agora a gente vai ter que deixar em repouso e por que é preciso deixar em repouso (?) porque é para ocorrer a decantação que é uma experiência de densidade ou seja o mais denso vai descer e o menos denso vai subir no filtro a gente usou areia fina areia grossa pedra limpa porque se estiver sujo ela vai dar um efeito contrário ao experimento e o carvão (//) o carvão a gente usou o carvão de churrasco mesmo ele vai demorar um pouco porque o carvão remove as impurezas o carvão ativo é o que a gente queria usar mas não deu para usar ele contém vários poros e aí que ele vai sugando as impurezas e a reação ocorre mais rápido espero que dê certo **(R)**

T32. P: Grupo só uma sugestão ali vocês colocaram a amostra com o sulfato (?) **(I)**

T33. Aa1G6 e Aa2G6: Sim **(R)**

T34. P: Sugestão não sei se vocês leram que ao colocar os reagentes na amostra deve ter uma intensa agitação por 30 segundos para ter um efeito rápido na reação química **(F)**

T35. Aa1G6, Aa2G6, Ao3G6, Ao4G6: **(R)**

(Com: os alunos agitam fortemente a amostra, observam e anotam o tempo para repousar) **(R)**

T36. P: Vocês colocaram a barrilha (?) 30 segundos marcaram o tempo então ficar em observação para ver o que ocorre e o próximo passo (?) Depois será a filtração **(I)**

T37. Aa1G6: Enquanto isso eu coloquei algumas equações porque deu para entender melhor assim do que só lendo então aqui está a equação do sulfato de alumínio em que a gente tem a formação do hidróxido de alumínio íons sulfato e o hidróxido de cálcio **(R)**

T38. Aa1G6: Então para quem não entendeu porque a gente adicionou o óxido de cálcio (?) para controlar o pH porque a gente percebe que o H⁺ está livre e aí a gente tem 6 mols de íons H⁺ livre e a gente sabe que isso representa ácido só que aqui a gente teve que adicionar o carbonato de sódio **(R)**

T39. P: No caso vocês colocaram a cal e aqui a gente tá usando o carbonato de sódio mas poderia ser a cal **(P)**

T40. P: Tá mas só mais uma perguntinha qual é a função do carbonato de sódio que você falou (?) **(I)**

T41. Aa1G6: Alterar o pH **(R)**

T42. P: Alterar o pH **(A)** e por que tem que alterar o pH (?) **(F)**

T43. Aa1G6: Porque ele não pode ocorrer em meio ácido **(R)**

T44. P: Certo não pode ocorrer em meio ácido **(A)** mas por que não pode ficar no meio ácido (?) **(F)**

T45. Aa1G6: Porque a questão é que não vai ocorrer a reação o sulfato de alumínio não vai poder reagir não vai formar os compostos o hidróxido de alumínio **(R)**

T46. P: É isso mesmo que ocorre **(A)** **Texto 1** então eu vou apenas dar uma dica porque a gente já está fazendo ao adicionar o coagulante e o regulador de pH sob forte agitação ocorre a formação imediata do processo de coagulação o que ocorre é que altera-se o efeito das cargas das partículas de sujeira que por serem iguais e negativas estão afastadas e por isso ocorre a aglutinação a coagulação a agitação lenta é para a formação e aumento dos flocos **(Com.** Referência ao Texto1 explicativo)

T47. Aa1G6 e Aa2G6: Ah a gente falou de floculação aqui **(Com:** mostra o cartaz) aqui a gente representou em desenhos como era antes e com a coagulação formou-se os flocos e ocorreu a decantação este foi para baixo e a água ficou em cima **(R)**

Discussão do trecho 02, turnos T17 ao T47

No trecho 02 da sequência discursiva, turnos T18 ao T21 a interação da pesquisadora foi iniciada mostrando a todos os alunos da sala, que os alunos do grupo G6 estavam propondo fazer o experimento com reação química. Dessa forma, feito a apresentação das aluna(o)s do grupo G6 composto por: Aa1G6, Aa2G6, Ao1G6 e Ao1G6, nos turnos T22 ao turno T38, as alunas Aa1G1 e Aa2G1 descrevem e explicam a proposta deles. Elas destacam o tema, o problema, os objetivos, os procedimentos sobre o fenômeno da purificação da água. As alunas Aa1G6 e Aa2G6 do grupo G6 solicitaram os reagentes à pesquisadora. No turno T23, a pesquisadora mostra, explica e disponibiliza a solução de sulfato de alumínio para todos os alunos da sala enfatizando que preparou a solução para ganhar tempo. Nos turnos T4 ao T26 as alunas alternadamente explicam o processo. No turno T27 e T29 a pesquisadora intervém chamando a atenção sobre a quantidade da amostra. Nos turnos T30 e T31 as alunas do grupo G6 prosseguem com o experimento mostrando aos alunos da sala o que fazem. Depois explicam em detalhes fazendo previsões e nomeando os componentes, e os fenômenos que ocorrem como a densidade, as reações químicas e as propriedades do carvão e os fatores que interferem para ocorrer a reação química, e também anunciam o tempo de repouso para ocorrer a reação química. No turno T34 e T36 a pesquisadora intervém e complementa ao grupo sobre a questão de fazer a agitação intensa e o tempo da agitação após a adição dos reagentes. No turno T35 as alunas aceitam e agitam o sistema preparado. Nos turnos T37 e T38 as alunas do grupo G6 prosseguem as explicações e chamam a atenção dos alunos, sobre como elas compreenderam melhor o processo. Para isso, elas enfatizam e introduzem como recursos de apoio, cartazes para entender e visualizar melhor o processo. Nesses turnos, elas apresentam as equações do sulfato de alumínio e explicam nomeando a formação do hidróxido de alumínio, íons sulfato e o hidróxido de cálcio e o fator responsável pela formação destes, ou seja, elas introduzem a função da adição do óxido de cálcio no controle do pH, inclusive mostrando relações quantitativas e fazendo previsões sobre o que vai ocorrer. No turno T39 a pesquisadora intervém e faz uma comparação relacionando o que as alunas escreveram no cartaz e mostrando que a cal e o carbonato de sódio têm a mesma função no processo. Nos turnos T40 ao T46 a pesquisadora estabelece uma interação com a aluna Aa1G6 do grupo G6 para ver o significado que elas atribuem a função do carbonato de sódio, qual a função do pH e por quê não ocorre a reação no meio ácido. Nos turnos T41, T43 e T45 obtém respostas completas da aluna Aa1G6 explicando a questão essencial que formam o hidróxido de alumínio (gel). No turno T46 a

pesquisadora faz uma avaliação positiva nas explicações da aluna, nesses turnos. No turno T46 a pesquisadora faz uma intervenção compondo o **Texto 1**. O texto, faz referência ao que ao experimento da alunas do grupoo G5 e aulas passadas e introduz algumas informações para completar algumas lacunas presentes nas explicações da aluna Aa1G6 nos turnos T41, T43 e T45 como, a desestabilização das cargas da sujeira com a mudança do pH e o porquê da agitação intensiva seguida por agitação lenta. Nota-se que o turno T46 gerou o turno T47 em que as alunas Aa1G6 e Aa2G6 realçam e explicam o fenômeno da floculação que estão presentes no cartaz com os desenhos que mostram os aglomerados, ou seja antes e após a formação dos flocos e a decantação. Foi observado que a(o)s aluna(o)s do grupo G6 projetaram e desenvolveram o experimento seguindo a proposta do planejamento com base no V de Gowin com uma pesquisa detalhada. O grupo de aluna(o)s do G6 estabeleceram todas as relações teórico-experimentais com poucos erros e desenvolveram explicações do processo, com o uso dos modelos no nível macro, micro e representacional para explicar os fenômenos químicos envolvidos na purificação da água. As alunas enunciaram que: o carvão suga e que é necessário controlar o pH porque ingerir ácido faz mal a saúde. O discurso das alunas do grupo G6 mostra que

o enunciado nunca é apenas um reflexo, uma expressão de algo já existente fora dele, dado e acabado. Ele sempre cria algo que não existia antes dele, absolutamente novo e singular. [...]alguma coisa criada é sempre criada a partir de algo dado (a linguagem, o fenômeno observado da realidade, [...])todo o dado se transforma em criado, (BAKHTIN, 2015, P.326).

O discurso enunciado pela(o)s aluna(o)s do grupo G6 representa o ponto de vista da Ciência, pois as suas palavras mostraram os termos e relações do ponto de vista científico. Ou seja, a(o)s aluna(o)s do grupo G6 tinham o discurso elaborado antes da aula do experimento, os quais provavelmente tenham relações com a aula de planejamento, na orientação do projeto e a pesquisa. Segundo (MORTIMER e SCOTT, 2002) o processo de significação na sala de aula de Ciências possibilita dar visibilidade a transformação do conteúdos pelas interações no processo. No trecho 02, turnos T17 ao T47, a sequência discursiva evidencia que o discurso internalizado mostra o ponto de vista científico e que o processo de elaboração das concepções das aluna(o)s do grupo G6, sem mostrar a transformação conjunta na aula. Portanto, a abordagem comunicativa é interativa de autoridade, pois apenas o horizonte conceitual da Ciência está expreso.

6.2.3 Episódio da Atividade 05: Descrição e análise, trecho 03, turnos T48 ao T58

No trecho 03, turnos T48 ao T58 foi feito a apresentação dos alunos do grupo G1. O grupo G1 é constituído pelas alunas Aa1G1, Aa1G2, Aa1G3, Aa1G4, Aa1G5. Nessa sequência, as alunas apresentaram um experimento sobre filtração e o resultado mostrou uma água mais barrenta que a amostra preparada. A pesquisadora questiona os alunos e reúne todos os alunos para analisar o porquê do resultado. Os alunos se aproximam e um dos alunos do grupo G7 deu a sua opinião sobre o resultado que foi aceita pelas alunas do grupo G1. Após a pesquisadora entrega a ficha de avaliação e a aula encerra, conforme podem ser observados nos turnos T48 ao T58, a seguir:

T48: Ao1G1, Ao2G1, Aa3G1 e Aa4G1: Olha nós fizemos o experimento mas o resultado do filtrado saiu mais barrento do que a amostra (I)

T49: P: O que será que ocorreu (?) (I)

T50: Ao1G1: Fizemos igualzinho ao G7 (R)

T51: P: Temos que analisar por que isso ocorreu (I)

T52: Als. Vamos ver (R) (Com: Todos os alunos se aproximaram das alunas do grupo G1).

T53: Ao1G7: Bom, o que foi feito (?) (I)

T54: Ao1G1: colocamos algodão pedras areia fina terra do pátio e carvão (R)

T55: Ao1G7: (//) então acho que foi isso estava filtrando e se usou a terra do pátio a amostra que ia filtrando recontaminou e carregou essa sujeira e ficou mais barrenta do que era (R)

T56: Ao1G1, Ao2G1, Aa3G1, Aa4G1: Sim acho que foi isso podemos fazer de novo (?) (R)

T57: P: ok. Sim foi isso mesmo os materiais do filtro tem que estar limpos e o material da amostra não funciona como filtro (A)

T58: P: bom agora nós vamos encerrar a apresentação e agora vou entregar a ficha de avaliação da atividade nessa ficha tem questões sobre a aula de hoje e sobre outras aulas então é para preencher apenas o que foi feito hoje e entregar no final da aula de apresentação dos projetos ok

Discussão do trecho 03, turnos T48 ao T58

No turno T48 a aluna Aa1G1 chama a pesquisadora, anuncia e diz que as alunas integrantes do seu grupo fizeram o experimento mas, o experimento falhou, pois a água ficou mais barrenta que a amostra que eles colocaram para filtrar. No turno T49 a pesquisadora questiona o porquê de ter dado aquele resultado. O turno T49 gera o turno T50 em as alunas afirmam que seguiram os mesmos procedimentos que o experimento dos alunos do grupo G7. No turno T51 a pesquisadora enfatiza que precisa entender o que aconteceu no experimento. No turno T52 todos os alunos da sala ficam curiosos sobre o experimento das alunas do grupo G1 e se aproximam. A explicação do resultado foi feita pelo aluno Ao1G7 do grupo G7 no turno T53 e T55. Inicialmente o aluno Ao1G7 solicita as alunas do grupo G1 a descrição sobre como elas tinham feito o experimento. No turno T54 a aluna Aa1G1 descreve os procedimentos feitos no experimento e as colegas do grupo Aa2G1, Aa3G1 e Aa4G1 confirmam. O aluno Ao1G7 do grupo G7 pensa por alguns segundos e faz um enunciado. Ele explica que

provavelmente o erro no experimento ocorreu porque nos procedimentos relatados pelas alunas do grupo G1, a areia grossa foi substituída pela terra do pátio da escola, a mesma que tinha sido usada para preparar a amostra. Depois, o aluno Ao1G7 disse que esse procedimento contaminou o que estava sendo filtrado. As alunas do grupo G1 concordam com a explicação do aluno Ao1G7 do grupo G7 e resolvem refazer o experimento na sequência da aula. A pesquisadora concordou. Em seguida foi observado que as alunas do grupo G3 testaram o seu experimento de filtração, mas anunciaram que queriam refazer e explicaram que elas também não se atentaram para os procedimentos do experimento e deu um resultado de filtração muito barrenta. Assim, termina a primeira parte da aula, com a apresentação dos grupos G7, G6, e G1. Em seguida a pesquisadora dá algumas instruções para a aula do dia seguinte e sobre como preencher o questionário de avaliação. Nesse episódio o fragmento da sequência discursiva mostra uma cadeia com padrões do tipo I-I-R-I-R-I-R-R-A-I. O processo é interativo, devido a alternância de turnos. Nota-se nessa sequência discursiva do Trecho 03, que inicia com a participação das alunas do grupo G1 e logo em seguida teve questionamentos da pesquisadora com perguntas e respostas para as alunas do G1. Observa-se que a pesquisadora transfere o controle da análise aos alunos. Quando todos os alunos se aproximaram para analisar o erro, o aluno do Ao1G7 assume o controle e conduz o processo com a iniciativa de perguntar sobre o experimento para as alunas do grupo G1, que descreveram o que tinha sido feito. As explicações da aluna Aa1G1 gera um silêncio de todos e um processo reflexivo do aluno Ao1G7 por alguns segundos. Depois, o aluno Ao1G7 constrói o seu raciocínio e formula uma resposta correta explicando que, conforme as alunas do G1 substituíram a areia grossa pela mesma terra da amostra do jardim, o filtro deixou de ter a sua função, pois no processo a amostra que o que filtrava no início, recontaminava no contato com a camada de terra usada como filtro. Dessa forma, a explicação do aluno Ao1G7 foi convincente e as alunas do Ao1G7 concordaram com a resposta e solicitaram refazer o experimento no dia seguinte. Assim, a aula encerra. Nesse trecho observa-se que a intervenção da pesquisadora foi no sentido de provocar a dinâmica de analisar e participação de todos os alunos: ou seja, fazer os alunos analisarem sobre o que estava acontecendo, pois existe possibilidade de aprender quando se analisa os erros (BACHELARD, 1981), (GIORDAN, 1999), (LOPEZ, 2007). Vejam que uma questão da análise cujo foco é o aspecto procedimental, possibilitou processos reflexivos sobre a questão essencial: o filtro funciona ou não funciona? Essa perspectiva oportuniza aprender que cada camada do

filtro têm uma função e um limite de capacidade de filtragem. Além disso, foi observado que a proposição do aluno Aa1G7 sobre a falha do experimento proporcionou o diálogo e a motivação das alunas do grupo G1 e isso surgiu com a discussão pois elas solicitaram refazer o experimento. Isso corrobora com a observação feita por GALIAZZI e GONCALVES (2004), a saber: que a motivação não ocorre simplesmente quando os estudantes realizam uma atividade experimental. Essa sequência discursiva leva a compreender que a discussão sobre os procedimentos tornou-se importante porque ultrapassa o aspecto mecânico de uso de medidas. Então, isso contribui para os alunos compreenderem que em um experimento, mesmo que a ênfase não tenha sido projetada para medidas exatas, cada procedimento do experimento tem a função que contribui na percepção dos fenômenos envolvidos. A resposta do aluno Ao1G7 contribui para valorizar o procedimento da pesquisa, visto que, os alunos do grupo G7 fizeram um experimento apenas com a etapa de filtração. Eles tinham pesquisado e sua análise demonstra que a pesquisa fez a diferença no desenvolvimento de sua habilidade para entender o processo, aspecto que não estava desenvolvido nas alunas do grupo G1. No Trecho 03, turnos T48 ao T58 as interações formadas mostram formação de padrões complexos, pois a pesquisadora fez perguntas que introduzem os alunos no processo e entre eles instala-se perguntas e respostas até chegar em um consenso. Portanto, de acordo com o referencial de (MORTIMER e SCOTT, 2002) formou-se um padrão interativo de complexidade, pois não segue os padrões descritos.

A seguir, serão apresentados os dados dos episódio da 2ª parte da Atividade 05, entre a pesquisadora e os alunos dos grupos G4, G5, G1, G2, G3 da Escola B, 2º Ano do Ensino Médio, com 56 turnos. O tempo de gravação da aula foi de 26 minutos. Na aula, os alunos apresentaram seus experimentos e no final da Atividade 05 foi feito o a sistematização sobre o tema purificação da água e orientações para o preenchimento do questionário de avaliação da atividade.

6.2.4 Episódio da Atividade 05: Descrição e análise, trecho 04, turnos T1 ao T10

No trecho 04, turnos T1 ao T10, inicia a segunda parte da aula da Atividade 05, com a apresentação das alunas do grupo G4 que fizeram um experimento de purificação da água com a etapa da filtração. As alunas desenvolveram o processo de forma coerente. Após a pesquisadora atende os alunos do grupo G2, conforme observa-se a seguir:

- T1. P:** Então gente vamos começar qual grupo G1 ou grupo G5 quem vai começar(?) **(I)**
T2. P então Aa1G4, Aa2G4 e Aa3G4 do grupo G4 apresentem-se e falem sobre a sua proposta pessoal grupo G5 aproximem-se para acompanhar a apresentação do G4 **(I)**
T3. Aa1G4 Aa2G4 Aa3G4 (R)

T4. P: Podem iniciar (I)

T5. Aa1G4: O nosso experimento é de filtração nós utilizamos vários tipos de filtro o nosso filtro tem dois tipos de areia areia fina e areia grossa cascalho fino cascalho grosso carvão e algodão na parte superior do filtro nós colocamos uma gaze para reter algumas sujeiras superficiais (R)

T6. P: Aquilo é uma manta (?) (I)

T7. Aa2G4: Não é uma gaze basicamente o conjunto das areias e cascalho tem a função de reter de impedir que as sujeiras maiores passem pelo filtro agora a função do carvão é de purificar a água (R)

T8. Aa1G4: vamos colocar (R)

T9. P: ok então podem colocar mais amostra (P)

T10. P: Agora faltou o grupo G2 quer apresentar (?) Apresentem-se (Com: um dos alunos do G2 está muito empolgado) (I)

Discussão do trecho 04, turnos T1 ao T9:

No trecho 04 as alunas do grupo G4, formada por Aa1G4, Aa2G4 e Aa3G4, apresentaram o seu experimento sobre a filtração da água. As alunas do grupo G4 fizeram uma boa pesquisa, pois explicavam em detalhes os procedimentos da filtração. Inicialmente a filtração foi parcial, mas, elas fizeram duas vezes reduzindo o excesso de amostra e obtiveram bons resultados. As alunas explicaram a função do filtro e os tipos de substâncias retidas em cada etapa da filtração. As intervenções da pesquisadora foram apenas no sentido de instruções de procedimentos. Nesse trecho formou-se padrões I-R-I-R-I-R até o final da cadeia. O processo formado mostra uma cadeia aberta. Dando sequência a pesquisadora anuncia os alunos do grupo G2, mas é interrompida pelas alunas do grupo G5 que passam a explicar o experimento, conforme podem ser observados nos turnos T11 ao T17 a seguir:

6.2.5 Episódio da Atividade 05: Descrição e análise, trecho 05, turnos T11 ao T17

O trecho 05, turnos T11 ao T17 mostra um interesse das alunas do grupo G5 em realizar o experimento com reação química, mas elas apresentaram muitas dúvidas quanto aos procedimentos. A pesquisadora dá um tempo para elas se organizarem e passa a acompanhar os alunos do grupo G2, conforme se observa a seguir:

T11. Aa1G5: olha nós queremos fazer o experimento com reação química essa é a amostra e vamos usar os reagentes preparados esses aqui mas eu queria saber se é isso mesmo (I)

T12. Aa1G5: olha nós fizemos testes e vimos que deu cor rosa o que é isso o que essa cor indica (?) (I)

T13. Aa1G5, Aa2G5 e Aa3G5: eu sei que vamos colocar a barrilha vamos usar a barrilha para mudar para azul (R)

T14. P: Então há duas cores de rosa para vermelho e de azul para verde voce tem que associar ao ácido e a base (R)

T15. Aa1G5: Então nós vamos usar a barrilha para controlar o pH a água ácida (R)

T16. Aa2G5: para tirar o ácido da água (R)

T17. P: ok então continuem a fazer agora que agora é o G2

Discussão do trecho 05 Turnos T11 ao T17

Foi observado que as alunas do grupo G5 se interessaram em fazer o experimento de purificação da água com reação química. Elas identificavam que está ocorrendo a reação química e que o pH tinha a função de nivelar o sistema, mas ninguém explicava por quê da reação química e a transformação dos reagentes e a formação dos flocos e alguma propriedade dos materiais. A dica que a pesquisadora fornece às alunas do grupo G5 foi que existe duas classes de substâncias, que alteram a cor com a presença do repolho roxo. Depois, ela solicita para elas analisarem isso e dá um tempo para as alunas do G5 testarem o experimento que seria retomado. Após, a pesquisadora dá sequência e acompanha a apresentação dos alunos do grupo G2, conforme, podem ser observados nos turnos T18 ao T30, a seguir:

6.2.6 Episódio da Atividade 05: Descrição e análise, trecho 06, turnos T18 ao T30

No Trecho 06, turnos T18 ao T30 conforme a pesquisadora anuncia a participação dos alunos do grupo G2 no turno T18, o aluno Ao1G2 com o acompanhamento dos outros integrantes do grupo Ao1G2 e Aa1G2 e Aa2G2 e Aa1G3 apresentam um experimento sobre a etapa de filtração demonstrando compreensão através de sua pesquisa explicativa em que eles explicam com as suas próprias palavras todo o processo. A pesquisadora interage com os alunos sobre a proposta deles, até que os alunos do grupo G2 anunciam que ficaram curiosos para testar outro experimento para ver se o resultado seria melhor. A partir dos turnos T21 ao T28, ocorre a interação entre a pesquisadora e o aluno Ao1G2, conforme podem ser observados a seguir:

T18. P: Apresentem-se G2 (I)

T19. Ao1G2, Ao2G2, Aa3G2 e Aa4G2 (R)

T20. Ao1G2: Aqui o nosso filtro contém uma camada de algodão areia fina, areia grossa pedra e carvão cada camada de filtro que você acabou de ver é responsável por retirar os elementos que estão poluindo a água aqui no caso é a água barrenta que a gente quer transformar em água potável que a gente quer filtrar para beber as pedras e areia servem de barreira física (trecho inaudível) quando presentes misturadas na solo elas retém pequenos objetos a função do carvão é filtrar reter as impurezas menores como as algas os microorganismos patogênicos e as partículas como os pesticidas e outras bom agora no nosso experimento nós colocamos a água barrenta aqui (**Com:** mostrou o filtro) e obtemos esse resultado que está ai filtrado (R)

T21. P: Vocês já fizeram o experimento (?) (I)

T22. Ao1G2, Ao2G2, Aa3G2 e Aa4G2: Sim já fizemos e guardamos uma parte da amostra Tava assim (R)

T23. P: Vocês colocaram a água barrenta já tinham filtrado (?) (I)

T24. Ao1G2, Ao2G2: Sim nós fizemos sem reação química (R)

T25. P: Vocês acham que a sua amostra está bem filtrada (?) (I)

(**Com:** A amostra do aluno Ao1G2 do grupo G2, estava 100 vezes menos concentrada que a amostra de outros grupos. O resultado foi uma filtração bem melhor).

T26. Ao1G2: Não (**R**) Nós gostaríamos de fazer com aqueles produtos que voce falou pode (?) (**I**)

T27. P: Sim (**R**)

T28. Ao1G2: Olha na verdade nós pegamos uma parte da amostra e colocamos os produtos Olha como ficou (**I**)

T29. P: Então vamos comparar pega a amostra que vocês guardaram e vamos comparar (pausa) então agora é bom esperar mais um pouco e filtrar ok **F**

(**Com:** com a comparação dos dois fracos os alunos observaram a diferença da amostra sem tratamento e a amostra com os coagulantes, já no processo de coagulação)

T30. Ao1G2: sim vamos esperar (**R**)

Discussão do trecho 06, turnos T18 ao T30

No trecho 06, turnos T18 ao T30 os alunos do grupo G2 apresentam o experimento de filtração da água de forma, organizada, explicativa e demonstram muita segurança e motivação pelo trabalho. Os alunos estabelecem relação entre o problema e o objetivo e fazem uma descrição coerente quanto aos procedimentos da proposta muito bem pesquisada, visto na explicação do processo. Isso surpreende a pesquisadora e os outros alunos da sala, visto que os alunos do G2, demonstraram superação das dúvidas que apresentaram na aula de planejamento. Além disso, a partir do turno T21, a pesquisadora faz várias perguntas sobre a pesquisa dos alunos do grupo G2 e observa que o filtrado estava bem transparente. Mas, os alunos não estavam satisfeitos e demonstraram curiosidade em fazer o experimento com reação química e comparar com o primeiro processo. Os alunos anunciam que tinham separado uma parte da amostra para testar, para ver se ia dar diferença quanto a eficácia da filtragem. Visto que eles já tinham iniciado a fazer o segundo tipo de experimento, a pesquisadora incentivou-os a esperar o tempo do repouso e foi atender outro grupo. Nesse trecho, ocorre uma sequência discursiva que mostra uma cadeia aberta entre a pesquisadora e o aluno Ao1G2 do tipo I-RI-R-I-R-I-R-. A partir do turno T26, ocorre uma inversão e o aluno Ao1G2 faz perguntas a pesquisadora. Isso resulta em tipos de interações I-R-I-R-I-F-R de cadeia aberta. No Trecho 06, turnos T18 ao T30 ocorre um processo de interações discursivas complexas conforme analisam (MORTIMER e SCOTT, 2002).

6.2.7 Episódio da Atividade 05: Descrição e análise, trecho 07, turnos 31 a 50

No trecho 07, Turnos T31 ao T50 a aula continua com a apresentação das alunas dos grupos G1 e G3 que refizeram o experimento; das alunas do grupo G5 que estavam se organizando e dos alunos do grupo G2 que complementaram o experimento.

A revisão do experimento das alunas do grupo G1 foi importante visto que mudou a forma de conduzir e compreender o experimento da filtração. Além disso, foi observado que ocorreu uma mudança de atitude. Isso foi demonstrado pela motivação em refazer o experimento e autonomia visto que elas produziram o projeto escrito. As alunas do G1 superaram a concepção de que o professor precisa entregar o roteiro. Assim, nos turnos T31 ao T42 a pesquisadora e alunas conversam sobre o experimento dando origem a padrões interativos –I-R-... No turno T45 a pesquisadora prossegue a aula e acompanha o experimento das alunas do grupo G3, que refizeram o experimento que tinha dado errado. No turno T46, as alunas realizam o experimento com base no que elas pesquisaram e foi bastante explicativo e muito claro. A aula continua com a iniciativa das alunas do grupo G5 que já tinham realizado o experimento e mostraram entendimento de sua proposta. No final da aula, turnos T47 ao T50, os alunos do grupo G2, retomam o experimento de purificação da água com reação química que estava em repouso. Eles complementam com as explicações dos testes propostos com novos experimentos. Isso podem ser observados nos turnos T31 ao T50, a seguir:

T31. P: Então, todos já apresentaram ne (?) **(I)**

T32. Aa1G1: Nós queremos apresentar **(R)**

T33. P: ok pode começar **(P)**

T34. Aa1G1, Aa2G1, Aa3G1 Aa4G1 a gente colocou no filtro pedra manta a areia e o carvão
Então vamos colocar a amostra **(R)**

(Com: a amostra do experimento estava bem menos concentrada que a primeira experiência e as alunas explicaram e utilizaram os procedimentos corretos)

T35. P: O carvão de vocês está moído (?) **(I)**

T36. Aa1G1, Aa2G1, Aa3G1 Aa4G1 Tem uma parte moída e outra em pedaços **(R)**

T37. P: Está retendo bem dessa vez olha mas pode colocar mais amostra **(P)**

T38. Aa1G1, Aa2G1, Aa3G1 Aa4G1: Sim melhorou muito porque o outro experimento desceu tudo de uma vez **(R)**

T39. P: Então isso ocorreu por causa da montagem do filtro e também por causa do tipo de filtro tem que lavar **(A)**

T40. Aa1G1: Sim tem relação com a montagem do filtro agora tá bem lento **(R)**

T41. P: Pode colocar mais amostra devagar **(P)**

T42. Aa1G1, Aa2G1, Aa3G1 Aa4G1: ah deu certo agora **(R)**

(Com: as alunas ficaram satisfeitas com os procedimentos pois antes estavam frustradas)

T43. Aa2G5: Nós usamos isso a gente queria testar **(I)**

(Com: a aluna apontou para a solução do reagente)

T44. P: ok **(A)**

T45. Agora o G3, apresentem-se **(I)**

T46: Aa1G3, Aa2G3, Aa3G3 (inaudível) **(Comentário:** o grupo fez um experimento de filtração explicando cada passo do experimento usando problema, objetivo, descrevendo os procedimentos. Esse grupo utilizou uma amostra levemente turva, diferentemente dos outros grupos e souberam explicar todos os aspectos importantes dos procedimentos da filtração. Foi o único grupo que utilizou o termo adsorção para explicar o que ocorre entre as partículas da sujeira e o carvão).**(R)**

T47. P: Então Aa1G2 e vocês Aa1G5, Aa2G 5, Aa3G5 e Aa4G5 vocês querem falar alguma coisa pois vamos ter que encerrar a atividade **(I)**

T48. Aa1G2: Só mostrar como ficou diferente a filtração com o sulfato de alumínio, deixou a água bem mais claro eu fiz vários testes **(Com:** o aluno Aa1G2 mostrou o frasco que ele reservou uma parte da amostra com os coagulantes e colocou o repolho roxo e mostrou a turma e

chamou a atenção para a cor verde depois, ele pegou limão e detergente e começou a fazer testes e verificar o efeito do indicador em contato com ácido, com a base e também com água mineral e na amostra sem coagulantes, mostrando que ele identificava que as cores tinha relação com a acidez da água) (R)

T49. P: Tá muito bom então agora voce sabe identificar um ácido e uma base com esses testes com o indicador (?) (I)

T50: Aa1G2 Sim. (R)

Discussão do trecho 07, turnos T31 ao T50

A proposta das alunas Ao1G3, Aa2G3 e Aa3G3 do grupo G3 foi bem elaborada, fizeram uma pesquisa detalhada e explicaram que o erro no primeiro experimento foi devido a elas não terem seguido o que pesquisaram, pois prepararam uma amostra com uma concentração no mínimo, cem vezes maior do que planejaram. No segundo experimento, o resultado foi uma filtração eficaz em relação a amostra original. Mas, elas esperavam uma filtração completa. O tempo da revisão foi importante, pois foi proposto ao grupo atentarem para o que elas tinham escrito e acompanhassem as apresentações dos outros grupos. Com a revisão, as alunas adicionaram uma colher de terra para preparar a amostra. Isso contribuiu para que elas percebessem que a atenção aos procedimentos é importante e demonstrou que o experimento proposto e os resultados obtidos no primeiro experimento não estavam errados. A aluna Aa1G3 do grupo G3, disse. “Bom, então por isso não seria possível pensar num filtro que desse conta da lama de Mariana”. Ainda no trecho 07, a pesquisadora retorna para ver a iniciativa dos alunos do grupo G2. No turno T48 o aluno Ao1G2 do G2 tinha preparado um experimento com uso de reagentes que estava em repouso. Depois, além de explicar esse processo, ele realiza outros testes para explorar o efeito do indicador ácido base (repolho roxo) em amostras diferentes tais como: limão, detergente, apenas água mineral. O aluno do G2 separou pequenas porções da amostra básica do seu experimento em que ele adiciona diferentes volumes de repolho roxo. Depois, testa e compara a cor com outras amostras como por exemplo, detergente com repolho etc. e adiciona novamente o bicarbonato de sódio. O aluno soube testar, identificar, relacionar e explicar a relação entre pH e as diferentes amostras e passa a identificar e explicar melhor a reação química e o pH como fator que causa as mudanças no meio e favorece a ocorrência da reação química, pois até então, o grupo de alunos do G2, não tinham proposto tal experimento. Após as explicações do aluno Ao1G2, no turno T49 ele diz a pesquisadora que compreendeu o significado de pH. Nesse trecho 07, turnos T31 ao T50, a sequência discursiva mostra que as intervenções feitas pela pesquisadora consiste em dar sentido às propostas dos alunos. Para isso, ela fornece algumas pistas para que

os alunos avançassem no sentido de reverem, relerem o que eles estavam propondo e também pelo que estava sendo discutido na apresentação de outros grupos. Revendo o episódio como uma cadeia global, evidencia-se que as pistas e a ação do aluno Ao1G7 no trecho 01, influenciou os grupos G1, G2, G3 e G5 a fazer revisão, ou ampliar a proposta inicial. O intervalo de tempo dado para os grupos das alunas dos grupos G1 e G3 de uma aula para a outra, ou durante a aula, para os grupos de aluna(o)s dos grupos G2 e G5, concorreram para a releitura dos trabalhos. Isso pode ser observado na atuação das alunas dos grupos G1, G3 e a escrita do grupo G1, da ampliação de proposição de novos testes pelos alunos do grupo G2 e pela organização do pensamento das alunas do grupo G5. Dessa forma, considerando que o aspecto global dessa sequência discursiva do episódio da Atividade 05, aula de experimentos, iniciou na primeira aula, entende-se que a intervenção feita pela no Trecho 03, no turno T49 com a intenção de compreender por quê ocorreu a falha no experimento das alunas do grupo G1, movimentou toda a sala e quando aluno Ao1G7 no Turno T 57, assume o controle para analisar o problema ele formula perguntas autênticas que aciona a revisão das alunas do grupo G1, e resulta em diferentes formas de interpretar o fenômeno em questão. O enunciado do aluno Ao1G7 provocou vários processos que se tornaram evidentes com o surgimento da motivação, a dedicação ao trabalho, a autonomia para decidir e refazer o trabalho. Todos os alunos se apropriaram de algumas habilidades, demonstrando que o engajamento surge das interações discursivas que estão interligadas e mostram um conjunto dinâmico de relações que são negociadas e socialmente construídas na sala de aula, e que não podem ser analisadas isoladamente, (MORTIMER & SCOTT, 2002).

Quanto aos tempos e elementos, GALIAZZI e GONCALVES (2004) diz que:

Essa preocupação com a aprendizagem foi salientada pelo respeito do professor com os tempos diferenciados de aprendizagem e pela autonomia dos alunos para aprender: “Cada um a seu tempo ia vencendo as dificuldades e sempre buscando respostas às dúvidas que iam surgindo no caminho”. Destaca-se aqui a compreensão da autonomia como um processo coletivo, sem desconsiderar a individualidade. Portanto, desenvolver autonomia em aprender se reflete na preocupação com a aprendizagem do outro no reconhecimento e aceitação da diversidade em sala de aula GALIAZZI e GONCALVES (2004, p.327).

A estória científica prossegue com a sistematização, no trecho 08, turnos T51 ao T56, a seguir:

6.2.8 Episódio da Atividade 05: Descrição e análise, trecho 08, turnos T51 ao T56

No trecho 08, após a discussão dos experimentos dos grupos de alunos, a pesquisadora continua a Atividade 05, fazendo uma sistematização. Para isso, ela usa um banner com as idéias principais sobre as etapas da purificação da água, com as relações necessárias para fazer uma conexão com os experimentos dos alunos, conforme podem ser observados nos turnos T51 e T52, a seguir:

T51. P: P: **Texto 2** olha só gente a primeira coisa que a gente tem que saber é que estamos trabalhando com a purificação da água isso significa que nós temos impurezas indesejáveis na água. Olhem aqui (desenho) Isso tá na folha que eu entreguei hoje a vocês olha só esse desenho aqui representa a água barrenta no caso de vocês foi a água com terra e poderia ser a água de Mariana olha só conforme vocês agitaram uma água barrenta uma parte eu desenhei em azul, aqui ela sedimentou pela gravidade tá essa parte que sedimentou ela é formada por aglomerados, conforme elas se juntam elas sedimentam (//) tá mas vocês vêem que essa outra água não sedimentou ela está turva então vocês querem separar esse materiais da água (?) a turbidez não é desejável se você quer uma água transparente você vai perguntar: mas por que ela não sedimenta (?) olha só o desenho as partículas estão em suspensão elas são chamadas de colóides elas possuem um tamanho que não permite que ela sedimente isso ocorre porque elas estão interagindo com a água que estão ao seu redor a água envolve sustentam essas partículas do colóide aqui nós temos uma mistura heterogênea essa mistura é diferente da mistura homogênea como o sal de cozinha misturado na água aqui as partículas estão em suspensão então como que vai poder separar isso (?) Então gente o que vocês fizeram aí (?) Alguns grupos utilizaram a etapa da filtração sem reação química então agora vamos finalizar os experimentos

(**Com:** em 7 minutos, para dar suporte a sistematização foi utilizado um banner sobre tratamento de água com reação química e composto um texto explicativo para compreender o que os alunos fizeram e o que são as coisas essenciais e como ocorre o tratamento numa ETA)

T52. P: isso aí filtrou ou não filtrou? (**I**)

T53. Als filtrou (**R**)

T54. P: Sim filtra (**A**) (**Com:** Texto de finalização) **Texto 2** mas só que nós vimos que tem ter procedimentos a gente viu que no início no trabalho de alguns grupos não ocorreu a filtração a gente tem que pensar no por que ne (?) Olha só vários trabalhos mostram que se voce usar filtros feitos apenas de areia filtraria (?) Sim filtra porque isso ocorre na natureza (//) a água que chega lá nos lençóis subterrâneos passa por várias camadas e fica própria para o consumo então vários grupos fizeram o filtro com manta pedra cascalho areia fina areia grossa carvão e conforme os materiais estavam limpos e também por utilizarem uma amostra compatível com a capacidade do filtro resultou em boa filtração então como foi falado se você colocar em uma das camadas do filtro algum material sujo vai contaminar a amostra e vai arrastar essa sujeira para o filtrado então é essencial que o material esteja limpo lavado e mais uma coisa qual é a função do carvão (?) olha só conforme vocês falaram com a adição do sulfato de alumínio as partículas começaram a aglutinar mas a aglutinação só ocorre se o meio estiver básico então aqui eu tenho que ver (apontou para o desenho do colóide) por que eles estão separados é devido a presença de íons H^+ que deixa o meio ácido o meio ácido é indesejável porque não permite que as partículas se aglutinem então por isso voce introduz o óxido de cálcio (cal) ou o bicarbonato de sódio eles tem a mesma função eles reagem com o H^+ e por isso são utilizados para neutralizar reagir com esses íons que estão no meio e impedem que ele forme o gel então conforme você adicionou o carbonato de sódio esses íons foram neutralizados e (olha) H^+ consequentemente essas partículas que estão segurando a sujeira elas saem do colóide e elas foram se juntando e por meio do sulfato de alumínio foi formado o gel e essas partículas livres foram se aglutinando sobre o gel (//) com o carvão as partículas ficaram aderidas na superfície o que mais ocorre é adsorção e não reação. então em cada fase do filtro ocorre a retenção das partículas como os microorganismos patogênicos e também algumas partículas que estão dissolvidas só que os microorganismos podem passar pelo filtro, então por isso faz a cloração. (**F**)

T55:P: Então alguma pergunta? (**I**)

T56: Als não (**R**)

Discussão do trecho 08, turnos T51 ao T56

É importante enfatizar que, no acompanhamento do desenvolvimento do experimento a pesquisadora utiliza como estratégia de intervenção fazer perguntas aos alunos: o que estavam fazendo? Qual o objetivo do experimento, o que está acontecendo? Foi observado que, depois que todos os alunos dos grupos do 2º Ano da Escola B apresentaram os experimentos, ocorreu a sistematização da aula. No fechamento da aula, a pesquisadora utiliza como estratégia a reelaboração do **Texto 2**. No **Texto 2**, explora elementos da perspectiva científica, do seu planejamento e recoloca os fenômenos da Ciência, no contexto da sala de aula. Ela introduz e estabelece uma relação entre o que foi proposto construir: explicar como ocorre os fenômenos da purificação da água e o que foi observado e discutido na sala de aula. Na sistematização, o padrão gerado foi desenvolvido pela pesquisadora. Não está ocorrendo interação. Quando isso ocorre no processo de ensino e aprendizagem em sala de aula de ciências, trata-se de um processo não interativo. Mas, conforme foi observado no T51, a pesquisadora desenvolve a estória científica utilizando a estratégia de composição do **Texto 2**. O Texto 2 representa uma reelaboração do plano elaborado pela pesquisadora para explicar o conteúdo sobre a purificação da água, pois ele está mesclado, dentro de um contexto. Foi observado nos episódios T51 e T54 que a pesquisadora desenvolve a estória científica buscando estratégias de associar, entrelaçar as idéias, controlar e direcionar para o ponto de vista da Ciência, não perde de vista nas suas explicações o seu plano. Mas, ela estabelece relações com as idéias discutidas com os alunos na realização do experimento. Isso significa que ocorre um movimento no sentido de contemplar mais de uma voz no desenvolvimento da estória científica (plano) da pesquisadora. Portanto, o episódio da sistematização que a pesquisadora efetua é classificado como não interativo apenas a pesquisadora fala, pois não está ocorrendo mudança de turnos. A abordagem comunicativa contém também uma tendência para um padrão dialógico no trecho 09, Turnos 51 e 54, ou seja embora a pesquisadora esteja desenvolvendo a estória sozinha, ela retoma as experiências que os alunos vivenciaram e relaciona o ponto de vista do aluno em sua fala. Esse processo tende a contribuir para uma aproximação, um compartilhamento, e melhorar, preencher as lacunas para melhor explicar os fenômenos. Foi observado várias vezes que a pesquisadora utiliza verbos, ou palavras que mostram compartilhamento (estamos trabalhando, nós vamos etc). As vezes a pesquisadora pergunta a um interlocutor virtual: por que as partículas aglutinaram? Por que ocorreu a floculação? Por que devo me preocupar com o pH do meio e qual a função do filtro e o que ocorre com o carvão? E essas perguntas

constituíram os pontos abordados na aula. Inicialmente foi observado que a maioria dos alunos conseguiram interpretar que ocorre reação química com a adição dos agentes coagulantes com referência ao observável, mas, com o desenvolvimento da aula, eles iniciavam compreender que os fenômenos ocorrem porque têm interação, e que as relações são causais. Quanto ao nível simbólico, este foi explorado pela aluna do Aa1G6 que escreveu a equação no quadro e pela pesquisa e na sistematização. A pesquisadora retoma a explicação sobre a dissolução do sulfato de alumínio e a formação do gel pela adição do carbonato de sódio, ou seja, desenvolve as relações explicativas teóricas, conforme observado nos turnos T51 ao T54.

6.3 Discussão do episódio da Atividade 05, experimentos com alunos da Escola B: 2ºAno do Ensino Médio

No episódio da Atividade 05, aula de experimentos, formaram-se 114 turnos com alternância de turnos entre a pesquisadora e os alunos dos grupos G1 ao G7, característico de processo interativo. Desses turnos, cinquenta e quatro foram intervenções da pesquisadora e cinquenta e oito foram enunciados pelos alunos. As intervenções da pesquisadora consistiu em organizar a aula, entregar materiais, dar algumas pistas em relação aos procedimentos e fazer perguntas aos alunos. As perguntas para os grupos foram relativos ao que eles tinham proposto partindo do problema como purificar a água barrenta. Assim, para os grupos que realizaram a filtração sem o uso de reação química, a intenção da pesquisadora foi ver se os alunos pesquisaram e estabeleceram relações que explicassem sobre a função do filtro na separação dos componentes da amostra. Nos experimentos de filtração com reação química, as perguntas tinham como objetivo identificar se os alunos explicavam como ocorre a reação química. As intervenções que a pesquisadora realizou teve a intenção de organização da atividade e para que os alunos ficassem atentos a concentração da amostra no experimento e a necessidade de observar, e sobretudo para os alunos não se distanciarem muito do experimento, devido ao tempo disponível para a sua realização. No final da apresentação dos experimentos pelos alunos, a pesquisadora retoma os principais tópicos sobre a purificação da água, explica os conceitos e processos e relaciona com a apresentação dos experimentos pelos alunos. Na sistematização do episódio do experimento, a pesquisadora destaca as etapas da filtração e a coagulação da ETA, pois foram os experimentos que os grupos realizaram. E também estabelece

relação com purificação da água que ocorrem por processos naturais. Outro aspecto retomado foram os erros que podem ocorrer na condução do experimento, orientando o aluno para pensar que os procedimentos definidos num experimento têm relação com o problema e principalmente com os conceitos. Nessa perspectiva, foi enfatizado que experimentar não é misturar e utilizar qualquer procedimento. Dessa forma, a pesquisadora desenvolve a estória científica (plano) da atividade experimental seguindo essas estratégias descritas. Os alunos componentes dos grupos G1, G5 e G7, fizeram experimentos de filtração, e as explicações foram: o filtro retém as partículas, sem detalhar a interação entre o filtro e as partículas retidas. No episódio da Atividade 05, foram observados poucos padrões de formato tríade I-R-A. Relembrando o referencial de análise das interações discursivas propostas por (MORTIMER e SCOTT, 2002) os padrões IRA, são formatos de interação que ocorrem entre o professor e aluno, sobre assuntos já muito conhecidos pelos alunos sem dialogia. Os tipos de cadeias propiciam ou não, desenvolvimento de processos intramentais de ordem superior. Isso significa que a interação pode gerar a internalização das idéias do que está sendo tratado na aula, que podem resultar em aprendizagem significativa e consequentemente ao desenvolvimento de níveis superiores de abstrações e formação de conceitos. No episódio da aula da Atividade 05, dos experimentos observados, as interações mostram que a maior parte dos padrões de interação entre a pesquisadora e os grupos de alunos fogem ao tipo de padrão IRA. Os padrões formados entre a pesquisadora – aluno, e aluno-aluno, com os grupos G7, G6 e G1, nos T5 a T10 são do tipo: I-R-F-R-F-R-, e entre os T40 a T46, do tipo: I-R-F-R-F-R-A, os quais caracterizaram que no processo foi formado padrões do tipo interativos e dialógicos, ou seja, fogem ao formato de IRA. Quando ocorre o padrão (P) significa que o professor permite que o aluno prossiga. Foi observado que nesse episódio do experimento com os alunos do 2º Ano da Escola B, que a pesquisadora utiliza como estratégia para desenvolver a estória científica textos. O primeiro texto foi enunciado no T47 sobre o fenômeno da purificação da água. Outros dois textos ocorreram na segunda parte da aula do 2º Ano nos turnos T51 e no T54. A elaboração dos textos aumentou a possibilidade dos alunos terem maior atenção e compreensão sobre questões essenciais em relação a fazer experimentos e aprender sobre processos de purificação da água, a saber: os fenômenos da filtração ocorre com ou sem a reação química, seja por processos naturais e por processos numa estação de tratamento (ETA), ou em processos caseiros, e em todos os processos são eficazes. A intenção da pesquisadora no desenvolvimento da estória científica foi realizar um

experimento com um propósito de investigar e dar solução para o problema, sem priorizar o aspecto mecânico do experimento. Faz parte do experimento considerar a quantidade de amostra e analisar quando surgem os erros e que é essencial a relação com os conceitos. Isso rompe com práticas que utilizam a maior parte do tempo para detalhes técnicos e manipulação de equipamentos, (BORGES, 2002), (GOI e SANTOS, 2009) e propiciam a realização de pequenas pesquisas (FERREIRA, HARTWIG e OLIVEIRA, 2010)

Foi observado que os alunos 2ºAno dos grupos G3, G4 e o G6 realizaram pesquisas mais detalhadas porque explicavam as relações causais, as representações, e os por quês dos fenômenos. Os alunos do grupo G2 realizaram o experimento de forma explicativa e depois avançaram no conhecimento explorando a influência do pH em diferentes testes. Quanto aos grupos dos alunos representados por G1, G5, G7 demonstraram conhecimentos do nível observável sobre o que estavam fazendo, embora em relação a participação foi observado que eles estavam interessados. Após a realização do experimento ficou evidenciado que quatro grupos de alunos sabiam explicar os fenômenos da purificação da água e três grupos passaram a identificar a reação química, sem explicar o processo.

A atividade de rever os erros contribuiu não apenas para motivar vários grupos a refazerem o experimento, mas a discussão colaborativa sobre os experimentos dos alunos contribuiu para reflexão e a mudança de comportamento e de estratégias, dos alunos dos grupos G1, G3, G4 e o G5 da Escola B, 2º Ano, Ensino Médio. Inicialmente esses alunos erraram nos procedimentos dos experimentos por razões diferentes. Um fato de potencial importância observado foi a questão da mudança de atitude gerada no grupo G1, que reconheceram as suas falhas, refletiram sobre o erro, reorganizaram o experimento e aprofundaram a escrita do projeto. Os processos reflexivos são importantes pois:

em uma abordagem de projeto que lida com problemas abertos existe a possibilidade de trabalhar o processo de metacognição, em que o aluno vai pensar sobre a sua forma de pensar, refletindo e descobrindo quais as estratégias utilizadas durante um dado processo de pesquisa, vivência e descoberta, (SILVA e MORTIMER 2012).

6.4 Resultado da Atividade 05, Comentários sobre os experimentos dos alunos da Escola A, 1ºAno e dos alunos da Escola B, 3ºAno

A maioria dos experimentos dos alunos da Escola B, 3º Ano Ensino Médio, resultou inicialmente em certa turbidez, devido a a montagem errada do equipamento ou por outros fatores. O assunto foi discutido e cada grupo de alunos os quais, explicam o

que fizeram e falaram sobre o planejamento. Vários grupos escolheram a etapa da filtração e propuseram a fazer a destilação e cloração. Um grupo simulou as etapas de uma estação de tratamento de água. Foram feitas perguntas para saber por quê o grupo estava adicionando barrilha e sulfato de alumínio e qual a função de cada reagente. Os alunos explicaram que era para nivelar o pH, mas não souberam explicar as reações que ocorrem e como forma a floculação. A partir disso, a pesquisadora explicou no quadro, cada passo orientando os alunos sobre as dúvidas que eles tinham. Cada grupo de alunos refizeram o experimento, apresentaram o trabalho, preencheram o questionário e resolveram as questões propostas. Havia 19 alunos no dia do experimento. Mas, apenas 15 alunos fizeram as questões, sendo que os alunos mais frequentes em todas as etapas da pesquisa não puderam fazer as questões por terem compromissos de trabalho. Quanto aos alunos da Escola A, 1º Ano, 3 grupos fizeram a pesquisa, mas todos os alunos participaram da aula com muito interesse. Após o acompanhamento dos grupos de alunos dos grupos G2, G7 e G8 esses alunos doaram materiais para os alunos dos grupos G1, G3, G4 e G6 e se tornaram monitores, acompanhando cada etapa dos experimentos que foi desenvolvido com muita atenção, perguntas e curiosidade.

6.5 Conclusão do episódio da Atividade do Experimento

Foi observado na realização dos experimentos com os alunos do 2ºAno do ensino médio, da Escola B que a perspectiva de discussão em sala de aula em um ambiente colaborativo, resultou em aprendizagem sobre purificação da água com reação química dos alunos dos grupos (G6 e G2) e de filtração com os grupos (G1, G2, G3, G4, e G5). O processo colaborativo ocorreu com mais intensidade entre os alunos dos grupos G1, G2, G3, G4, e G5 que refizeram o experimento. Foi observado que os alunos do grupo G1 refizeram o trabalho com atitude e responsabilidade em aprender. A atitude das alunas do grupo G1 para lidar com os erros deve ser valorizada e explicitamente cultivada, visto que essa é uma competência a ser construída na escola, (ACEVEDO DÍAZ, 2006) e (BASTOS et al., 2004).

Quanto aos alunos da Escola A, 1ºAno do Ensino Médio, o interesse em fazer o experimento foi de 90% embora 70% não fizeram o trabalho escrito. Os alunos do 1ºAno, relataram a pesquisadora que enfrentaram problemas tais como: o grupo não teve espaço e tempo para discutir e compor a proposta. Além disso, alguns dos alunos disseram que não tinham acesso a pesquisa por meio digital e outros se desentenderam

nas decisões. Mas, foi observado que os alunos do 1ºAno que não pesquisaram participaram intensamente na aula de planejamento do experimento. A participação nessa aula aumentou o interesse dos alunos em realizar o experimento, mesmo que esses encontrassem problemas que dificultaram a construção do projeto. Foi observado que durante a Atividade do experimento os alunos que pesquisaram passaram a dividir os materiais e a apoiar os colegas que não se organizaram para fazer o experimento. Isso representou uma mudança de atitude entre os alunos, pois nas aulas iniciais do projeto ocorreram conflitos entre os grupos. Isso demonstrou que a aula de planejamento influenciou na participação e interesse dos alunos do 1ºAno.

6.6 Discussão dos dados e análise do Questionário de Avaliação do Experimento:

Gráficos 16 a 22: realizado com alunos Escola A: 1º Ano e Escola B, 2º e 3º Ano

A seguir nos Gráficos de números 16 a 22 serão apresentados os dados do Questionário de Avaliação dos alunos da Escola A, 1º Ano e Escola B, 2º Ano e 3º Ano, sobre os experimentos, a produção escrita e slides e a participação nos trabalhos realizados em grupo. Nessa aula, foi entregue uma ficha de avaliação. Os alunos da Escola B, 3º Ano fizeram o questionário de avaliação no mesmo dia, pois a escola encerrou as atividades. Os alunos da Escola A, 1º Ano e Escola B, 2º Ano, entregaram o questionário após a apresentação dos projetos. A seguir será apresentado o Gráfico 16:

Gráfico 16: Dados do Questionário Questão 1) A realização de um experimento faz toda a diferença se realizado a partir de um problema e projeto. N° Total de Alunos, 58: [Escola A, 1º Ano: 24, Escola B, 2º Ano: 19 e 3º Ano:15]

Discussão e análise dos dados do Gráfico 16, Questão nº1: da avaliação dos alunos da Escola A, 1º Ano e dos alunos da Escola B, 2º e 3ºAno, do Ensino Médio, sobre o grau de importância em realizar um experimento a partir de um problema.

Os dados da Questão 01 evidenciaram que de 70% a 100% dos alunos estão em total acordo com a idéia de que a relação problema e experimento é significativo.

a) Relação da opinião dos alunos em relação a Questão 1 e a revisão da literatura:

Foi observado que os dados obtidos das opiniões dos alunos do 1º Ano da Escola A e dos alunos da Escola B, 2º Ano e do 3º Ano informam que o experimento ganha sentido se partir de um problema. Essa percepção quase total da sala, tem relação com o estudo de (MUNFORD e LIMA, 2007) e foi recomendado pelos Parâmetros Curriculares Norte Americanos para o Ensino de Ciências de 1996, e da AAAS. Esses documentos enfatizam que pode ocorrer aprendizagem significativa na atividade experimental quando é fruto de um elenco de atividades diversificadas, que resulta da contextualização dos temas. Portanto, a atividade do laboratório não pode se restringir ao momento do experimento. O planejamento prévio e a contextualização do assunto orienta o experimento no sentido de solução de problemas. Portanto, a abordagem do programa de atividades, segue tais idéias das autoras, que enfatizam que é impossível considerar que por si só, uma atividade experimental seja investigativa.

A seguir será apresentado o Gráfico 17, que mostra a opinião dos alunos sobre a contribuição ou não do projeto para a sua aprendizagem:

Gráfico 17: Dados do Questionário Questão 2) A realização do projeto permitiu: Marque quantas alternativas você quiser. Nº Total de Alunos, 58: [Escola A, 1º Ano: 24, Escola B, 2º Ano: 19 e 3º Ano:15]

Discussão e análise dos dados do Gráfico 17 questão nº2, da avaliação dos alunos da Escola A, 1º Ano e Escola B, 2º e 3º Ano, sobre a contribuição do projeto para a

aprendizagem evidencia que os alunos marcaram todos os itens que expressam pontos positivos em relação a aprendizagem sobre a) aprender conceitos, procedimentos, atitudes e valores. Além disso ocorreu intensa participação e colaboração. A aula de laboratório contou com 90% de participação dos alunos do 1º e 2º Ano e 100% dos alunos do 3º Ano. Na condução dos experimentos 30% dos alunos do 1º Ano, 70% dos alunos do 2º Ano e 100% dos alunos do 3º Ano tinham suas propostas estruturadas. A participação dos alunos do 1º Ano nas aulas de planejamento influenciou e aumentou o interesse deles em realizar o experimento. Uma das razões relatadas pelos alunos é que jamais fizeram um experimento na escola e tinham curiosidade para saber o que é um experimento e no dia do experimento os alunos comemoraram a chegada a pesquisadora. Foi observado que a aula do 1º e do 2º Ano foram transformadas num ambiente em que os alunos que pesquisaram apoiaram os alunos que não se organizaram para fazer o experimento, com materiais, discussão e explicações. Isso representa relações cordiais entre os alunos e aprendizagem, ou seja a colaração foi potencializada. Quanto a alternativa b) os alunos demonstraram que identificaram a relação entre várias aulas: conceitos, planejamento e relação com CTSA. Quanto ao item c) corrobora com a pergunta 1 do questionário que teve aceitação quase total dos alunos. Esse item reforça a questão nº 1, e têm relação com a alternativa b e d. A alternativa d) mostra que mais de 90% dos alunos do 1º e 3º Ano estabelecem a idéia que há uma integração entre todas as etapas do projeto. Portanto, todas os itens assinalados pelos alunos trouxeram contribuições a aprendizagem do projeto.

a) Relação da opinião dos alunos da questão 2, avaliação com a revisão da literatura

a) Relação da opinião dos alunos da questão 6, de avaliação com a revisão da literatura HOFSTEIN e LUNETTA (2004) afirmam que o primeiro passo para tornar a atividade de laboratório é que o aluno saiba qual é o objetivo do experimento. O segundo aspecto é oportunizar que os alunos engajem em processos de investigação e pesquisa, em um ambiente adequado para eles construírem conhecimento sobre fenômenos e conceitos científicos. Conforme vimos nos episódios com os alunos do 2º Ano, e também se estende para os alunos do 1º e 3º Ano, que todos os alunos tinham clareza do problema e dos objetivos do experimento. Eles consideraram que não se pode desvincular o experimento do planejamento. Portanto foi observado que todos os alunos que fizeram propostas buscaram resposta para os problemas delineados, antes da atividade experimental. A partir do planejamento, quase a totalidade dos alunos vincularam o problema com algum conceito, desenvolvido por iniciativa deles. Isso foi demonstrado

na condução do experimento ou na discussão dos erros, durante a apresentação dos experimentos, e também na elaboração e apresentação de modelos, com a argumentação dos alunos sobre o processo de purificação e a justificativa sobre afirmações científicas, mesmo que em níveis elementares. Um terceiro aspecto que contribui para a aprendizagem significativa em atividades de laboratório consiste em que o objetivo do planejamento do professor deve condizer com os objetivos da atividade prática para promover aprendizagem. Para isso, o professor deverá fornecer um guia explicativo das atividades e contemplar atividades que culminem com a atividade experimental. Foi observado que a avaliação positiva dos alunos nos itens a, b, c, e d na Questão 2, representa todos os itens explanados e desenvolvidos pela pesquisadora durante a aula e conhecido pelos alunos que receberam o guia e o cronograma de atividades. A seguir será apresentado os dados do Gráfico 18:

Gráfico 18: Dados do Questionário Questão 3) A escolha do método depende: Marque X em quantos itens você quiser: N° Total de Alunos, 58 :[Escola A, 1º Ano: 24, Escola B, 2º Ano: 19 e 3º Ano:15]

Discussão e análise dos dados do Gráfico 18, Questão nº3.

Os dados referentes a opinião dos alunos Escola A, 1º e da Escola B, 2º Ano em relação aos aspectos que influenciam na escolha do método mostram que 100% dos alunos atribuíram aspectos dinâmicos relacionados ao papel do método na pesquisa, com todos o itens a saber: 70% a 90 %, a) problema, d) Exige pesquisar, compreender, organizar e desenvolver o experimento; de 42% a 93% dos alunos atribuem ao item b) objetivos. E acima de 50% nas alternativas e) o problema de Mariana gerou o projeto.

Ao buscar a solução foi definido o tipo de experimento que inclui materiais, procedimentos e análise de resultados e resposta ao problema; e f) O experimento têm relação com conceitos e de 10% a 60% relacionaram a relação com a hipótese.

a) Relação da opinião dos alunos da questão 3, avaliação com a revisão da literatura

Os dados da questão 3 sobre a opinião dos alunos da Escola A, 1º Ano e Escola B, 2º Ano, a respeito do que é o método demonstra que os itens que os alunos assinalaram possui uma boa relação com a literatura de (MARSULO e SILVA, 2005) sobre o método científico, visto que foi observado nas questões 01 e 02, de 70% a 100% dos alunos identificaram os elementos essenciais que formam um problema de pesquisa, tais como: o problema, o objetivo e as vezes a hipótese. Para essas autoras, o método científico é o meio pelo qual se articulam teorias e práticas. Atualmente existem diferentes pontos de vista sobre o método científico, ou múltiplas interpretações. As autoras pesquisaram sobre o método científico no âmbito do ensino de Ciências, com o objetivo de entender como este pode mobilizar a aprendizagem do aluno, de modo que ele seja um participante na construção de conceitos científicos. Ou seja, como o método científico propicia ao aluno ter uma posição ativa diante dos fenômenos naturais. Dessa forma, o método científico distancia-se da simples idéia de um conjunto de técnicas e passos que se aplicam a um objeto de estudo. As autoras destacam que o significado sobre o método científico mudou. Após a década de 60, do Século XX, com a evolução epistemológica sobre a NdC. Tais mudanças repercutiram no ensino de ciências, conforme pode-se perceber nas idéias de:

aprender ciências envolve introdução das crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo e aproximar em maior ou menor grau nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento. Envolve tanto processos pessoais como sociais. No plano social, o processo envolve ser introduzido aos conceitos, símbolos e convenções da comunidade científica, (DRIVER, LEACH, ASOKO, MORTIMER e SCOTT, 1999)

Segundo MARSULO e SILVA (2005), o método científico pode ser dinâmico, pode assumir nuances diferenciadoras como elemento de mediação na construção do conhecimento. Essa função pode ter como ponto de partida o contexto real, social, econômico, cultural que determina a forma como será visto a situação problemática, as discussões sobre o assunto em torno da construção do problema a ser resolvido. São discussões que envolvem perspectivas conflitantes, pois as pessoas têm compreensão

diferentes dos fatos que observam. O levantamento de hipóteses ocorre exatamente para que se possa envolver o sujeito que aprende. Dessa forma, o aluno toma decisões, relaciona possíveis elementos na sua vida e a sua condição humana que o leva a especular, levantar hipóteses e a buscar explicações, avaliar, julgar e posicionar-se frente aos problemas. Nesse sentido, o método científico já não é entendido como um método universal, mas reúne idéias mais racionais, abstratas e gerais. O método incentiva o sujeito a observar a natureza, responder as questões e aprender a conviver com as incertezas. Visto dessa forma, o método científico abre-se a múltiplas possibilidades da construção de conhecimento e se configura como uma teia onde se insere inúmeros fatores, como: sociais, culturais, ambientais. O método científico como um círculo dinâmico, permite o avanço para novos níveis de conhecimento, pois surge de críticas e reformulações, de criação de novas hipóteses, num percurso não linear e muito estruturado. Portanto, os dados evidenciados nas respostas dos alunos do 1º, 2º e 3º Ano, contém uma idéia que o método é dinâmico e relaciona-se com o problema, as hipóteses e outros itens do projeto. A seguir, será apresentado os dados do Gráfico 19:

Gráfico 19: Dados do Questionário Questão 4) A apresentação do experimento pelos grupos ampliou a sua compreensão do experimento: Nº Total de Alunos, 58: [Escola A, 1º Ano: 24, Escola B, 2º Ano: 19 e 3º Ano:15]

Discussão e análise dos dados do Gráfico 19, Questão nº4.

Os dados referentes a opinião dos alunos da Escola A 1º Ano, e Escola B, 2º Ano, sobre a influência da apresentação dos experimentos dos grupos em sua aprendizagem, demonstraram 80% a 100% de contribuição.

a)Relação da opinião dos alunos da questão 4, avaliação com a revisão da literatura

Segundo HOFSTEIN e LUNETTA (2004) a adaptação de experiências escolares diversas para estudantes que possuem experiências e necessidades diversas, habilidades e níveis cognitivos diferentes é especialmente importante atualmente, visto que existe necessidade da obtenção de conhecimentos científicos por parte dos alunos. Esse desafio tem como finalidade facilitar o compartilhamento de idéias e a investigação colaborativa. Para isso, os autores indicam que a aprendizagem é otimizada quando ocorre oportunidades do exame do discurso social reflexivo, mas, segundo os autores pouca atenção é dada à promoção de colaboração, processo de grupo/comunidade e discurso reflexivo. Foi observado, compartilhamento entre os alunos às atividades do 1º Ano e um grande interesse na atividade. O fato de não terem elaborado a proposta para a aula experimental, não resultou em falta de interesse em participar do experimento. Os alunos receberam ajuda dos colegas como já foi descrito e a sala de aula constituiu-se num ambiente de atenção e colaboração. Dessa forma, num primeiro momento, os alunos proponentes explicavam e desenvolviam as suas propostas e num segundo momento, eles monitoravam os experimentos dos colegas. Foi observado uma grande mudança de atitude entre os alunos dessa sala, que passaram a ouvir e aceitar a divergência de opiniões. Quanto aos alunos do 2º Ano ocorreu a formação de um ambiente colaborativo, visto que, quando ocorreram falhas no experimento, a análise do processo foi harmoniosa, pois os grupos que falhavam estavam atentos as contribuições dos colegas, e viram as limitações da condução do experimento, conforme compreenderam as explicações. Os alunos refizeram os experimentos obtendo melhores resultados. Portanto, o estudo permitiu compreender que a aula no laboratório constitui em um espaço de aprendizagem, se oportunizar aos alunos compreender os objetivos do experimento e fornecer um ambiente adequado, colaborativo, em que são desenvolvidas as condições para o desenvolvimento da socialização e a discussão da teoria/prática facilitando a aprendizagem sobre conceitos, procedimentos e atitudes. A seguir comentários dos alunos sobre o experimento:

Questão 4: Comentários dos Alunos do 1ºAno: G4: (1) Não me concentrei no meu experimento e meu grupo não tem concentração e vontade, por isso não fizemos o plano. G6: (2) Sim, porque vimos vários procedimentos G9: (1) Bastante, aprendemos muito mais. G9 (1) não muito, G3; eu não fiz plano, nunca fiz experimento mas eu entendi que é importante. G3: antes, não tinha noção sobre experimento.

Comentários dos Alunos do 2ºAno: G5: (2) Sim. Ajudou, pois em nosso grupo o experimento deu errado, mas por um lado conseguimos reconhecer o por quê que deu errado; G6: (01) Sim, porque cada grupo fez de um modo de experimento diferente.

A seguir será apresentado dados, do Gráfico 20:

Gráfico 20: Dados do Questionário Questão 5) Quanto ao trabalho escrito: Marque quantas alternativas você concordar. N° Total de Alunos, 58: [Escola A, 1º Ano: 24, Escola B, 2º Ano: 19 e 3º Ano:15]

Discussão e análise dos dados do Gráfico 20, Questão nº5.

Os dados referentes a opinião dos alunos da Escola A e da Escola B, do 1º, 2º e 3º Ano, em relação aos aspectos positivos e dificuldades encontradas na realização do trabalho escrito, mostra que os alunos compreenderam que as atividades do projeto estão relacionadas. Existe alguma dificuldade na leitura e como diferenciar o método.

a)Relação da opinião dos alunos da Questão 5 de avaliação com a revisão da literatura:

HODSON (2009) diz que há quatro estágios para avaliar o avanço no nível de AC, a saber: 1º estágio é de assinatura, é a capacidade de ler e escrever o próprio nome; 2º estágio de recitação em que um indivíduo é capaz de ler a maioria das palavras sem ter compreensão adequada e suas e implicações; 3º estágio é a fase de compreensão, a capacidade de fazer sentido de material desconhecido no nível literal e o 4º estágio analítico: ser capaz de analisar, interpretar, criticar e avaliar o texto, incluindo relatórios de mídia. Esse exige a compreensão conceitual substancial, como capacidade linguística. Além disso, se o objetivo é AC de todos os alunos, implica em:

Leitura proficiente e crítica do texto científico, [...] envolve mais do que apenas reconhecer palavras e ser capaz de localizar informações específicas; também envolve a capacidade de (i) determinar quando algo é uma inferência, uma hipótese, uma conclusão ou uma suposição, (ii) distinguir entre uma explicação e as evidências para ela, e (iii) reconhecer quando o autor está afirmando uma reivindicação de “verdade científica”, expressando duvidar ou se envolver em especulações. [...] Simplificando, aprendendo a pensar e razão cientificamente requer uma medida de

familiaridade e facilidade com o formas e convenções da linguagem da ciência (Norris & Phillips, 2003). Isto não é apenas uma questão de reconhecer as palavras, é também uma capacidade de compreender, avaliar e construir argumentos que ligam evidências a idéias e teorias, e usar esse entendimento em novas situações. Assim, ensinar sobre a língua da ciência, e seu uso na argumentação científica, deve ser um elemento-chave (HODSON, 2009, p. 9).

Os dados do Gráfico 20, questão nº 5, demonstram que os alunos atribuem importância a escrita e reconhecem que existe relação entre todas as partes. Alguns grupos apresentaram dúvidas na metodologia, quanto a diferenciar entre o problema do Acidente de Mariana e o problema do experimento sobre água. Considerando que a produção escrita dos grupos de alunos do 3º Ano foi de 100%, do 2º Ano, 70% e do 1º Ano, 30% foi observado que os alunos do 1º Ano não produziram o projeto escrito devido a problemas diversos, tais como:

Alguns Comentários do 1º Ano: G1, G3, G4, G5, G6: os grupos sinalizaram interesse, mas, devido a fatores como a falta de harmonia, comunicação, tempo de reunir, não tinham computador e materiais o trabalho não prosperou. **Comentários do 2º Ano:** G2 e G7: não conseguiram cumprir todas as etapas devido ao excesso de projetos na escola. (relação com a apresentação oral)

A seguir será apresentado os dados do Gráfico 21, Questão 6:

Gráfico 21: Dados do Questionário Questão 6) Quanto a apresentação dos trabalhos slides: Nº Total de Alunos, 58: [Escola A, 1º Ano: 24, Escola B, 2º Ano: 19 e 3º Ano: 15]

Discussão e análise dos dados do Gráfico 21, Questão nº6. Os dados referentes a opinião dos alunos da Escola A, 1º Ano e Escola B, 2º e 3º Ano, em relação ao conteúdo da atividade da apresentação oral evidencia que eles consideram o trabalho como inovação na sala de aula de química. Isso representa 100% das opiniões dos alunos do 2º e 3º Ano. No 2º Ano, a soma dos itens a e h, representam inovação. Quanto aos

alunos do 1º Ano, cerca de 45% marcaram os itens a, c, f, h. Esses itens têm relação com inovação. Notou-se que dos 41% dos alunos que assinalaram o item e, não fizeram o projeto escrito e os 5% que marcaram o item g, assinalaram mais de um item e entraram em contradição, exemplo: (a,b,c) inovador ou repetido, 70% dos alunos do 1ºAno, não fizeram os trabalhos escritos e a apresentação oral, mas mesmo assim, uma parte desses alunos assinalaram itens que representam inovação, foi original etc.

a) Relação da opinião dos alunos da Questão 6, de avaliação com a revisão da literatura

Vários autores enfatizam que a inovação na aula de química têm relação com a contextualização, e isso ocorre pela articulação entre o conhecimento químico e os temas do cotidiano. Para ocorrer a contextualização o professor precisa superar obstáculos existentes no contexto em que se aplica o ensino, tais como:

O requerimento de abordagem interdisciplinar; a ênfase, nas escolas, em sistemas idealizados bastante simples (quando comparados em nossos sistemas do cotidiano); a falta de formação técnica prática dos professores, referente a formulações químicas e a montagem e funcionamento de equipamentos presentes no cotidiano das pessoas. Desse modo, para articular-se ao dia a dia dos estudantes, a educação científica escolar deve incorporar a tecnologia por meio de aspectos do fazer e do pensar dos engenheiros, pois é o que mais se assemelham ao que acontece na vida cotidiana. Para Campbell e Lubben (2000), a conexão entre a ciência escolar e situações do cotidiano deve constituir um fluxo de mão dupla: o uso de experiência cotidianas para ajudar na aprendizagem do conhecimento científico e, no outro sentido, a indicação da utilidade dos conhecimentos escolares na vida dos estudantes e suas comunidades (LEAL & MORTIMER, 2008, p.221,222).

Para compreender e relacionar a discussão da literatura sobre a questão da inovação é importante relacionar os dados observados na Questão nº 6 aos dados obtidos nos gráficos 16, 17, e 19, pois essas questões contemplam itens, os quais mostram um elevado percentual de reconhecimento sobre os elementos da pesquisa. Dessa forma, os dados demonstram que os alunos do 1ºAno da Escola A e os alunos do 2º e 3ºAno da Escola B atribuem inovação a todos os aspectos que estão nos gráficos citados os quais representam indicadores colocados na reflexão de (LEAL e MORTIMER, 2008), quanto ao significado de contextualização no ensino de química. Isso resultou na inovação na aula de química, porque estabeleceu uma conexão entre a ciência escolar com a vida cotidiana dos estudantes, cumprindo a verdadeira contextualização na educação química que foge a idéia do uso de exemplos do cotidiano como, nomear cientificamente espécies de animais e vegetais, ou seja, apenas dourar a pílula. A seguir será apresentado os dados do Gráfico 22:

Gráfico 22: Dados do Questionário Questão 7) Quanto às definições sobre os tópicos e idéias do trabalho escrito. N°Alunos 58:[Escola A, 1º Ano: 24, Escola B, 2º Ano: 19 e 3º Ano:15]

Discussão e análise dos dados do Gráfico 22, Questão nº7. Os dados referentes a opinião dos alunos da Escola A e da Escola B, alunos do 1º, 2º e 3º Ano em relação produção escrita e aos slides e a participação do grupo no processo. Foi observado nos registros dos episódios das aulas, na produção escrita dos projetos, na apresentação oral dos alunos e nas questões de avaliação que será apresentado no capítulo 8, que nos trabalhos escritos e nas falas dos alunos existem diferentes graus de compreensão, e os alunos utilizaram a leitura e a escrita, como mecanismos por meio dos quais desenvolveram, compreenderam e explicaram o que é a Ciência e o que é fazer ciências e suas relações com a realidade, para realizar as suas tarefas. Essas produções foram materializadas e dinamizadas por meio do compartilhamento e negociação dos significados, seja na falas, no uso de tabelas, mapa conceitual, diferentes imagens, desenhos, enfim os quais, relacionaram os estudos propiciados pelas aulas para concretizar o projeto. Isso contribuiu para a comunicação com o uso de símbolos associados, que ocorreram em vários momentos e elaborar uma interpretação mais alternativa e explicação de eventos e fenômenos, de uma forma diferente da linguagem cotidiana comum. Assim, HODSON (2009) argumenta que “de fato, poderia ser dito que aprender a linguagem da Ciência é sinônimo ou coincide com aprender Ciência, e *fazer* ciência de forma significativa”. Para isso, exige ter facilidade razoável com o idioma. A linguagem científica molda nossas idéias e fornece os meios para construir a compreensão científica e explicações sobre os fenômenos. A linguagem científica

permite comunicar os propósitos, procedimentos, conclusões e implicações de nossas investigações, e nos permite relacionar nosso trabalho com o conhecimentos existentes.

a)Relação da opinião dos alunos da questão 7, de avaliação com a revisão da literatura

Na literatura, HODSON, (2009 p.7) enfatiza que os pontos essenciais para ter o envolvimento na Ciência e facilitar a alcançar a AC, formar cientistas ou a educação de cidadãos responsáveis são: [...]“ler e escrever são as mecanismos através dos quais os cientistas realizam [suas] tarefas”. O conhecimento científico não pode ser articulado e comunicado, exceto através de texto

6.7 Conclusão do Questionário: Experimento, Escrita e Apresentação Oral

Considerando o objetivo do experimento foi observado com base na análise no referencial de (MORTIMER e SCOTT, 2002), a formação das interações discursivas interativas/de autoridade e não interativas e dialógicas. Essas interações contribuíram para melhorar a aprendizagem dos alunos do 2º Ano da Escola B. Foi observado que todos os alunos identificaram a ocorrência de reação química no processo de purificação da água, 50% dos alunos conseguiram explicar os fenômenos completo associando a ocorrência de reação química aos fatores que influenciam no processo. Durante os experimentos todos os alunos identificaram o problema e o objetivo do experimento. Foi verificado que o ambiente colaborativo contribuiu para todos os alunos aprendessem algum aspecto trazido de cada grupo, seja através de inovações, seja quando se analisou erros dos experimentos. Os alunos do 2º ano usaram as relações causais, e alguns o raciocínio proporcional atentando aos cuidados com as amostras reagentes. O processo indica que ocorreu diferentes níveis de entendimento dos fenômenos. Esses podem melhorar com um trabalho com o uso de modelos microscópicos para estabelecer relações e promover a passagem do observável ao abstrato.

A ferramenta de (MORTIMER e SCOTT, 2002) contribui para planejar, conduzir e analisar o processo de ensino e aprendizagem em aulas de Ciências, visto que essa atividade foi interativa, teve interesse e colaboração entre os participantes, mas poderia ter sido potencializada, se ocorresse a transformação das palavras e das explicações sobre os fenômenos, como observamos nos enunciados das alunas do grupo G6, que mostraram o discurso da Ciência tal como ela é, sem as suas próprias palavras.

6.8 Conclusão da Atividade 05:Experimento

No 1º e 2º Ano, 90% e no 3º Ano, 100% os alunos realizaram o experimento. No 2º Ano, os alunos dos grupos G3, G4, G6 explicaram com mais detalhes que as relações causais, as representações, e os por quês dos fenômenos e os alunos do grupo G2 fizeram isso durante a aula. Os alunos dos grupos G1, G5, G7 explicaram os fenômenos no nível observável, como: o filtro filtrou, mas não explicaram por quê filtrou, ou seja, sem relação com a teoria. De forma elementar ou mais aprofundada a atividade do experimento evidencia um aspecto importante da atividade da pesquisa, com a atuação do aluno Ao1G7 do grupo G7, que analisou e compreendeu que o sistema de filtragem era afetado pela quantidade de amostra, enquanto os alunos do grupo G1 que não pesquisaram no início, não conseguiram perceber essa relação. Então, isso mostra que a pesquisa contribui para a formação do espírito crítico do aluno do G7, para fazer a análise e perceber as variáveis que ocorrem no processo e que não foi observado e explicado pelas alunas do grupo G1. Portanto, esse foi um dos exemplos que mostram mudanças de percepção e avanços em algum aspecto, em termos de conceitos, procedimentos, atitudes e valores considerando os diferentes níveis cognitivos que apresentaram.

CAPÍTULO 7.0 Atividade 06: Apresentação e escrita do Projeto:

A apresentação dos projetos pelos grupos dos alunos da Escola A, 1º Ano e Escola B, 2º e 3º Ano, ocorreu num tempo de 20 minutos. Os alunos demonstraram segurança no desempenho da atividade. Os alunos elaboraram projetos originais, tanto no desenvolvimento quanto no conteúdo dos tópicos com ênfase na questão ambiental.

7.1. Análise da Atividade 4 (escrita) e 6 Comunicação Oral dos projetos: alunos da Escola A:1º Ano, Escola B: 2º e 3º Ano do Ensino Médio

A apresentação dos projetos dos grupos dos alunos da Escola A, 1º Ano, Escola B, 2º e 3º Ano, mostram uma diversidade de modelos de projetos. Um dos aspectos considerados centrais em propostas de orientação CTS é a formação de valores. Todos os projetos escritos pelos alunos demonstram uma grande sensibilização para o problema da água e uma parte deles estabelece relação com o Acidente de Mariana. Alguns grupos de alunos utilizaram como recursos para a produção dos trabalhos, a ferramenta de mapa conceitual e organização dos tópicos da pesquisa, de forma sintética e coerente, estabeleceram relação entre os conceitos e os problemas. Dentre os elementos mais frequentes no experimento e no projeto escrito dos alunos do 1º, 2º e 3º Ano destacam-se: a consciência sobre a importância da água, a construção de asserção de valor, boa compreensão sobre o objetivo do trabalho e a relação com o problema, o método elaborado a partir do problema, relação com questões científicas e uma carta para as autoridades. Alguns alunos apresentaram sugestões para reaproveitamento da água. Todos os trabalhos são originais e coerentes. Estas produções podem ser relacionadas com os aspectos citados a seguir:

Pesquisa é uma atividade múltipla que envolve realizar observações; propor questões; analisar livros e outras fontes de informações para ver o que já é conhecido; planejamento da pesquisa; revisar o que já é conhecido à luz de evidências experimental; usando ferramentas para coletar, analisar, e interpretar fatos; propondo soluções, explicações e previsões; e comunicação dos resultados. “Pesquisa requer identificação do assunto, uso do pensamento lógico e crítico, e consideração de explicações alternativas, (NRC, 1996, p.23 apud HOFSTEIN e LUNETTA, 2004, p.30).

Os elementos da atividade da escrita do projeto evidenciaram que os alunos da Escola A, 1º Ano e da Escola B, 2º e 3º Ano estabeleceram relação que configuram uma produção que busca soluções estudadas em um programa integrado de atividades em que os alunos se tornaram ativos no processo. Os resultados evidenciam que o projeto

escrito têm uma forte relação com o problema discutido sobre o Acidente de Mariana. Evidencia-se que o experimento foi resultado de uma autêntica atividade para solucionar um problema e não corresponde a uma atividade isolada de realizar um experimento, para solucionar um problema que geralmente o aluno desconhece o porquê de estar cumprindo a atividade. A escrita contribuiu para alicerçar os elementos que fazem parte de uma pesquisa, a partir de um problema e revela em alguns trabalhos, uma maneira diferente de aprender e de fazer ciência. Foi evidenciado que aspectos como a curiosidade, a busca por superação, a compreensão sobre as condições que influenciam um experimento, que observar é estabelecer relação com a teoria para dar sentido ao fenômeno, e que aprender é um processo de construção de conceitos, que não podem ser dados como um fim em si mesmo, ou seja, necessitam da contextualização.

A seguir no Quadro 8, será apresentado uma análise dos elementos presentes nos projetos dos alunos da Escola A, 1º Ano, da Escola B, 2º e 3º Ano, e uma discussão a partir do que foi desenvolvido e o que o alunos definiram nos projetos:

Quadro 8: Projetos, desenvolvidos pelos alunos da Escola A: 1º Ano e Escola B: 2º e 3º Ano, do Ensino Médio

Tópicos do Projeto	Grupos: Alunos do 1ºAno			Grupos: Alunos do 2ºAno					Grupos: Alunos do 3ºAno			
	G2	G7	G8	G1	G3	G4	G5	G6	G2	G3	G4	G5
1.Tema	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2.Introdução: Problema	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3.Hipótese	X	X	X	X	X	X	X	X	X	--	X	X
4.Objetivo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	--	X	X
5.Pesquisas Referencial teórico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	--
6.Método Desenvolvimento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	--
7.Conclusão	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8.Asserção de Conhecimento	X	X	--	X	X	X	--	X	X	X	X	--
8.Asserção de Valor	--	--	X	X	X	X	--	X	X	X	X	--
9.Referências Bibliográficas	--	X	X	X	X	X	X	X	X	--	X	X
10. Relação com o Acidente de Mariana	X	X	X	X	X	X	X	X	--	--	--	--
11.Carta	--	--	--	X	X	X	X	X	--	--	--	--

7.2 Conclusão: Atividade, Projeto dos alunos, Escolas A, 1º Ano e Escola B: 2º e 3º Ano, do Ensino Médio

Os projetos dos alunos, mostram diferenças nos formatos. Todos os projetos têm uma estrutura lógica, sendo que 50% contemplaram mais de 70% dos itens do V de Gowin. A análise dos trabalhos evidencia que, 58,3%, ou 7 dentre os 12 projetos dos alunos da Escola A, 1º Ano e da Escola B, 2º e 3º Ano, estabeleceram relação entre o Acidente de Mariana e o problema em vários itens do trabalho. De uma forma geral, os projetos possuem tópicos como: introdução, problema, objetivos, o método, desenvolvimento e conclusão. Existem projetos, em que os itens foram separados e

elaboraram uma introdução problematizada, com os tópicos inter-relacionados explorando problema, objetivo, hipótese, método, desenvolvimento, asserção de conhecimento, asserção de valor, conclusão e uma carta direcionada às autoridades. Há projeto, cujo foco enfatiza a importância da purificação da água, através de etapas de uma estação de tratamento ETA a saber: captação, coagulação, floculação, decantação, filtração, cloração e fluoretação. Em um modelo de projeto os alunos destacaram a parte química da água em todos os itens apresentados. Todos os projetos do 2º Ano, elaboraram uma carta a Mariana. Os projetos demonstraram relação com a aula, a pesquisa, a preocupação com o problema que deu origem ao estudo sobre a água, asserção de valor e de conhecimento constituindo-se como propostas originais. A diversidade de projetos dos alunos nesta pesquisa mostra que a discussão do V de Gowin facilitou a compreensão dos itens que compõem um projeto, mas os alunos foram autônomos e tomaram as suas próprias decisões a respeito do formato do trabalho. Isso faz entender que o propósito cumpre com a intenção de auxiliar os alunos a adquirirem os hábitos e as habilidades para conduzir sua pesquisa em sala de aula e não seguir um produto de pesquisa acabado, (ZEICHNER, 2002).

MARCONDES et al., (2009) desenvolveram uma pesquisa em que professores desenvolveram propostas na perspectiva CTSA. As autoras analisaram as unidades didáticas que compõem tais propostas, a partir de critérios importantes como:

i) problematização – presença, continuidade ao longo do material, elementos pedagógicos em que se apresenta-; ii) experimentos- relação com o tema proposto para o estudo e sua natureza -; iii) relação com o tema proposto, natureza das informações -; outras atividades – finalidades. Quanto aos conceitos químicos não foi criado uma categoria, visto que a maioria estavam inseridos nos textos e experimentos, (MARCONDES, CARMO, SUART, SILVA, SOUZA, SANTO Jr, AKAHOSHI, 2009, p.287).

A estrutura deste programa de atividades contém uma sequência de atividades interligadas. A sequência de atividades foi planejada para ajudar que os alunos discutissem e apropriassem de certos conhecimentos, de modo a fornecer os alicerces para desenvolver uma compreensão gradual e a inserção de novos elementos nas atividades posteriores. Portanto, a ordem da sequência não foi aleatória. Considerando a perspectiva elaborada pelas autoras citadas, o programa desta pesquisa pode ser compreendido com tais critérios. Por exemplo, na categoria problematização verifica-se que o tema proposto no Debate, Acidente de Mariana foi retomado na atividade de planejamento, em que os alunos discutiram e definiram o problema. O estudo desse problema gerou o projeto teórico/experimental, a partir do qual foi explorado do início ao fim da proposta, relações com o caso de Mariana. Esse fato foi registrado em todos os

questionários e na maioria dos projetos desenvolvidos pelos alunos. Quanto a avaliação dos experimentos seguindo a classificação feita pelo grupo de MARCONDES et al., (2009), verifica-se que esta proposta contempla o nível 2 conforme os critérios do grupo. Dessa forma, partindo desses critérios verifica-se nas projetos dos alunos da Escola A: 1º Ano e Escola B: 2º e 3º Ano, do Ensino Médio, que o desenvolvimento de conceitos têm relação com a compreensão do problema tratado, ou seja o Acidente de Mariana. O tema entrou na pesquisa pela atividade do debate, e foi contemplado no planejamento, na atividade experimental, no projeto escrito e socializado pelos alunos, nos questionários avaliativos e na atividade de avaliação. Quanto à natureza do experimento, essa pesquisa pode ser classificada como investigativa porque o ponto de partida representa uma situação problema. O problema gerou uma discussão, a partir do qual emergiu o tema, contaminação da água. Posteriormente, na aula de planejamento, o problema discutido na atividade do debate foi retomado para definir e ampliar o assunto, os conteúdos, o plano, as decisões, a pesquisa, o desenvolvimento, a discussão e a apresentação oral dos alunos. Quanto aos textos, de uma forma geral, o material foi estruturado para problematizar o tema, com ênfase nas relações CTS e CTSA, antes mesmo de problematizar a situação real, ou seja, inicia com a promoção das atividades de discussão e análise de episódios CTS, que nesse caso têm a intenção de permitir aos alunos ressignificar os conceitos de Ciência e Tecnologia inserida na história e em problemas da realidade. Enfim, evidencia-se que os alunos foram protagonistas, embora não sem dificuldades existentes na fala, na produção, da escrita, na discussão, de realização dos experimentos. Considerando que a participação dos alunos ocorreu com o desenvolvimento de um conjunto de atividades que requer a pesquisa e a escrita, esta desempenhou nesse trabalho, uma função importante, as quais seguem o embasamento teórico de (BAKHTIN, 2015) já discutidos. Faz considerações sobre a escrita as idéias de Rivard e Straw (2000) visto que: “exige um maior esforço cognitivo por parte do aluno, já que o discurso oral é altamente flexível, enquanto a escrita requer uma posição lógica e reflexiva”, (SILVA., et al., 2017 p.2).

Os alunos de forma geral demonstraram interesse, e conduziram as etapas do projeto desenvolvendo no processo aprendizagem sobre CTS, formação de valores com uma grande sensibilização sobre problema de Mariana e o tema água, o que é o caminho da alfabetização científica. Dentre os 12 projetos escritos pelos alunos, em 07: 58% os alunos estabeleceram relações entre o problema do experimento com o problema de Mariana. Há 5: 42% dos projetos enfatizam aspectos significativos para compreensão sobre a qualidade da água, sem relacionar com o problema de estudo, 5: 42% escreveram uma carta a Mariana, 20% dos projetos fizeram propostas para os cuidados hídricos. A diversidade, mostra que o V de Gowin, influenciou para

alicerçar projetos diferenciados, com os elementos tratados. Dessa forma, na escrita podemos observar que “um modelo construtivista de aprendizagem não têm como consequência lógica um modelo construtivista de instrução” conforme afirma (MILLAR, 1989 apud MORTIMER, 1996, P. 22) e sim qual o melhor caminho para o aluno.

Quanto as limitações na escrita, alguns dos projetos não registraram as referências bibliográficas e alguns não contemplaram todos os tópicos como asserção de valor, conclusão. O Anexo 10, estão disponibilizados alguns projetos dos alunos da Escola A, 1º Ano e da Escola B, 2º e 3º Ano do Ensino Médio. Um ponto detectado na discussão na aula de planejamento e na produção escrita do projeto para alguns grupos, diz respeito à relação entre os itens problema e tema. Alguns alunos do 3º Ano, mesclavam o problema do Acidente e Mariana com a simulação que estavam realizando. A visão dos alunos mostra que tal aspecto influenciou na decisão, sobre fazer um recorte e dissertar sobre o assunto de Mariana no corpo do texto, ou na introdução, ou colocá-los como problema do projeto. Dessa forma, o estudo do problema desencadeou o tema do projeto, que em síntese trata da purificação da água, através de uma simulação. Como disseram alguns alunos do 3º Ano, talvez isso tenha relação com: na etapa do planejamento eles estavam aprendendo, pensando e discutindo sobre como esboçar os itens tratados no V de Gowin, como por exemplo o evento em si, como solução para purificar a água levando-se em conta relações teórico metodológicas presentes nessa ferramenta. Dessa forma em 03: 75% dos projetos dos alunos da Escola B, 3º Ano observa-se que o problema focalizou o fenômeno da purificação da água, avançando as relações para uma compreensão dinâmica CTS, sem citar o problema de Mariana. Ao analisar a produção escrita e as interações nas aulas com os alunos da Escola A, 1º Ano e da Escola B, 2º e 3º Ano do Ensino Médio, pode-se inferir que a constituição dos projetos influenciaram e sofreram influências das aulas, conforme a discussão no processo. Uma reflexão de (Valoshinov, 1973) é importante, a seguir:

Entender a enunciação de uma outra pessoa significa se orientar em reação a ela, encontrar seu lugar no contexto correspondente. É como se nós especificássemos, em resposta a cada palavra da enunciação que estamos em processo de entendimento, um conjunto de nossas próprias palavras. Quanto maior o número e o peso dessas palavras, mais profundo e substancial será o nosso entendimento (...) Qualquer entendimento verdadeiro é dialógico por natureza (VALOSHINOV, 1973, p.102 apud MORTIMER, &SCOTT,2002).

A seguir será apresentado a Atividade 07, questões conceituais:

CAPÍTULO 8.0 Atividade 7 - Questões Conceituais

A seguir será apresentado a Atividade 7, questões conceituais. O objetivo dessa atividade é verificar se o aluno identifica os fenômenos vistos no estudo em outros contextos. O Gráfico 23, representa a Questão 1, aplicada aos alunos da Escola A, 1º Ano e da Escola B, 2º e 3º Ano, Ensino Médio. O enunciado da questão 1 é:

Questão 1) A presença de uma substância X, ligada na argila é inofensiva as plantas no solo. Mas, se ocorrer impacto ambiental, provoca um certo fenômeno Y. Por causa do fenômeno Y, a substância X se dissolve no solo e é absorvida pelas raízes das plantas. Isso afeta o seu crescimento e ocorre um enorme prejuízo a lavoura. Para solucionar o problema faz-se a correção no solo que provoca a precipitação da substância X (forma um sólido insolúvel, não absorvido pelas plantas). Qual é a alternativa correta? A resposta correta é alternativa [D: alumínio, chuva ácida, pH]

Gráfico 23: Resultado dos dados, Avaliação Conceitual: Questão 1, Total Alunos: 74 Escola A, 1ºAno: 30 alunos, Escola B, 2º Ano: 30 e 3º Ano:14 alunos

A seguir será apresentado o Gráfico 24, com a Questão 02 do projeto aplicado aos alunos do Escola A, 1ºAno: 30 alunos e Escola B, 2º Ano: 30 e 3º Ano:14 alunos:

2) Um morador ao tentar limpar sua piscina preparou uma solução de sulfato de alumínio $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 10% m/v. O morador não obteve nenhum resultado. Por que isso aconteceu? Qual é a alternativa correta? Resposta é C

- a) A concentração da solução de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ foi insuficiente, não aglutinou a sujeira em flocos.
- b) A água da piscina estava saturada com a presença de hidróxido de sódio $\text{Na}(\text{OH})$ e portanto, isso impediu a reação com o sulfato de alumínio.
- c) O morador não fez a correção do pH da água da piscina.
- d) A reação de floculação só ocorre se houver uma grande concentração de material suspenso.
- e) não fez

Gráfico 24: Resultado dos dados, Avaliação Conceitual, Questão 02, Nº Alunos: 74
Escola A, 1ºAno: 30: Escola B 2º Ano: 30 e 3º Ano:14

A seguir será apresentado o Gráfico 25, com a Questão 03 do projeto aplicados aos alunos da Escola A, 1ºAno: 30 alunos e Escola B, 2º Ano: 30 e 3º Ano:14 alunos:

Gráfico 25: Resultados dos dados Questão 3, Nº Alunos: 74, (Escola A 1ºAno: 30 alunos, Escola B, 2º Ano: 30 alunos e 3º Ano:14 alunos)

3) Analise os sistemas 1 a 5, abaixo e marque Certo (C) ou Errado (E) em cada parênteses:

Respostas corretas: a)E; b)C; c) C; d)C; e)C. As figuras a seguir representam os sistemas da questão 03:

a) Nos sistemas 1 e 5 ocorrem reação química.

b) O sistema 3 é uma substância pura.

c) Os sistemas 2 e 4 mostram que a água própria para o consumo, não significa ser pura quimicamente.

d) Ao ferver várias vezes e passar por filtros especiais, os sistemas 1, 2 e 4, se obtém o sistema 3.

e) No sistema 5 ocorre reação química.

Gráfico 25: Resultado dos dados, Avaliação Conceitual: Questão 3, Total Alunos: 74 Escola A, 1ºAno: 30: Escola B, 2º Ano: 30 e 3º Ano:14 alunos

8.1 Análise e Discussão dos dados da Atividade 7 aplicada aos alunos da Escola A, 1º Ano, Escola B, 2º e 3º Ano, do Ensino Médio.

Na questão 1, os resultados obtidos foram: 1ºAno: 43%, 2ºAno: 10% e 3ºAno: 21% de acertos, com a maior porcentagem de acertos dos alunos da Escola A, do 1ºAno. Na questão de número 2 os dados mostram 43% a 86% de acertos, sendo 1ºAno: 43%, 2ºAno: 43% e 3º Ano: 86%. Na questão de número 3, calculando-se a média, obtemos a) 31%, acertos, b) 68% acertos, c)74% acertos, d)31% acertos, e)84% acertos. Com um cálculo geral das médias de acertos por questão, ou calculando-se uma média de acertos temos: 1ª Questão: 26%, 2ª Questão: 51,4% e 3ª Questão: 31 a 84%

O objetivo das questões foi verificar se os alunos conseguem transpor o conhecimento aprendido para outros contextos. A 1ª questão teve um baixo índice de acertos, mas, é considerado um pouco acima dos resultados de avaliações de questões que envolvem textos químicos mais complexos, de análise de problema que envolve vários aspectos. A 2ª questão observa-se um grande número de acertos dos alunos do 3ºAno e uma média de 43% tanto para os alunos do 1º e 2º Ano. Quanto a questão de número 3 os dados mostram um índice de acertos de 31% à 84% nas questões (b), (c), (e), sendo que apenas nas questões (a) e (d) ocorreu 31%. O índice obtido é considerado bom quando comparados com a literatura. As questões 1 e 2 relacionam o conceito de reação química com o pH em diferentes contextos. A questão 3, é uma revisão dos tópicos vistos no projeto tais como: fenômenos e propriedades relacionados com a água: dissolução do sal na água, composição e purificação da água.

SANTOS e SCHNETZLER (1997) ressaltam que o conceito de transformações químicas é considerado fundamental pelos educadores químicos do Brasil. Segundo ROSA e SCHNETZLER (1998), do ponto de vista epistemológico, o estudo sobre reações químicas é considerado central para conhecer a química, pois a partir dessa compreensão pode-se compreender e controlar uma reação química. As autoras fizeram uma revisão extensa em pesquisas implementadas no ensino médio sobre aprendizagem desse tema, desde os anos 80. Tais estudos consideram que o principal aspecto que contribui para aprendizagem é entender sobre interação química. Essa perspectiva contém uma concepção dinâmica sobre reações químicas e corpuscular da matéria pelos alunos. As autoras identificaram em muitos desses trabalhos analisados que 15% dos alunos apresentam essa concepção sobre reação química e em alguns estudos apenas 2%, mesmo com estudos prévios sobre o tema.

Os alunos do 3º Ano fizeram as questões conceituais, o experimento, o questionário de avaliação da aula, e a apresentação oral no mesmo dia, devido à mudanças nas atividades na escola, com o encerramento das aulas. Dessa forma, a aula de revisão não ocorreu, mas os alunos da Escola B, 3º Ano já tinham concluído o programa da disciplina Química. Portanto, as explicações ocorreram durante o experimento. Os alunos do 1º e 2º Ano participaram de duas aulas teóricas em que foi desenvolvido a apostila (Anexo 6).

Não foi encontrado na literatura trabalho similar no formato de projeto integrado, que propôs atividades de avaliação de conceitos por análise quantitativa. Mas, foi observado na literatura que vários trabalhos desenvolveram atividades que envolvem reações químicas, utilizando abordagem de pesquisa por análise qualitativa. Tais trabalhos mostram que menos de 20% dos alunos desenvolvem habilidades de elevada ordem cognitiva, mas a maioria identifica e compreende os conceitos de reação química pelo que é observado. Existe na literatura, uma discussão sobre as dificuldades dos alunos do nível médio, na compreensão do tema reação química.

(MIRANDA e MORTIMER, 1995) explicam e exemplificam que, devido a esse conceito ser generalizado, os alunos não reconhecem similaridades entre os fenômenos que têm aspectos perceptivos bem diferentes. Exemplo: os alunos tendem a confundir uma transformação química com uma mudança de estado, como a combustão da vela, o que queima a parafina ou o pavio? Outro exemplo: a ferrugem, visto como mudança de estado físico, o ‘ferro virou pó’, ou seja, os alunos não percebem a alteração da massa do ferro. Outra concepção errônea é associar reações químicas a uma transmutação: a madeira quando é queimada vira carvão, cinza e energia, devido ao resultado de uma

certa potencialidade presente na substância. Não se explica que a produção do carvão resulta da interação entre diferentes substâncias e fornecem substâncias diferentes. Quando o aluno reconhece que a reação química ocorre devido a uma causa relacionada a interações, essas podem ter limitações tais como: quanto ao status dos reagentes, ou seja, a reação química ocorre porque tem um ‘agente ativo atuando sobre um agente passivo’. Isso pode ser consequência do ensino e dos livros didáticos, que não esclarecem sobre a questão essencial que atribui o mesmo status aos reagentes, porque ocorre a interação entre os reagentes. Os alunos não compreendem que a reação química é consequência de rearranjos entre dos átomos. Outro fator que constitui como um obstáculo a aprendizagem da reação química é: a ênfase que se aplica as equações químicas em detrimento dos fenômenos. Isso dificulta a elaboração de concepções sobre transformações que ocorrem a nível fenomenológico, com as explicações no nível atômico-molecular. A sugestão dos autores para melhorar consiste em: propor aos alunos que façam testes sobre as suas hipóteses em relação aos fenômenos observados, e dar respostas a perguntas de tipos: a) Que substância ou substâncias se transformam? b) De que para que elas se transformam? c) Por que ocorre a transformação? d) A massa do sistema antes da transformação é maior, igual ou menor que a massa do sistema depois da transformação? Por quê? Nessa perspectiva, melhora a possibilidade de os alunos formarem elaborações tais como: reconhecer as entidades envolvidas na transformação e relacionar as evidências macroscópicas e as mudanças no nível atômico-molecular; pensar no que mudou em consequência da transformação e todos os itens descritos. Os autores sugerem que é importante fazer uma discussão introdutória a respeito das trocas de energia e que elas podem ocorrer em diferente taxas. Isso implica em relacionar com fatores como temperatura, estado físico, superfície de contato e concentração dos reagentes entre outros. Enfim, esses assuntos são retomados com aprofundamento sobre termoquímica, cinética e equilíbrio, que são temas mais complexos.

JUSTI (1998) realizou um estudo com alunos do ensino médio sobre reação química. Ela detectou que eles possuem concepções equivocadas sobre reações químicas, sendo uma delas que as reações químicas ocorrem porque: há afinidade entre os reagentes. A autora enfatiza que o entendimento sobre reações químicas depende de compreender: a termoquímica, estereoquímica e ligações químicas. A autora observa na história da química que tal conhecimento avançou, com a introdução desses conceitos.

Segundo MORTIMER (1996), no Século XIX, as fórmulas químicas passaram a ser usadas como representação espacial da molécula, por permitir explicar várias

propriedades das substâncias, ou seja, além de mostrar as quantidades combinadas possibilita antever a distribuição dos átomos constituintes da molécula no espaço e de que forma se ligavam uns aos outros. Além disso, os autores ressaltam que uma reação química depende do reconhecimento de que a matéria é formada por átomos e que esses átomos são conservados nas transformações químicas.

SANTOS e SCHNETZLER (1997) recomendam que o tema reação química deve ser relacionado com outros conceitos e princípios, pois envolve energia, ocorre num determinado tempo, em uma determinada proposição. Para a abordagem do conceito de transformação é importante estudar algumas coisas vinculadas tais como, as noções quantitativas, os aspectos qualitativos, as propriedades das substâncias. Diferente do ensino atual, que ainda abordam os tópicos químicos de maneira isolada, sem vínculo com os assuntos anteriores e por uma divisão clássica em Química Geral, Físico Química e Química Orgânica, no conteúdo sugerido, a estrutura organizacional do conteúdo programático ocorre pela proposição do estudo de conceitos básicos, sempre vinculados ao conceito central de transformação química. Os autores recomendam o uso de temas químicos sociais. Esses temas, propiciam a contextualização do conteúdo químico com o cotidiano do aluno e facilita o desenvolvimento da participação com a capacidade da tomada de decisão. Os autores sugerem a discussão em torno dos conceitos químicos e uma organização conceitual nesse estudo, precisa respeitar os pré-requisitos. Recomendam que o tratamento dos temas químicos devam ser de integração entre conceitos químicos e discussão sobre aspectos sociais.

ROSA e SCHNETZLER (1998) ressaltam que é difícil a mudança de raciocínio sobre reação química e que existe um consenso na literatura, que é necessário um tratamento eficaz entre os níveis micro e macroscópico e as relações entre as teorias (modelos) que tentam explicar a natureza da matéria e os fenômenos observáveis.

Nesta proposta, a apostila (Anexo 6) foi projetada tendo em vista os níveis macroscópico, microscópico e representacional das explicações da química. Essa recomendação teórica está enfatizada nos (PCN+, 2002). O foco dos PCN+ destaca que o tratamento do conhecimento químico está centrado em estudos de natureza empírica, sobre as transformações químicas e as propriedades dos materiais e substância. Nessa orientação inclui usar modelos explicativos, pois o conhecimento científico em geral e o da Química em particular, requer o uso constante de modelos extremamente

elaborados. Os PCN+ recomendam que o ensino de Química, deve se estruturar sobre o tripé, conforme a Figura 10:

Figura 10: Tripé da Ciência Química, para a aprendizagem

Os três pilares são essenciais para estruturar o conhecimento de química, especialmente se agregarem uma trilogia de adequação pedagógica fundada em:

8.2 As competências em Química

As competências gerais a serem desenvolvidas na área, conforme expressos nas Orientações Curriculares para Ensino Médio de Química (2006) enfatizam:

1-da representação e comunicação: Trata da leitura e interpretação de códigos, nomenclaturas e textos próprios da Química e da Ciência, a transposição entre diferentes formas de representação, a busca de informações, a produção e análise crítica de diferentes tipos de textos;

2-da investigação e compreensão: o uso de idéias, conceitos, leis, modelos e procedimentos científicos associados a essa disciplina;

3-da contextualização sócio – cultural: a inserção do conhecimento disciplinar nos diferentes setores da sociedade, suas relações com os aspectos políticos, econômicos e sociais de cada época e com a tecnologia e cultura contemporâneas.

No contexto desta pesquisa, o foco do estudo para promover a aprendizagem dos conceitos trata do processo de obtenção de água potável. Para isso, enfatizam-se os conhecimentos prévios sobre a estrutura, interações, e diferentes tipos e finalidades do uso da água conforme trata o artigo de (ACEVEDO, 1999). Os conceitos essenciais nessa atividade tem relação com: quais são os componentes desejáveis e indesejáveis na água dependentes do seu uso e como obter a água potável. O desenvolvimento do tema água nessa perspectiva contempla: compreender que existem componentes indesejáveis em suspensão. O tratamento requer nomear e compreender o as propriedade dos colóides como macromoléculas, mil vezes maiores que os componentes dissolvidos e o significado de suas relações com a água, como hidratação devido a estrutura (substâncias polares) e seus componentes possuírem cargas positivas e negativas. Para

uma compreensão mais efetiva requer que o aluno compreenda que ocorrem interações desse material na água (ora se sedimentam ora se mantem em suspensão) devido a hidratação e relação com a acidez do meio (JAFELLICI JÚNIOR e VARANDA, 1999).

A obtenção de água potável pode ocorrer por filtração caseira, mas é mais eficaz por reações químicas, que é uma das etapas que ocorre na ETA, com as fases de captação, floculação, decantação, filtração e a cloração ou desinfecção que elimina os microrganismos causadores de doenças com a destruição ou inativação dos microrganismos patogênicos, algas e bactérias de vida livre; e como oxidante de compostos orgânicos e inorgânicos presentes. Assim, na apostila (Anexo 6) desenvolvida com os alunos do 1º Ano e 2º Ano, contempla os principais aspectos recomendados na literatura e nos PCN+ (2002) e outros documentos oficiais, conforme tripé e a estrutura de sustentação ao conhecimento de química, com os assuntos relativos a compreensão do tema reação química. Portanto, nessa perspectiva observa-se na apostila (Anexo 6) uma composição integrada e com o uso de modelos relacionados às interações com a água relacionados a termoquímica, estereoquímica e ligações químicas, conforme enfatiza (JUSTI, 1998).

9.0 Considerações e algumas implicações

Nesse capítulo, será apresentado algumas discussões finais apontando para os limites e as possibilidades deste trabalho, lembrando que o trabalho não é uma receita, bem como não seguiu receitas. Mas é certo, que este programa de atividades CTS possui uma estrutura e foi conduzida e avaliada com influência dos pressupostos teóricos e metodológicos disponibilizados na educação, sobretudo na Educação em Ciências, os quais são importantes subsídios para compreender a indissociável relação entre a teoria e prática, a partir das questões que o professor detecta e se propõe a desenvolver no seu contexto. Portanto, espera-se que esta proposta contribua para a reflexão e novas propostas, visto que ela não resolve todas as questões, e tanto quanto todas as linhas de pesquisa da Didática das Ciências pode contribuir para reflexão dos problemas que o professor encontra em sala de aula, e ajudá-lo a dialogar com o seu trabalho e possibilita atualização. Considerando tais pontuações, a elaboração, o desenvolvimento e a avaliação desta proposta em uma perspectiva de conhecimentos da linha CTS em equilíbrio, guiou-se pela problematização do conhecimento científico e de seus processos de legitimação. Tal como referencia Lopes (2007) “falar de relações de poder nas ciências não significa falar necessariamente de algo negativo, repressivo”, e sim, que os saberes científicos não são os únicos existentes socialmente, mas possuem características particulares. A dinâmica da construção de conhecimento nesta proposta tende ao pluralismo cultural, que pressupõe questionamento de saberes, negociações de sentidos, significados e conflitos entre diferentes esferas e que nesta pesquisa provocou o interesse dos alunos e facilitou a aprendizagem de conceitos, procedimentos, atitudes e valores, de forma compartilhada. Este estudo feito com os alunos da Escola A, 1º Ano, Escola B, 2º e 3º Ano, Ensino Médio mostra a compreensão da Ciência e da Tecnologia em um contexto social relacionada à aspectos: econômicos, políticos, históricos, sociológicos, filosóficos, ambientais, éticos e culturais, conforme destaca (SANTOS e SCHNETZLER, 1997), (SANTOS & MORTIMER 2002), (LEAL E MORTIMER, 2008), (ACEVEDO DÍAZ et al., 2002), (ALONS0, ACEVEDO DÍAZ, MANASSERO, ROMERO, 2006) e a relação com os conteúdos científicos e principalmente a valores. Em outras palavras, o resultado mostra que os alunos adquiriram conhecimentos mínimos suficientes para ajudá-los no desenvolvimento da capacidade de interpretar de forma geral, questões controversas relacionadas aos impactos sociais da Ciência e da Tecnologia e a qualidade das condições de vida, de forma cada vez mais impregnado de

Ciência e Tecnologia e refletir e tomar decisões responsáveis, com compromisso social. Foi evidenciado que o desenvolvimento desta pesquisa permite melhorar a compreensão do conhecimento científico de modo contextualizado, e estabelecer relação com a vida do aluno, projetando o estudo sobre água em uma perspectiva CTS. Isso amplia a dimensão do conceito científico inserido em problemas. Além disso, tal como sugere a literatura, nesta pesquisa mostra evidências que os alunos da Escola A, 1º Ano e da Escola B, 2º e 3º Ano, Ensino Médio, com dificuldades na disciplina manifestaram interesse sobre conhecimentos científicos e tecnológicos porque viram a utilidade da proposta, e não porque havia uma pessoa externa a rotina da sala de aula, pois, o interesse surge da mediação no processo, em que a teoria e a prática têm relação direta com a vida e o futuro papel que os alunos vão enfrentar, os quais possibilitam conhecimento e ação cidadã (CHASSOT, 1995), (SANTOS e SCHNETZLER, 1997), (AULER e DELIZOICOV, 1999). As evidências de compreensão sobre o programa de atividades foram observados na realização e análise das atividades e nos questionários de avaliação dos alunos da Escola A, 1º Ano e Escola B, 2º e 3º Ano, do Ensino Médio e no comportamento dos alunos.

A Atividade 01, sobre História da Ciência e Tecnologia propiciou maior compreensão dos alunos das relações sobre CTS, com base nos instrumentos de análise de discurso elaborado por (MORTIMER e SCOTT, 2002) com a formação de abordagem comunicativa interativa e dialógica, não interativa dialógica e não interativa de autoridade, através da formação de ciclos, para o processo de dar significação na aula de ciências e isso implicou a presença de um ‘ritmo’ particular, em torno das etapas repetidas de discutir/trabalhar/rever. Foi observado que o desenvolvimento da proposta pôde ser analisado pelas dimensões que representam a abordagem comunicativa, as quais, mostram aceitação da voz do aluno e também que a pesquisadora desenvolveu a sua proposta de ensino/aprendizagem as vezes de forma solitária e em outros momentos de forma não interativa e de autoridade participando de um movimento que transita entre os diferentes extremos dialógico/de autoridade que compõem as dimensões da abordagem comunicativa, conforme explicam (MORTIMER e SCOTT, 2002).

A Atividade 02, do debate a partir da discussão de situação real evidencia diferentes concepções dos alunos, sobre CTS, passando de uma concepção ingênua de C&T, como símbolo de progresso, para concepções mais avançadas que incluem estabelecer relação com os aspectos econômicos, políticos, éticos, ambientais, sociais, e ambientais, os quais foram construídos em um processo de elaboração compartilhada

entre a pesquisadora, os alunos e entre os alunos, e outras vozes que foram levadas para o contexto da sala de aula, para dar sentido a aprendizagem.

Na Atividade 03, planejar e fazer projetos, a discussão mostra que o V de Gowin e Mapa Conceitual são ferramentas mediadoras que contribuíram para desenvolver a estória científica (plano) da pesquisadora, visto que facilitou a discussão entre os alunos e resultou no delineamento dos projetos pelos grupos de alunos da Escola A, 1º Ano e da Escola B: 2º Ano e 3º ano do Ensino Médio. Isso significa que essas ferramentas passaram a fazer parte da mediação como um sistema externo que foram internalizados e transformados e deram significação para ajudar os alunos a interpretar e formular as suas idéias. Considera-se importante que a abordagem com o uso de exemplos, usado com a intenção de familiarizar o tema água com a tarefa proposta aos alunos, de elaborar e conduzir um projeto teve a mesma função, pois permitiu discutir e introduzir os conceitos que formam os alicerces do problema do estudo. Esses recursos, associados as estratégias facilitaram a condução problematizada e pausada de cada elemento do V de Gowin, paralelamente a construção do projeto pelos grupos de alunos. Nessa aula formaram-se interações que mostram o ponto de vista do referencial do V de Gowin, com o propósito de sistematizar a atividade de elaborar o esboço do projeto e otimizar o tempo da realização das tarefas, aspecto importante para dar continuidade ao trabalho.

Nesse caso observou-se a abordagem interativa/de autoridade, pois a pesquisadora desenvolveu um controle direcionando para a questão essencial, de aprender com o V de Gowin e exemplos, pensar e construir um projeto próprio. Pode-se dizer que nessa atividade temos o enunciado como um conjunto de sentidos, na expressão de BAKHTIN (2015), a qual, estabelecemos uma relação:

A relação com os enunciados dos outros não pode ser separada da relação com o objeto (porque sobre ele discutem, sobre ele concordam, nele as pessoas se tocam) nem da relação com o próprio falante. Trata-se de uma tríade viva, (BAKHTIN, 2015, p. 329).

A Atividade 05, do experimento envolveu a discussão sobre os conceitos, sobretudo para os alunos do 2º, e 3º Ano, com a análise dos erros e das dúvidas, ou em relação a composição da proposta do experimento. A atividade experimental foi marcada por momentos que possibilitaram a ressignificação dos conteúdos, no sentido de possibilitar aprendizagem de conteúdos de ordem conceitual, procedimental, atitudinal e de formação de valores conforme idéias de (SANTOS e SCHNETZLER, 1997), (SANTOS & MORTIMER, 2002); (ALONSO, ACEVEDO, MANASSERO, ROMERO,

2006), dentre outros. Isto foi observado também nos outros instrumentos de análise, como nos exercícios, as questões semi abertas e no questionário VOSTS.

Foi observado que neste programa de atividades predominou a dimensão interativa da abordagem comunicativa de (MORTIMER e SCOTT, 2002) no desenvolvimento de todas as atividades propostas, entre a pesquisadora e os alunos e entre os alunos, seja de forma dialógica e interativa, ou de forma não interativa e dialógica, ou interativa de autoridade. A estratégia mais frequente utilizada para desenvolver a história científica foi a composição de textos, os quais exerceram várias funções, dentre as principais: feedback, ou incluir vozes alheias, seja dos alunos ou de outros contextos, para promover a significação das questões essenciais que a pesquisadora planejou que fossem importantes para os alunos avançarem nas concepções e promover a aprendizagem significativa.

MORTIMER & SCOTT (2002) enfatizam que o desenvolvimento da história científica envolve uma re-contextualização progressiva dos meios mediacionais (Wertsch 1991), na medida que o professor guia a transformação do discurso em sala de aula. No caso desta pesquisa observa-se que essa transformação ocorreu nas Atividades 01 e 02, com as descrições dos alunos, de concepções ingênuas presente na cultura, tais como: (ciência é símbolo de progresso, C&T é a solução de todos os problemas existentes e tudo vai voltar a ser como era antes em Mariana) para concepções mais críticas envolvendo relações CTS no problema de Mariana tais como: ocorreu falhas da empresa e dos órgãos fiscalizadores, e devem assumir responsabilidades sócio-ambientais.

O padrão cíclico tem relação com as atividades realizadas nas aulas. No caso desta pesquisa foi evidenciado que a pesquisadora desenvolveu a história científica (plano) de forma que foi estabelecido um ritmo na aula. Esse ritmo deu origem a formação dos tipos de padrões de enunciados que caracterizam uma sequência discursiva e que, segundo os autores são pertinentes para iniciar o aluno no mundo da cultura científica, conforme considere que a aprendizagem do aluno é um processo social e requer negociar sentidos e contemplar o horizonte conceitual dos alunos (MORTIMER e SCOTT, 2002).

O plano pedagógico de iniciar, desenvolver e finalizar o estudo conforme observado nas atividades do programa, como no desenvolvimento da planejamento ocorreu devido ao formato da atividade de projeto na estratégia de educar pela pesquisa. Isso propicia observar que alguns grupos de alunos tomassem decisões e testassem o seu

experimento, antes da realização da atividade no laboratório. Outro ponto, foi o próprio contexto de aplicação. Alguns alunos não se atentaram para as suas propostas, mas durante o experimento, a discussão e a socialização das dúvidas e dos erros que surgiram contribuiu para alguns grupos decidirem rever as suas propostas e também incentivou um grupo de alunos a produção da escrita do projeto.

A aplicação da Atividade 07, questões conceituais em contextos diversos, aponta a percepção de poucos alunos para uma visão microscópica com inferências e generalizações. Mas, os desenhos (modelos sobre o processo de purificação da água) registrados pelos alunos do 1º e 2º Ano (Anexo 09) mostram a identificação dos fenômenos, o uso da linguagem e uma transição para a compreensão dos conceitos científicos no nível microscópico, pois, os alunos identificaram que ocorrem as transformações físico-químicas e têm como fator determinante, o controle do pH. Essa transição foi fruto das pistas e da influência da análise dos erros nos experimentos e no trabalho com a apostila em que se propôs modelos, e sobretudo, pela discussão na aula e com a socialização dos conhecimentos pelos alunos. Considerando o erro, trabalhou-se desde o princípio, em uma perspectiva de que esses fazem parte da atividade científica e também do processo de aprendizagem, e que as pessoas devem se preparar para analisar e superar os fracassos, desde que as observações sejam feitas com os feedbacks construtivos do orientador e dos colegas, de forma respeitosa no coletivo. A prática de análise coletiva quando são valorizadas ajudam a superar o erro e elucidar e identificar os por quês voltados a aprendizagem dos conceitos e procedimentos propostos na atividade. Nesta pesquisa mostra que fortalece e desenvolve a capacidade de lidar com os erros, numa atitude reflexiva de análise e busca de superação. Nesse ambiente de investigação e valorização, em que as pessoas participam sem medo de errar, possibilitou aos aluna(o)s da Escola A, 1º Ano e da Escola B, 2º e 3º Ano, do Ensino Médio, aumento da motivação para concluir suas tarefas, no sentido de saber como terminar e também o desenvolvimento da escrita. Isso foi observado com maior ou menor intensidade nas três salas em que a pesquisa foi desenvolvida. Quando os alunos que falharam nos experimentos, reanalisaram o seu experimento a partir das discussões envolvendo outros alunos propiciou a comparação entre o próprio experimento e o trabalho dos colegas, para ver quais elementos influenciaram na compreensão do processo que resultou em falhas ou não. Alguns alunos reconheceram que as falhas foram por desconhecimento nos procedimentos e a falta de relação com os conceitos. Isso leva a compreender que experimentar não é apenas misturar e que o planejamento e

a pesquisa são pontos de apoio importantes, e que, embora não eliminem as dúvidas que surgem no processo, preparam para ter pontos para a discussão e argumentação na questão dos procedimentos, na observação e interpretação dos fatos químicos. Em outras palavras, observação não é fazer inferências, existe um mundo de conceitos. Outro fator que sinaliza para uma transição e mostrar que o estudo influenciou os alunos para relacionar as atividades com base em conceitos foram obtidos por entrevistas a coordenação pedagógica da Escola B que destacaram que os alunos do 3º ano, realizaram o ENEM 2017, uma semana após o término do projeto e relataram que devido a participação no projeto facilitou a análise e a resolução de todas as questões que tinham relação com a água, obtendo êxito. Outro aspecto muito favorável, segundo a entrevista realizada com a coordenação pedagógica da Escola A, foi que: os alunos do 1º Ano, participantes desta pesquisa esperam que iniciativas como esta sejam propostas sempre, e até hoje perguntam quando vai retornar o projeto sobre Mariana.

A realização da pesquisa evidencia conforme se discute na literatura, que o laboratório ou em qualquer espaço da escola, a troca de experiência pode favorecer o exercício da socialização, ou seja, a formação de valores e isso ajuda no desenvolvimento cognitivo e atitudinal. Por isso, diz ZABALA (1998) conteúdos conceituais, procedimentais, atitudinais e a formação de valores tem relação e dessa forma se diz que a atitude pode ser educada. De uma forma geral, os registros da aula e a análise dos dados mostram que os alunos compreenderam os conteúdos científicos de forma suficiente para identificar problema sobre água e saber fazer sobre, como obter a água potável e demonstraram uma grande sensibilidade e interesse pelos problemas do Acidente de Mariana e com os recursos hídricos. O estudo do problema permitiu ressignificar os conteúdos relacionados ao tema água, para compreender problemas e não a cumprir conteúdos como um fim em si mesmo.

A relação deste trabalho com a literatura, pela reflexão de alguns fenômenos observados pela pesquisadora, sobre os processos na sala de aula de Química, desenvolvidos com a(o)s aluna(o)s da Escola A, 1º Ano e a Escola B, 2º e 3º Ano do Ensino Médio, indicam que é provável e desejável que ocorra o que argumenta BAKHTIN, (2015), quando em situações peculiares, a saber:

que o ouvinte, ao perceber e compreender o significado (linguístico) do discurso, ocupa simultaneamente em relação a ele uma ativa posição responsiva: concorda ou discorda dele (total ou parcialmente), completa-o, aplica-o, prepara-se para usá-lo, etc; essa posição responsiva do ouvinte se forma ao longo de todo o processo de audição e compreensão desde o seu indício, às vezes literalmente a partir da primeira palavra do falante. Toda compreensão da fala viva, do enunciado vivo é de natureza ativamente responsiva [...] toda compreensão é prenhe de resposta, e nessa ou naquela

forma a gera obrigatoriamente: o ouvinte se torna falante,[...]cedo ou tarde, o que foi ouvido e ativamente entendido responde nos discursos subsequentes ou no comportamento do ouvinte. [...]. Tudo o que aqui dissemos refere-se igualmente, *mutatis mutandis*, ao discurso escrito e ao lido, (BAKHTIN, 2015, p.269).

Quanto a constituição de projeto, os sete passos do grupo de Leedemarm, em torno dos seven list para compreender a natureza da ciência (NdC) ou (NOS) sugerida por Matthews ressaltam que o mais importante, é que o pesquisador analise o seu contexto e verifique quais questões são relevantes para a discussão e não seguir passos rígidos. (POZO, 1998) faz uma discussão similar dizendo que o desenvolvimento de projeto não está condicionado a passos rígidos. (CARVALHO e GIL, 1993, 2006), (MORTIMER e SCOTT, 2002) , (HODSON, 2009) e (MUNFORD e LIMA, 2007) expressam idéias similares. Isso não significa reconhecer que muitos outros aspectos constituem a sala de aula.

MORTIMER e SCOTT (2002) destacam que as interações discursivas delineadas pelo discurso dos participantes, vistos pelos padrões de interação, mostram o valor e importância do ritmo das atividades de discutir/trabalhar/rever, de forma sistemática. Eles explicam que o conteúdo do discurso da sala de aula vai se transformando gradualmente e as idéias iniciais dos estudantes, fortemente ligadas à contextos cotidianos são ressignificadas. No caso desta pesquisa infere-se que tal mudança das concepções ingênuas de C&T foram alicerçadas na Atividade 01, no sentido de agregar outras dimensões e a relação com a sociedade, e isso influenciou a discussão e compreensão do problema no debate, no planejamento, no entendimento da relação teoria/prática e nas questões conceituais que apresentaram dados significativos, considerando as dificuldades gerais existentes na aprendizagem de química.

No planejamento foi observado transformações nas falas e escrita dos alunos que remetem aos eixos estruturadores da química, ou seja, os alunos atribuíram a proposta como uma abordagem integradora e relacional do ponto de vista dos focos de interesse da química, e dos aspectos do conhecimento químico. Isso foi descrito nas opiniões dos alunos nas questões dissertativas de avaliação e na escrita do projeto. Dessa forma, os alunos foram introduzidos a trabalhar com tópicos desconhecidos do V epistemológico de Gowin, para uma familiarização ao falar dos tópicos como problema, objetivo, método, hipóteses e outros componentes do projeto. Foi evidenciado na elaboração do esboço e da escrita do projeto dos alunos da Escola A, 1º Ano e a Escola B, 2º e 3º Ano do Ensino Médio, uma compreensão da hipótese que se definiu como relação entre o problema, o método e os objetivos. Um aspecto importante que a análise dos dados

indica é que os alunos distinguem e relacionam os elementos da pesquisa e que a Ciência não tem os métodos prontos para resolver os problemas, e sim que esses surgem a partir da problematização de situações, as quais dão origem a hipótese, como uma provável resposta que se mantêm, ou se modifica conforme a pesquisa, e que conduz a estratégias e composição dos métodos.

No contexto da realização da Atividade 5, experimentos, marcado por diferentes elementos que influenciaram o processo, as intervenções ocorreram com a intenção de desencadear o processo reflexivo no aluno, no desenrolar da estória científica e isso resultou em um episódio caracterizado por vários tipos de interações descritas por (MORTIMER e SCOTT, 2002) e as trocas verbais, que fogem a análise.

No contexto brasileiro, a implementação do projeto CTS, pode ser visto como ressalta STRIEDER e KAWAMURA (2016, 2017) que o formato CTS sofre influência dos espaços, ferramentas disponíveis, contextos da escola, neste caso, na logística do uso dos equipamentos e otimização dos espaços. Além da parte estrutural é importante a revisão constante do projeto pedagógico que levem em conta os interesses dos alunos visto a diversidade de sua realidade. Isso requer um entendimento a luz dos referenciais construtivistas, que compreendam e alinhem esses interesses e necessidades, com a discussão que forneça os alicerces para uma formação que promova o desenvolvimento da capacidade integral da(o) aluna(o) através dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais e a formação de valores, os quais devem ser tratados como objetos de ensino e aprendizagem, na prática educativa do professor em qualquer âmbito educacional, conforme sugerem SANTOS e SCHNETZLER, 1997), (ZABALA, 1998), (LEAL e MORTIMER, 2008) e (CARVALHO, 2016).

Foi evidenciado que a representação através de modelos é uma forma de registro importante para compreender e avaliar o processo de ensino/aprendizagem. Nessa pesquisa, os alunos da Escola A, 1º Ano, e da Escola B, 2º e 3º Ano expressaram modelos variados, mas todos têm relação com as representações dos eixos estruturadores da Química, sobre a purificação da água, mostrando como diz WELLS (1998) que a co-construção do conhecimento não é processo fácil de atingir. Como sugestão para compreensão do aspecto microscópico da Química sugere nesta pesquisa a introdução da estratégia de modelo.

Segundo MOZZER e JUSTI (2009) o uso de modelos com analogias é uma estratégia importante no ensino de ciências, principalmente na química que é um ciência muito abstrata. Essa estratégia possibilita ao aluno comparação entre situações novas e

um domínio do conhecimento mais familiar, quando é dada autonomia para o aluno elaborar o seu próprio modelo; construir explicações, definir e revisar problemas e buscar por informações e fontes de dados. Ao ser ativo no processo facilita ao aluno:

podem se tornar capazes de conhecer os principais modelos da química; desenvolver uma visão adequada da natureza analógica desses modelos; e apreciar o papel dos modelos na credibilidade e disseminação dos produtos da investigação química (JUSTI; GILBERT, 2002), reconhecendo sua validade, seu poder de predição e suas limitações, (MOZZER e JUSTI, 2009, p. 3).

Na ciência os modelos são considerados “o centro de qualquer teoria”, ou seja, são as principais ferramentas usadas pelos cientistas para produzir conhecimento e um dos principais produtos da Ciência e qualquer pessoa utiliza modelo de representação sobre o mundo em nível diferente de complexidade, (FERREIRA e JUSTI, 2008). Essa estratégia possibilita “(..) a elaboração de explicações e previsões sobre comportamentos e propriedades do sistema modelado”, (Gilbert e Boulter, 1995, apud FERREIRA e JUSTI, 2008, 32).

A apresentação dos projetos mostra o conhecimento dos aspectos centrais da pesquisa. A escrita do projeto apresenta diferentes asserções de valor, e no geral atendem de forma coerente e singular, os componentes essenciais da solução de um problema. Além disso, mesmo entre os alunos mais tímidos houve coerência na fala e na produção escrita do projeto. Todos os alunos ficaram mobilizados pelas questões sócio-econômicas-políticas-éticas-ambientais de Mariana. Na escrita, todos os projetos sobre C&T atribuem a importância da participação da população nas esferas de decisão, mas há uma parcela de 30% dos alunos que demonstraram contradições entre a fala e a escrita nos questionários. Na fala e na escrita ocorreu melhoria na interpretação sobre CTS, sendo que mais de 60% sustentam a dimensão social como fator de relevância nas decisões. Outra parcela de alunos atribuem esse papel, sobretudo, aos especialistas em C&T, devido a falta de acesso as decisões sobre C&T, ou por terem algumas concepções simplistas sobre C&T. Isso mostra que os alunos melhoraram suas concepções, mas como dizem SANTOS e SCHNETZLER (1997), BAZZO e AULER (2001) existe a necessidade de fortalecer os mecanismos de participação social e nos trabalhos da literatura, ainda é um desafio na sociedade como um todo. Portanto, a realidade mostra que a questão da cultura de não participação, marcada pelo tipo de colonização persiste e requer a criação e reforços em todas as esferas sociais, de instalar

ou fortalecer esses mecanismos, para facilitar a participação social nas decisões sobre CTS, e construir uma sociedade mais igualitária.

Esta pesquisa é inclusiva porque possibilitou o interesse dos alunos no projeto. Um exemplo disso foi observado na atividade do experimento, com a participação de 100% dos alunos do 3º Ano e 90% dos alunos do 1º e do 2º Ano. A participação intensiva nessa aula, tem relação com o interesse presente na aula de planejamento.

Foi considerado um fator de limitação a logística da disponibilização do acesso ao computador em certos horários, pois alguns grupos no 1º e 2º Ano que não produziram o esboço e escrita do projeto relataram que esse foi um dos motivos. Isso resultou na não apresentação oral e organização inicial dos experimentos.

Mas, apesar dessas limitações, a participação dos alunos foi mais de 90% na Escola A, 1º Ano e na Escola B, 2º e 3º Ano do Ensino Médio, com processo de socialização e cooperação que ajudou os alunos a superarem tais limitações, pois, o essencial entre as pessoas ocorreu:

A combinação de muitas vozes (um corredor de vozes), a compreensão que completa, a saída para além dos limites do compreensível, etc. Essas relações específicas não podem ser reduzidas nem a relações meramente lógicas nem meramente objetais. Aqui se encontram posições integrais, pessoas integrais (o indivíduo não exige uma revelação intensiva, ela pode manifestar-se em um som único, em uma palavra única), precisamente as vozes, (BAKHTIN, 2015, p.327).

Um aspecto que constitui um limite e deve ser tratado nas propostas é que 30% dos alunos da Escola B, 3º Ano apresentaram contradições na fala sobre a concepção C&T, ou seja, uma parcela desses alunos, ora mostram concepções relacionais sobre C&T, ora associam a Ciência e a Tecnologia como salvadoras de todos os problemas. Esses alunos, não atribuem riscos a Tecnologia e a Ciência, e essa concepção traz implícita a visão de neutralidade da C&T. Está ausente na compreensão dessa parcela (30%) de alunos, que o sistema tecnocrático usa mecanismos que impõem certos conceitos reduzidos de Tecnologia, não mostrando seus interesses, e essas concepções são internalizadas, pelas pessoas como apenas benéfica. Isso explica as concepções expressas pelos alunos, de que, o uso que se faz da tecnologia é que traz prejuízo ou não, (SANTOS, ROSA, AULER, 2013, p. 5).

10. Conclusão

A implementação desta proposta demonstra que a sua estrutura central é viável, e aponta para pequenos ajustes entre uma amostra e outra, mas pode-se desenvolvê-la para o nível médio de Química nas três séries. As adaptações decorrem do contexto onde será desenvolvido a proposta, e portanto, sofre influência tais como: imprevistos da escola, a sua própria estrutura e o projeto pedagógico. Mas, isso não altera o desenvolvimento da proposta, se o professor pesquisador esteja familiarizado com as inovações propiciadas pelo estudo da produção da Didática das Ciências e portanto, conduza a sua atividade como uma pesquisa, a resposta a problemas de ensino/aprendizagem que ele encontra em seu trabalho e reflita sobre tais questões e crie suas próprias soluções, as vezes durante o processo, (FREIRE, 1996), (SANTOS e SCHNETZLER, 1997), (POZO, 1998), (MALDANER, 2000) dentre outros. A condução das atividades evidencia um alinhamento de forma positiva, com os pressupostos educacionais da linha Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS), para uma abordagem globalizada e relacional, alicerçados em vários aspectos e afirmados pelos resultados da Didática das Ciências, mostrando as possibilidades e os limites e indicando reforços em alguns aspectos. Retomando o objetivo da proposta pedagógica como: o ensino/aprendizagem dos conteúdos conceituais, procedimentais, atitudinais e formação de valores seguindo a orientação para a abordagem que propicie um equilíbrio entre “C”, “T”, “S”, a partir de problemas e temas de relevância social.

A pesquisa evidencia um interesse significativo dos alunos da Escola A, 1º Ano e da Escola B: 2º e 3º Ano, do Ensino Médio, no programa proposto e essa motivação foi construída no processo. Esta pesquisa reúne conhecimentos da educação científica e tecnológica no contexto social. A questão central a partir do qual todo o conhecimento foi alicerçado é a compreensão das relações CTS, a partir do referencial de SANTOS e SCHNETZLER (1997), os quais foram guiados pelos problemas eleitos e as ferramentas mediadoras utilizadas para o desenvolvimento da proposta, as quais foram analisadas, pela abordagem comunicativa elaborada por (MORTIMER e SCOTT, 2002). O resultado mostra que a perspectiva sociocultural contribui para melhorar a aprendizagem dos alunos, e poderia ser potencializada se fosse conduzida com maiores detalhes pela estrutura analítica dos autores, visto que, elas representam um instrumento importante, não apenas para análise, mas também para planejamento e condução dos

processos que fornecem a significação na aula de Química e de Ciências, e que foram definidas como referencial de análise, durante a organização dos dados.

A discussão e interação entre os participantes, em torno do conhecimento e análise das questões e relação CTS foi ampliado com a abordagem da situação problema de Mariana. Além disso, por ser um assunto conectado com a própria vivência de boa parte dos estudantes, que enfrentam problemas com a falta de água, ou enchentes. Portanto, este programa de atividades possibilitou ampliar concepções sobre a importância do tema água com materiais de baixo custo e levou a valorização desse conhecimento precioso, pelos posicionamentos e para ações responsáveis, de modo a prevenção quanto aos recursos hídricos, visto que a água faz parte do uso de muitos setores de produção e de consumo da população e porque a crise hídrica é mundial, é marcante no Brasil, visto que 40% da população, não tem acesso a água potável e 60% não tem acesso ao saneamento básico. Portanto, cada vez mais, aumenta a necessidade que todos aprendamos a cuidar da água e do meio ambiente de forma geral e a educação é um bom caminho, de promoção da formação necessária para ter conhecimentos diversos e participar de ações cidadãs, para promover políticas efetivas que contemplem o meio ambiente e o social. É possível, que a formação de valores, dimensão considerada central na aprendizagem sobre CTS, contribua para processos formativos duradouros, que possam levar os jovens a criticidade e serem ativos em situação da sua realidade que exigem posicionamento e ações responsáveis, sejam individuais, sejam coletivas. A análise do processo, a luz dos referenciais teóricos evidencia que a problematização, a discussão coletiva negociada, a realização de atividades na etapa de entendimento CTS, em episódios da história propiciou processos cognitivos intermentais (SANTOS, MORTIMER E SCOTT, 2001) e intrasubjetivos, visíveis na aula do debate, do planejamento para a compreensão do papel da Ciência e da Tecnologia na sociedade e a análise do problema real, relacionado a situação de vida dos alunos. Esse processo pode ser contínuo e a mudança pode se estender, porque o estudo CTS através de problemas possibilita ao aprendiz desenvolver uma maior consciência sobre as nossas circunstâncias sociais, alargando assim, a nossa capacidade de compreensão e intervenção em decisões que envolvem C&T, conforme enfatiza (CACHAPUZ, 2011).

A análise mostra que ocorreu a formação do principal objetivo da educação CTS, ou seja, a formação de valores, vinculados aos interesses coletivos, de consciência do compromisso social e de ação individual. Tais valores são relacionados às

necessidades humanas, o que significa um questionamento à ordem capitalista, na qual os valores econômicos se impõem aos demais, (SANTOS e MORTIMER, 2002). O processo nas sete atividades mostra uma das teses importantes elaboradas por (VYGOTSKY, 1989) a saber: a aprendizagem ocorre em movimento, e é visível nas proposições conceituais e metodológicas.

Portanto, à proposta melhorou a aprendizagem, quanto a compreensão de:

Na Atividade 01: discussão e exercícios sobre CTS, os alunos da Escola A, 1º Ano e Escola B, 2º e 3º Ano do Ensino Médio, desenvolveram a compreensão sobre CTS, com destaque para as questões o que é Ciência, o que é Tecnologia e o que é a natureza da Ciência.

Na Atividade 02: Debate, os alunos estabeleceram relações entre o Acidente de Mariana à aspectos CTS relacionados com as dimensões: econômicas, políticas, sociais, ambientais éticas, os quais seguem a discussão de CANIVEZ (1991), a seguir:

Quando se trata de decidir, numa situação sempre particular, o que é justo, o educador não pode propor ou impor ao aluno um modelo definitivo, que este poderia se contentar em seguir. Não pode designar-lhe, a fortiori, o indivíduo, grupo ou partido que detêm a verdade política. Pode indicar precisamente quais são as decisões irracionais ou contrárias ao direito. Mas, não pode substituir o “juízo comum” dos cidadãos, que se elabora no debate coletivo, por um modelo teórico da ação, cientificamente fundado. Porque tal modelo não existe. Disso resulta que a educação do juízo político é, fundamentalmente, uma educação para a discussão, (CANIVEZ, 1991 apud SANTOS e MORTIMER, p. 101, 2001).

Na Atividade 03, Planejamento, de 90% a 100% dos alunos da Escola A, 1º Ano e Escola B, 2º e 3º Ano participaram ativamente na discussão e proposta de projeto, a partir do problema do Acidente de Mariana. Na Atividade 05, Experimento, 90% dos alunos da Escola A, 1º Ano e 90% dos alunos da Escola B, 2º Ano e 100% dos alunos do 3º Ano, da Escola B participaram com interesse e identificaram que ocorre reação química com níveis de transição entre aspectos do mundo microscópico no processo de purificação de água. Na Atividade 04, escrita do projeto e Atividade 06 apresentação oral, os resultados mostram que na Escola B, 100% dos alunos do 3º Ano e 70% dos alunos do 2º Ano e na Escola A, 30% dos alunos do 1º Ano elaboraram o trabalho escrito; 90% a 100% dos alunos das Escolas A e B participaram da apresentação oral dos projetos. Na Atividade 07, da avaliação conceitual na Questão 01: 26% de respostas certas; na Questão 02: 51% de respostas certas e na Questão 03 ocorreu a) 31%, b) 68%, c) 74%, d) 31% e e) 84% de alternativas corretas, considerando-se o total de alunos da Escola A, 1º, e Escola B, 2º e 3º Ano do Ensino Médio. Isso evidencia que a proposta de ensino CTS com o propósito de desenvolver conteúdos “C”, “T”, “S” em

equilíbrio, atingiu o objetivo uma vez que foi observado na análise dos dados, que os alunos compreenderam e foram sensíveis para a análise das relações envolvendo C&T, no caso do Acidente de Mariana, pela formação de valores e relações conceituais em vários níveis expressos nos registros escritos e falas analisadas.

Considerando que o propósito da tese abrange a implementação de uma sequência de atividades inter-relacionadas e os aportes teóricos que dialogaram com os dados indicam avanços na maior parte das atividades conclui-se que respondeu a pergunta da pesquisa: “De que forma um programa de atividades CTS contribui para aprendizagem significativa com a formação de conceitos, procedimentos, atitudes e valores de forma a contribuir para educação científica crítica e inclusiva?”

Em outras palavras, a utilização do tema, extraído de uma situação real, conduzida por atividades diversas, numa perspectiva CTS crítica facilita aos alunos compreensão e apropriação de conceitos, procedimentos e atitudes, com e sobre abordagem de projeto investigativo, de forma que contribui para educação científica e a formação de pessoas responsáveis e preocupadas com o meio sócio-ambiental. Neste caso, aprender diferentes conteúdos que envolvem o problema da contaminação da água, atrelado a problemas reais de forma a compreender as implicações CTS contribui para o questionamento de construções historicamente realizadas sobre atividade C&T, conforme é discutido na literatura sobre CTS. E isso traz contribuição para desdobramentos quanto às questões de prevenção e cuidados, quanto aos recursos hídricos e ao meio ambiente e formação do indivíduo não passivo. O planejamento com base no referencial teórico de SANTOS e SCHNETZLER (1997) e da Didática das Ciências encaminham para abordagem do estudo abrangendo a NdC pela pesquisa, guiada por projetos, como o segundo objetivo da linha CTS e mostra como o uso de tema facilita em diferentes graus, ao estudante entender que ele busca respostas a problemas. Este estudo desenvolvido com os alunos da Escola A, 1ºAno, e da Escola B, 2ºAno e 3ºAno, do Ensino Médio propicia a competência da capacidade de tomada de decisão, a partir da abordagem de conteúdos em equilíbrio “C”, “T”, “S”. Isso possibilita a formação para o exercício de participação em processos decisórios e a perceber e concordar com (CHASSOT, 2003), (SANTOS e SCHNETZLER, 1997, 2003), (SANTOS e MORTIMER, 2002), sobre: “Educar para a cidadania é educar para a vida. É uma educação inclusiva”. Permanece o desafio de inovação em uma escola que, embora enfrente dificuldades, é um ambiente onde há possibilidades para uma prática social transformadora. Esta proposta demonstra que o desafio de implementar a

mudança dentro de uma única sala de aula é uma questão possível. Mas, sabemos que a educação científica sempre ocorre no contexto de uma cultura da escola e uma implementação em larga escala de um currículo requer uma rede de atores e a realidade política dita que uma rede de atores expandida, precisaria ser formada em concerto com grupos socialmente poderosos, para apoiar a mudança no nível de cultura escolar, conforme a reflexão de (AIKENHEAD, 2009).

Existe um consenso, sobre a necessidade e a importância de formação em serviço. Os educadores sugerem que esta formação ocorra com parceiros mais experientes. (Orientações Curriculares Nacionais para o ensino de Química, (2006), (SCHNETZLER, 1994), (MALDANER, 2000). Para o licenciando é fundamental o contato com a realidade que irá a enfrentar como futuro profissional. Essa orientação é vista como uma prática reconstrucionista social da pratica reflexiva, conforme idéia de (ZEICHNER, 2002). E conforme os autores, a orientação só acontece dentro de uma política educacional que garanta condições de trabalho, valorização da docência com melhores salários para diminuir a jornada de trabalho e manter o professor em uma única escola, espaços de formação na carga horária do professor, pois as conhecidas dificuldades que os educadores enfrentam em suas práticas docentes, estão em um contexto sócio-econômico-cultural que não favorece inovações. Portanto, as mudanças estão atreladas a luta por um projeto de nação, que privilegie o bem social e que se potencializarão com a participação de todos os setores da sociedade, na criação de mecanismos de participação na agenda CTS, pela valorização da educação com a fomentação do plano de carreiras do professor, pelo incentivo e renovação, fortalecimento de ações na formação inicial e continuada de professores, recomendações de (SANTOS & SCHNETZLER, 1997), (SANTOS e MORTIMER, 2001, 2002), (AULER e DELIZOICOV, 2001), (AULER e BAZZO, 2001), (MALDANER et al., 2007), (LEAL e MORTIMER, 2008), (DAGNINO, SILVA e PADOVANI, 2011), (CARVALHO, 2003, 2016) etc., pelo reconhecimento dos obstáculos e da necessidade de compromisso social de transformação e ação cidadã, para possibilitar uma educação inclusiva com ACT para todos, a educação para a vida e transformação do mundo em que vivemos (SANTOS & SCHNETZLER, 1997), (CHASSOT, 1995, 2003, 2006) com a luta e defesa de uma sociedade democrática e inclusiva. Mensagem final da pesquisadora: a água é fonte de vida, a educação CTS em equilíbrio contribui para a formar pessoas que valorizam a natureza e o ser humano.

11. Referências Bibliográficas:

ACEVEDO DIAZ, J. A. Modelos de relaciones entre ciencia y tecnología: un análisis social e histórico **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cadiz, v. 3, n. 2, p. 198-218, 2006. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/920/92030203.pdf>. Acesso em: 21 set. 2017.

ACEVEDO DIAZ, J. A. A.; VÁZQUEZ, A. A.; MAS MANASSERO, M. A. **El movimiento CTS y la enseñanza de las ciencias**. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos, 2001a. Disponível em: <https://www.oei.es> Acesso em: 22 set. 2017.

ACEVEDO DIAZ, J. A. A.; VÁZQUEZ, A. A.; MAS MANASSERO, M. A.; ROMERO, P. A. Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciência. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 2, n. 3, p. 353-376, 2003. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/28092826> Acesso em: jun. 2018.

ACEVEDO DIAZ, J. A. A. **Educación tecnológica desde una perspectiva CTS**. Una breve revisión del tema. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos, 2002. Disponível em: <https://www.oei.es/historico/salactsi/acevedo5.htm> Acesso em: set. 2017.

ACEVEDO DIAZ, J. A. A.; ALONSO, A. V.; MAS MANASSERO, M. A.; ROMERO, P. A. Actitudes y creencias CTS de los alunos: su evaluación com el questionário de opiniones sobre ciência, tecnologia y sociedad. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación**, Madrid, n. 2, 2002. Disponível em: <https://www.oei.es/historico/revistactsi/numero2/varios1.htm> Acesso em: 29 set. 2017.

ACEVEDO, J. A. A.; VÁZQUEZ, A.; PAIXÃO, M. F.; ACEVEDO, P.; OLIVA, J. M.; MAS MANASSERO, M. A. Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no ensino de ciências. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 11, n. 1, p. 1-15, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n1/01.pdf> Acesso em: 20 set. 2017.

ALONSO, A.V.; ACEVEDO DIAZ, J.A.A.; MAS MANASSERO, M.A.; ROMERO, P. A. Actitudes del alumnado sobre ciencia, tecnología y sociedad, evaluadas con un modelo de respuesta múltiple. **Revista Electrónica de Investigación Educativa**, Ensenada, v. 8, n. 2, p. 1-37, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/pdf/redie/v8n2/v8n2a5.pdf> Acesso em: 20 set. 2017.

ALFONSO-GOLDFARB, A. M. **O que é história da ciência**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1995. 286 p. (Coleção primeiros passos).

AIKENHEAD, G. S. Research into STS science education. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 1-21, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4005/2569> Acesso: 20 mar. 2017.

AIKENHEAD, G. S. Science and technology education from different cultural perspectives. p. 1-10. In: SYMPOSIUM OF THE INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION, CANADÁ. 12., 2006, Penang. **Proceedings** [...]. Disponível em: <https://education.usask.ca/documents/profiles/aikenhead/ioste2006penang.pdf> Acesso em: 19 out. 2017.

AIKENHEAD, G. S.; RYAN, A.G. The development of a new instrument: views on science-technology-society (VOSTS). **Science Education**, Hoboken, v. 76, n. 5, p. 477- 491, 1992, Disponível em: https://education.usask.ca/documents/profiles/aikenhead/vosts_2.pdf Acesso em set/2017.

ALEIXANDRE, M. P. J. La cultura científica en las clases de ciencias: comunidades de aprendizaje. **Quark: ciência, medicina, comunicación y cultura**, Barcelona, n.28-29, 2003. Disponível em: <http://quark.prbb.org/28-29/028057.htm> Acesso em: 09 nov. 2017.

ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M. A. Ciência e Tecnologia: Implicações Sociais e o Papel da Educação. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 15-27, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n1/02.pdf> Acesso em: 10 out. 2017.

AULER, D., BAZZO, W.A. REFLEXÕES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO MOVIMENTO CTS NO CONTEXTO EDUCACIONAL BRASILEIRO. **Ciência & Educação**, Bauru, v.7. n. 1, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n1/01.pdf> Acesso: jul. 2018.

AULER, D. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA: UM NOVO “PARADIGMA”. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte.v.5, n.1,2003.Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v5n1/1983-2117-epec-5-01-00068.pdf> Acesso: 08/06/ 2017.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Visões de professores sobre as interações entre ciência tecnologia-sociedade (CTS). In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., 1999, Valinhos. **Atas [...]**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 1999. p. 1-10. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/lienpec/ATAS.pdf Acesso em: 29 mar. 2017.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA PARA QUÊ? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.3, n.1, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v3n2/1983-2117-epec-3-02-00122.pdf> Acesso: jun. 2017.

AULER, D. Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. In: SANTOS, W.L.P.; AULER, D. (org.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Universidade de Brasília, 2011. Cap.3, p.73-97.

AUTARUGIO, M. H.; DINIZ, M. L.; LOCATELLI, S. W. O debate como estratégia em aulas de química. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 1, p. 26-30. 2010. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_1/06-RSA-8008.pdf. Acesso em: 06 set. 2017.

AZEVEDO, E. B. Poluição vs. Tratamento de Água: duas faces da mesma moeda. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.10, p. 21-25, novembro,1999. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/quimsoc.pdf> Acesso em: 16 mar. 2016.

BACHELARD, G. **O novo espírito científico**. São Paulo: Editora Abril,1974. (Coleção Os Pensadores)

BAKHTIN, M. Os Gêneros do Discurso. O Problema do Texto na Linguística. In BAKHTIN, M. **Estética da criação verbal**. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2015.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2011.

BASTOS, F.; NARDI, R.; DINIZ, R. E. S.; CALDEIRA, A. M. A. Da necessidade de uma pluralidade de interpretações acerca do processo de ensino e aprendizagem em ciências: revisitando os debates sobre Construtivismo. In: NARDI, R.; BASTOS, F.; DINIZ, R. E. S. **Pesquisas em ensino de ciências: contribuições para a formação de professores**. São Paulo: Escrituras. 2004. Cap.1, p. 9-55.

BASTOS, F. Construtivismo e ensino de ciências. In: BASTOS, F. **Questões atuais no ensino de ciências**. São Paulo: Escrituras. 2005. Cap.2, p.9-27.

BAZZO, W.A. Quase três décadas de CTS no Brasil! Sobre avanços, desconfortos e provocações. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 11, n. 2, p. 50-68, 2018. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/8427>. Acesso em: 20 jul. 2018.

BETTELHEIM, F. A.; BROWN, W. H.; CAMPBELL, M. K.; FARRELL, S. O. **Introdução à química geral**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, 2006. 135p. (Orientações Curriculares para o Ensino Médio, 2). Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf Acesso em: 09.03.2016

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ ensino médio**. Parâmetros Curriculares Nacionais Química. Ensino Médio. Brasília, 2002. Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2016.

BORGES, A.T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.19, n.3, p.291-313, dez. 2002. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607/6099> Acesso em: março, 2016.

BUTY, C., MORTIMER, E.F. Dialogic/Authoritative Discourse and Modelling in a High School Teaching Sequence on Optics, **International Journal of Science Education**. Vol. 30, No. 12, 5 October 2008, pp. 1635–1660. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500690701466280> Acesso em: maio/2020

CAPPECHI, M. C.M. Argumentação numa aula de física. *In*: CARVALHO, A.M.P. (org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Ed. Cengage Learning, 2016.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências**. 8.ed. São Paulo: Ed. Cortez, (1993, 2006).

CARVALHO, A.M.P. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. p.13-47. *In*: SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. (ed.). **Pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. 2.ed. Ijuí: Ed.Unijuí. 2015. p. 13-47.

CARVALHO, A. M. P. Critérios estruturantes para o ensino das ciências. *In*: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2016. Cap.1, p.1-13.

CACHAPUZ, A. F.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. (org.). **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Ed. Cortez, 2005.

CACHAPUZ, A. F. Tecnociência, poder e democracia. *In*: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (org.). **CTS e educação científica: desafios tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora UnB, 2011. Cap.2, p.49-72.

CASTRO, A.D.de. Prefácio do livro: **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

CHALMERS, A. **A fabricação das ciências**. São Paulo: Ed. UNESP. 1994.

CHARTIER, R. Os poderes da impressão. *In*: CHARTIER, R. **A mão do autor e a mente do editor**. São Paulo: Ed. UNESP, 2014. Cap.4, p.103-127.

CHASSOT, A.I. **Para que(m) é útil o ensino de Química**. Ed.UNIJUÍ/Ijuí.RS.1995.

CHASSOT, A.I. Alquimiando a química. **Química Nova na Escola**, HISTÓRIA DA QUÍMICA. São Paulo, n. 1, p. 20-22, 1995. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc01/historia.pdf> Acesso em: 08 jun. 2017.

CHASSOT, A.I. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf> Acesso em: 08 jun. 2017.

CHASSOT, A.I. **Alfabetização científica**. Questões e desafios para a educação. 4.ed. Ijuí: Editora Unijuí. 2006.

CHASSOT, A.I. **Sete escritos sobre educação e ciência**. São Paulo: Editora Cortez. 2008.

CHRISPINO, A.; LIMA, L. S.; ALBUQUERQUE, M. B. Vendo CTS como rede: as publicações mais prestigiadas no Brasil. *In*: IX CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 9., 2013., Girona, 09, 2013. Disponível em <https://core.ac.uk/download/pdf/38989739.pdf> Acesso: out/2018

CRISTINI, F. Nenhuma lição aprendida pelo poder público diz procurador após dois anos de tragédia em Mariana. Entrevista, vídeo. 05/11/2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/minas-gerais/desastre-ambiental-em-mariana/noticia/nenhuma-licao-aprendida-pelo-poder-publico-diz-procurador-apos-dois-anos-da-tragedia-de-mariana.ghtml> Acesso em 08/11/2017.

DAGNINO, R.; SILVA, R. B. da.; PADOVANNI, N. Por que a educação em ciência, tecnologia e sociedade vem andando devagar? *In*: SANTOS, W.L.P.; AULER, D. (org). **CTS e educação científica: desafios tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora UnB, 2011. Cap.4, p. 99-134.

DEPOIS de uma centena de mortos. Minas Gerais 2019. As consequências da tragédia em Mariana (MG), um ano depois. **Veja**. São Paulo: Editora Abril, v. 52, n. 6, p. 34-61 06/fev/2019.ISSN: 0100-7122.

DESCARTES, R. Discurso Sobre o método e princípios de filosofia. São Paulo: Editora Levoir, 2010. 112 p. (Coleção Folha de São Paulo).

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 9, p. 31-40, maio,1999. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc09/aluno.pdf> Acesso em: 15 mar. 2016.

DINIZ PEREIRA, J.E. A pesquisa dos educadores como estratégia para construção de modelos críticos de formação docente. *In*: DINIZ PEREIRA, J. E.; ZEICHNER, K. M. (org). **A pesquisa na formação e no trabalho docente**. Belo Horizonte: Editora Autentica, 2002.

EDWAARDS, M.; GIL PÉREZ, D.; VILCHES, A.; VALDÉS, P.; ASTABURUAGA, R.; ROMERO, X. El desafío de preservar el planeta: un llamamiento a todos los educadores. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación**, Madrid, n. 2, 2002. Disponível em:

<http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/64060/varios3.pdf?sequence=1&isAllowed=y%20%20Acesso%20em:%2010%20jul.%202018>. Acesso em: 10 jul. 2018.

ENSAIO sobre a sujeira: As consequências da tragédia em Mariana (MG), um ano depois **Veja**. São Paulo: Editora Abril, v. 49, n. 45, p. 84-94, 2016.

FARIA, W. **Mapas conceituais**. Aplicações ao ensino, currículo e avaliação. São Paulo: EPU, 1995.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C.de. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_2/08-PE-5207.pdf Acesso em: 10 mar. 2016.

FERREIRA, P. F, M.; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 28, p. 32-36, maio. 2008. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf> Acesso em 20 abr. 2016

FEYERABEND, P. **Contra o método**. 2. ed. São Paulo: Editora UNESP. 2011.

FIGUEIREDO, M., PAIXÃO, F. Opiniões sobre a natureza da ciência e da tecnologia de estudantes portugueses do ensino superior. In: ROIG, A. B. et al. Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología: documentos de trabajo n.º 05, OEI, Madrid (2010). Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/DOCUMENTO5vf.pdf>> Acesso em: 20 jul. 2018.

FOUREZ, G. **A construção das ciências**. Introdução à filosofia e à ética das ciências. São Paulo: Ed. UNESP, 1995.

FREIRE, P. PEDAGOGIA DA AUTONOMIA. Saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Ed. PAZ e TERRA, 1996.

FREIRE, M.; TALANQUER, V.; AMARAL, E. Conceptual profile of chemistry: a framework for enriching thinking and action in chemistry education. **International Journal Science Education**, Abingdon, v. 41, n. 5, p. 674-692, 2019. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500693.2019.1578001?journalCode=tsed20> Acesso em: outubro/2018.

FREITAS, D.; SANTOS, S. A. M. CTS na produção de materiais didáticos: o caso do projeto brasileiro instrumentação para o ensino interdisciplinar das ciências da natureza e da matemática. In: MARTINS, I. P.; PAIXÃO, F.; VIEIRA, R. M. **Perspectivas ciência-tecnologia-sociedade na inovação da educação em ciências**. Aveiro: Universidade de Aveiro – Depto de Didáctica e Tecnologia Educativa, 2004. p. 409 - 413. Disponível em: http://aia-cts.web.ua.pt/wp-content/uploads/2013/07/CTS_2004.pdf. Acesso em: 10 jul. 2018.

GALIAZZI, M. C., GONÇALVES, F.P.A. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na Licenciatura em Química. **Química nova**, São Paulo, v.27,n.2,p.326-331, 2004, Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=3975 Acesso em: setembro 2017.

GALIAZZI, M. C. **Educar pela pesquisa**. Ambiente de formação de professores de ciências. Ijuí: Editora UNIJUÍ. 2003.

GARCIA, J.L.; MARTINS, H. O ethos da ciência e suas transformações contemporâneas, com especial atenção a biotecnologia. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 7, n.1. p. 83-104, 2009.

Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-31662009000100005&script=sci_arttext&tlng=pt Acesso em: 21 jun. 2019.

GIORDAN, M. O papel da Experimentação no ensino de ciências. Pesquisa no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 10, p. 43-49, 1999. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf> Acesso em 20 abr. 2016

GOI, M.E.J.; SANTOS, F.M.T.dos. Reações de Combustão e Impacto Ambiental por meio de Resolução de Problemas e Atividades Experimentais. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.3, vol. 31.p. 203-209. agosto, 2009. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/09-RSA-5008.pdf Acesso em 09. set. 2017.

GÓES, M. C. R. Linguagem, a construção de conhecimentos e o conceito de zona de desenvolvimento proximal. In: MORTIMER, E. F.; SMOLKA, A. L. (org.). **Cultura e cognição reflexões para o ensino e a sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

GOUVEIA-MATOS, J. A. M. Pasteur: ciência para ajudar vida. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 6, p. 20-22, novembro 1997 Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc06/historia.pdf> Acesso em 20 jul. 2010.

GRANGER, G. G. **A ciência e as ciências**. São Paulo: Editora da UNESP. 1994.

GRECO, A. **Homens da ciência**: entrevistas. São Paulo: Conrad Editora do Brasil. 2001.

HARARI, Y. N. **Uma breve história da humanidade Sapiens**. 45. ed. Porto Alegre: Editora L&PM, 2019a.

HARARI, Y.N. **21 lições para o século 21**. São Paulo: Companhia Das Letras. 2018.

HARARI, Y.N. **HOMO DEUS. Uma breve história do amanhã**. São Paulo. Editora Companhia das Letras. 2019b.

HERNÁNDEZ, F.; VENTURA, M. **A organização do currículo por projetos de trabalho: o conhecimento é um caleidoscópio** 5. ed. São Paulo: Artes Médicas, 1998.

HODSON, D. EXPERIMENTOS NA CIÊNCIA E NO ENSINO DE CIÊNCIAS. Tradução Paulo A. Porto. [S. l.: s. n.], 1988. Disponível em: <http://www.iq.usp.br/palporto/TextoHodsonExperimentacao.pdf> Acesso em: 08 mai. 2019.

HODSON, D. Teaching and learning about science language, theories, methods, history, traditions and values. Rotterdam: Sense Publishers, 2009. Disponível <https://brill.com/view/title/37606https://www.sensepublishers.com/media/1013-teaching-and-learning-about-science.pdf> Acesso em: 06 mai. 2019.

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century. **Science Education**, Hoboken, v.88, n.1, p.28-54, 2004. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sce.10106> Acesso: 06 05.2017.

HUNSCH, S.; DALMOLIN, A. M. T.; ROSO, C. C., SANTOS, R. A., AULER, D. O enfoque CTS no contexto brasileiro: caracterização segundo periódicos da área de educação em ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

HURD, P.D. Scientific literacy: new minds for a changing world. **Science Education**, Hoboken, v. 82, n. 3, p. 407-416, 1997. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/>

[%28SICI%291098-237X%28199806%2982%3A3%3C407%3A%3AAID-SCE6%3E3.0.CO%3B2-G](#)
Acesso: abr/2018.

JAFELLICI JUNIOR, M.; VARANDA, L. C. O mundo dos colóides. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 9, p. 9-13, 1999. Química e Sociedade. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc09/quimsoc.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2018.

JUSTI, R. S. da. A Afinidade Entre as Substâncias pode explicar as reações químicas? Seção. História da Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.7, p.26-29, 1998. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc07/historia.pdf> Acesso: 20.03. 2010.

LEAL, M., C.; MORTIMER, E. F. Apropriação do discurso de inovação curricular em química por professores do ensino médio: perspectivas e tensões. **Ciência & Educação**, Bauru, v.14, n.2, p. 2008. p.213-231. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132008000200003&script=sci_arttext Acesso em: março/2016.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo de ciências**. São Paulo. EPU, 1987.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 9. ed. SP. Editora Perspectiva, 2006.

LOPES, A. C. **Currículo e epistemologia**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007.

LOPES, L. M. N. O rompimento da barragem de Mariana e seus impactos sócio ambientais. **Sinapse Múltipla**, Betim, v. 5, n. 1, p. 1-14, 2016. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/sinapsemultipla/article/view/11377/9677> Acesso em: 05 set. 2017.

LÓPEZ CERREZO, J. A. Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, n. 18, p. 41-68, 1998. Disponível em: <https://rieoei.org/historico/oeivirt/rie18a02.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2001.

LUDKE, M., ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo. Ed. E.P.U. 2005.

MACHADO, A. H. **Aula de química discurso e conhecimento**. 2ªed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2004.

MALDANER, O. A. Formação Inicial e Continuada de Professores de Química – professores/Pesquisadores. Ijuí: Ed. Unijuí, 2000.

MALDANER, O. A.; ZANON, L. B.; BAZZAN, A. C.; DRIEMEYER, P. R.; PRADO, M. C.; LAUXEN, M. T. C. Currículo contextualizado na área de ciências da natureza e suas tecnologias: a Situação de Estudo. In: MALDANER, O. A.; ZANON, L. B. (orgs.). **Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica no Brasil**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007. p. 109-138.

MAS MANASSERO, M. A.; VÁZQUEZ, A. A, ACEVEDO DIAZ, J. A. A. Avaluació dels temes de ciències, tecnologia i societat. Palma de Mallorca, Conselleria Educació i Cultura del Govern de les Illes. Balears. 2001

MANDLER, D.; MAMLOK-NAAMAN, R.; BLONDER, R.; YAYON, M.; HOFSTEIN, A. High-school chemistry teaching through environmentally oriented curricula. **Chemistry Education Research and Practice**. Cambridge, v. 13, p. 80-92, 2012.

MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M.P.; SUART, R. C.; SILVA, E. L.; SOUZA, F. L.; SANTO JUNIOR, J. B.; AKAHOSHI, L.H. Materiais instrucionais numa perspectiva CTSA: uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de química em formação continuada. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 281-298, 2009. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/download/359/226>. Acesso em: 26.nov.2019.

MARSULO, M.A.G., SILVA, R.M.G.da. Os métodos científicos como possibilidade de construção de conhecimentos no ensino de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias*. vol.4.nº3 (2005). Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART3_Vol4_N3.pdf Acesso em julho 2019.

MARTINS, I. P. Formação inicial de professores de física e química sobre a tecnologia e suas relações sócio-científicas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 2, n. 3, p. 293-308, 2003. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen2/REEC_2_3_6.pdf Acesso em: 20 set. 2017.

MARTINS, I. P. Ciência, público e compreensão pública da ciência. **Interações**, Aveiro, p. 36-48, 2015. Disponível em: <http://www.eses.pt/interaccoes>. Acesso em: 11 abr. 2018.

MATEUS, A.L.M.L., MACHADO, A.H., BRASILEIRO, L.B. Articulação de Conceitos Químicos em Um Contexto Ambiental por Meio do Estudo do Ciclo de Vida de Produtos. Seção Química e Sociedade. **Química Nova na Escola**, SP, v. 31, n.4, p. 231-234, 2009. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_4/02-QS-3508.pdf Acesso: set.2017.

MATTHEWS, M. HISTÓRIA, FILOSOFIA E ENSINO DE CIÊNCIAS: A TENDÊNCIA ATUAL DE REAPROXIMAÇÃO. *Cad.Cat.Ens.Fís.*, v.12, n.3; p.164-214, dez. 1995. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084/6555> Acesso em junho/2018.

MATTHEWS, M. Construtivismo e o ensino de ciências: uma avaliação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 13. p. 270-294, 2000. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6761/6229> Acesso em: 20.junho/2018

MATTHEWS, M. R., Changing the focus: from nature of science to features of science. *In*: KHINE, M. S. (ed.). **Advances in nature of science research**. Dordrecht: Springer, 2012. Chapter 1.p. 3-26. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/a9c4/54b365fb159ec300294a51c58497ae044270.pdf> Acesso em: 20.junho.2018.

MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P., ALVES FILHO, J. P. Alfabetização Científica no Ensino de Química: Uma Análise dos Temas da Seção Química e Sociedade da Revista Química Nova na Escola. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 165-171, 2009. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/03-QS-0809.pdf Acesso em 01 jun. 2018.

MILLAR, R. UM CURRÍCULO DE CIÊNCIAS VOLTADO PAR A COMPREENSÃO POR TODOS. **Ensaio, Pesquisa em Educação em Ciências**, BH, v. 5. n. 2. p.146-164, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v5n2/1983-2117-epec-5-02-00146.pdf> Acesso: 03.04.2018.

MIMURA, A.M.S., SALES, J.R.C., PINHEIRO, P.C. Atividades Experimentais Simples Envolvendo Adsorção sobre Carvão. Seção Experimentação no Ensino de Química. *Revista Química Nova na Escola*. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 32, n.1, p. 53-56, 2010. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_1/10-EEQ-2209.pdf Acesso em: setembro/2017.

MIRANDA, E. M. **Estudo das concepções de professores da área de ciências naturais sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade**. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação) - Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade de Federal de São Carlos, São Carlos, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/2444>. Acesso em: 27 set. 2017.

MIRANDA, L. C.; MORTIMER, E. F. TRANSFORMAÇÕES CONCEPÇÕES DE ESTUDANTES SOBRE REAÇÕES QUÍMICAS. O aluno em foco. **Química Nova na Escola**, São Paulo, nº2, novembro 1995, p.23-26. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc02/aluno.pdf> Acesso em 29 jul. 2010.

MOREIRA, M. A. Pesquisa em ensino: aspectos metodológicos. In: MOREIRA, M. A. **Metodologias de pesquisa em ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, B. M.; SCHINEMANN, D. A.; OLIVEIRA MOTA, J. G.; BERTIPAGLIA, D. S.; PRUDENTE DE OLIVEIRA, J. M.; SCHNEIDER, E. M. crise hídrica: vamos pensar sobre o assunto? In: SCHEIFELE, A.; PRUDENTE DE OLIVEIRA, J. M.;

MORTIMER, E. F. $H_2O = \text{ÁGUA}$: o significado das fórmulas químicas. **Química Nova na Escola**, Conceitos Científicos em Destaque. São Paulo, n. 3, p. 19-21, maio 1996. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc03/conceito.pdf> Acesso em: 10 mar. 2016.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 1, n.1 p. 20-39, 1996. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/645> Acesso em: 10 mar. 2016.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/562> Acesso em: 29 ago. 2017.

MORTIMER, E. F., MACHADO, A. H. **Química 1, Ensino Médio/Química**. São Paulo: Editora Scipione, 2013.

MOZZER, N. B.; JUSTI, R. Introdução ao tema dissolução através da elaboração de analogias pelos alunos fundamentada na modelagem. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, 7., 2009, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: ABRAPEC, 2009. Disponível em: <http://www.posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/216.pdf> Acesso em: 21 maio 2019.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. de. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n. 2, p. 89-111, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v9n1/1983-2117-epec-9-01-00089.pdf> Acesso em: 15 mar. 2017.

NUNES, A. O., DANTAS, J. M.; OLIVEIRA, O. A.; HUSSEIN, F. R. G. S. **Ácidos e bases**: discutindo os conceitos dentro das relações Ciência-Tecnologia-Sociedade. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015. 146 p.

OLIVEIRA, D. Q.; GONÇALVES, F. P. Usina: articulações entre ensino, literatura e interações entre ciência, tecnologia e sociedade. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo

- Horizonte, v. 21, e10568.p.1-23. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v21/1983-2117-epec-21-e10568.pdf>. Acesso: 30.out. 2019.
- OSBORNE, J. A uma pedagogia social na educação em ciências: o papel da argumentação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p.1-17, 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/%20rbpec/article/view/4038/2602> Acesso em: 21 maio 2019.
- PINTO, J. A.; MACIEL, M. D. Discussão e debate de questões CTS por alunos do último ano de um curso licenciatura em química: definições de ciência e tecnologia. **Holos**, 2014. Natal, v. 1, p. 247-257. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/1065/790> Acesso em: 20 jul. 2018.
- POR QUÊ? **Exame**. São Paulo: Editora Abril, v.52, n.2, 2019.
- PORTO, P. A. Os três princípios e as doenças: a visão de dois filósofos químicos. **Química Nova**, São Paulo, v. 20, n. 5, p. 569-572, 1997. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/qn/v20n5/4902.pdf> Acesso em 28 jul. 2010.
- POZO, J. I. **A solução de problemas**: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- RAZERA, J. C. C.; NARDI, R. Ética no ensino de ciências: atitudes e desenvolvimento moral nas controvérsias. In: NARDI, R. (org.). **Educação em ciências da pesquisa à prática docente**. São Paulo: Ed. Escrituras, 2003. Cap. 3, p. 41-56.
- REIS JUNIOR, A. O Primeiro a Utilizar Anestesia em Cirurgia Não Foi um Dentista. Foi o Médico Crawford Williamson Long. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, Rio de Janeiro, v. 56, n.3, p. 304-324, 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/rba/v56n3/en_10.pdf Acesso em: 05 jul. 2019.
- ROBERTS, R. M. **Descobertas acidentais em ciências**. Campinas: Ed. Papirus, 1993. 326 p.
- ROJO, R. H. R. Enunciação e interação na ZDP: do nonsense à construção dos generos de discurso. In: MORTIMER, E. F.; SMOLKA, A. L. (org.). **Linguagem, cultura e cognição reflexões para o ensino e a sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.
- ROSA, M.I.F.P.S.; SCHNETZLER, R.P. Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.8, novembro, 1998. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc08/pesquisa.pdf>. Acesso em: 25/03/2016.
- ROSO, C. C.; DALMOLIN, A. M. T.; AULER, D. Práticas educativas balizadas por Freire e CTS. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2011. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viii/enpec/resumos/R0060-1.pdf. Acesso em: 20 mar.2017.
- SAMAGAIA, R.; PEDUZZI, L. O. Q. Uma experiência com o Projeto Manhattan no ensino fundamental. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n. 2, p. 259-276, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n2/08.pdf> Acesso em: 20 jun. 2018.

SANCHES, S. M., SILVA, C. H. T. P.; VESPA, I. C. G.; VIEIRA, E. M. A importância da compostagem para a educação ambiental nas escolas. **Química Nova na Escola**, SP, n. 23, 2006. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc23/a03.pdf>. Acesso: 10 jul. 2018.

SANTOS, F. M. T.; MORTIMER, E. F. Comunicação não-Verbal em salas de aula. In: III ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, Atibaia. SP. ATAS, novembro 2001a. Rio de Janeiro: ABRAPEC. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/iiienpec/Atas%20em%20html/o40.htm> Acesso: nov. 2019.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para a ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1. p. 95-111, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n1/07.pdf> Acesso: 20.jun.2018.

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. 110-132, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v2n2/1983-2117-epec-2-02-00110.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2017.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/download/355/222> Acesso em: 20 jun. 2018.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. A argumentação em discussões sócio-científicas: reflexões a partir de um estudo de caso. In: III Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2. Atibaia SP. 2001. **Atas** [...]. Rio de Janeiro: ABRAPEC. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/iiienpec/Atas%20em%20html/o2.htm#o2 Acesso: 15.nov.2019.

SANTOS, W. L. P. **O ensino de química para formar o cidadão**: principais características, condições para a sua implantação na escola secundária brasileira. 1992. 243 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas, 1992.

SANTOS, W. L. P. Aspectos sócio-científicos em aulas de química. 2002. 338 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002. Disponível em <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/IOMS-5KZJL9/1/2000000035.pdf>. Acesso em 10 nov. 2019.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de Temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, Bauru, v. 1, número especial, p. 1-12 de 2007. Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=rcen&cod=contextualizacaoensino> Acesso em: 23 maio 2016.

SANTOS, W. L. P., MÓL, G. S. de., SILVA, R. R. da., MATSUNAGA, R. T., DIB, S. M. F., CASTRO, E. N. F. de., SILVA, G. S. de., SANTOS, S. M. O. de., FARIAS, S. B. QUÍMICA E SOCIEDADE: Ensinando Química pela Construção Contextualizada dos Conceitos Químicos. In: ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. (org.). **Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica no Brasil**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2007. p. 67-87.

SANTOS, W. L. P. Educação Científica Humanística em uma perspectiva Freiriana: Resgatando a Função do Ensino CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 109-131, mar. 2008. Disponível em: <http://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37426> Acesso: 20/01/2020.

- SANTOS, W. L. P. Significados da educação científica com enfoque CTS. *In*: SANTOS, W.L.P.; AULER, D. (org.). **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisa. Brasília: Universidade de Brasília, 2011. Cap.1 p.21-48.
- SANTOS, W. L. P. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. **Amazônia** – Revista de Educação em Ciências e Matemáticas, v. 9, n. 17, p.49-62, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/download/1647/2077> Acesso em: 24 set. 2018.
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química**. Compromisso com a cidadania. Ijuí: Editora Unijuí, 1997.
- SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (coord.). **Química cidadã**: ensino médio: 2º série. 2. ed. São Paulo: Editora AJS, 2013. (Coleção química cidadã).
- SANTOS, R. A.; AULER, D. Ampliação da concepção de participação no campo CTS. X ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, Águas de Lindóia, SP, 2015. **Atas** [...]. Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2015. Disponível em: http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/lista_area_09.htm Acesso em: 15 mar. 2017.
- SANTOS, R. A.; ROSA, S. E.; AULER, D. A não neutralidade da ciência-tecnologia em abordagens CTS no contexto brasileiro. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., Águas de Lindóia, 2013. **Atas** [...]. RJ, ABRAPEC, 2013. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R1279-1.pdf> Acesso: 15.03. 2017.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A.M.P. Alfabetização científica uma revisão bibliográfica. **Investigação Em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246/172> Acesso em: 08 jun. 2017.
- SCERRI, E. R. The new philosophy of chemistry and its relevance to chemical education. **Chemistry Education Research and Practice**, Cambridge, v. 2, n. 2, p. 165-170, 2001. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/-/content/articlelanding/2001/rp/b1rp90016a/unauth#!divAbstract> Acesso em: 13 mar. 2017.
- SCHNEIDER, E.M. (org.). **Propostas didáticas na abordagem ciência tecnologia e sociedade**. Cascavel: Unioeste.e.PUB, 2017. Cap. 4. p. 83-99. Disponível em <http://www.5.unioeste.br> Acesso em: 10 mar. 2016.
- SCHMIDT, S. Criando água limpa. **Pesquisa FAPESP**, SP, n. 235. p.53-55, 2019.
- SCHNETZLER, R. P. Do ensino como transmissão, para um ensino como promoção de uma mudança conceitual nos alunos: Um processo e um desafio para a formação de professores de Física, Química e Biologia. 3ª Escola de Verão para professores de Prática de Ensino de Física, Química e Biologia. Coletânea, Serra Negra, SP.1994.
- SILVA, D. P. (org.). **Oficinas temáticas no ensino público**: formação continuada de professores. São Paulo: Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, 2007. p.43-73.
- SILVA, F. N. et al., Investigando a contribuição de uma sequência de aulas para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e alfabetização científica por estudantes do ensino médio de química por meio da escrita. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: UFSC, 2017.

Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0184-1.pdf>
Acesso em: 01 out. 2019.

SILVA, L.; VERAS. **Contaminação nas águas do Rio Parnaíba, a quem será que se destina?** São Carlos: GPEQ Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do IQSC, 2015.
Disponível em: <http://gpeqsc.com.br/casos/casos.php?op=viewCaso&pagina=1&casoid=58>
Acesso em: 27 set. 2017.

SILVA, P. S.; MORTIMER, E. F. Água em foco. *In*: UFMG JOVEM, 13., 2012, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: UFMG, 2012. Disponível em:
https://www.ufmg.br/proex/ddc/ufmgjovem2012/docs/mfae/02-agua_em_foco.pdf . Acesso em: 01 jun. 2018.

SILVA, P. S., MORTIMER, E. F. O Projeto Água em Foco como uma Proposta de Formação no PIBID. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 240-247, 2012. Disponível em:
http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_4/10-PIBID-116-12.pdf
Acesso em: 20 jun 2018.

STRIEDER, R.B., KAWAMURA, M. R. D. Panorama das pesquisas pautadas por abordagens CTS. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. 2012. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, USP, São Paulo, 2012. Disponível em:
https://teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-13062012-112417/publico/Roseline_Beatriz_Strieder.pdf Acesso em: 23 out. 2019.

STRIEDER, R. B.; SILVA, K. M. A.; FERNANDES SOBRINHO, M.; SANTOS, W. L. P. A educação C TS possui respaldo em documentos oficiais brasileiros? **ACTIO, Docência em Ciências**, Curitiba, v.1, n.1. p. 87-107, 2016. Disponível em;
<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/download/4795/3149> Acesso em: 08 jun. 2017.

STRIEDER, R. B., KAWAMURA, M.R.D. Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, Florianópolis. v.10, n.1, 2017.
Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5007/1982-5153.2017v10n1p27> Acesso em: 14 mar. 2017.

STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M. R. D. Ciência e tecnologia em textos complementares de livros didáticos. 2007. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. **Atas [...]**. Florianópolis: ABRAPEC, 2007. Disponível em: <http://www.nutes.ufrr.br/abrapec/vienpec/CR2/p702.pdf> Acesso em: 24 mar. 2017.

TABER, K. S. Kelly's Personal Constructs of the Word. *In*: TABER, K. S. **Constructing the scientific research programme into the contingent nature of learning science**. New York: Springer, 2010. Chapter 1, p. 31-33.

TEIXEIRA, F.M. Alfabetização científica: questões para reflexão. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 19, n. 4, p. 795-809, 2013. Disponível em:
<https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v19n4/v19n4a02.pdf> Acesso em: 08 jun. 2017.

TOMA, E. H. Hidrosfera e princípios de química verde. *In*: TOMA, E.H. **Química inorgânica e ambiental**. São Paulo: Ed. Edgar Blucher, 2015.

TORRALBO, D. **O tema água no ensino: a visão de pesquisadores e de professores de química**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em:

https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-22022011-115248/publico/Daniele_Torralbo.pdf Acesso em: 10 set. 2017.

VALE., M. F. Educação Científica e Sociedade. *In In: BASTOS, F. Questões atuais no ensino de ciências*. São Paulo: Escrituras. 2005. Cap.1, p.1-7.

VÁSQUEZ ALONSO, Á.; MACIEL, M. D.; CHRISPINO, A.; MAS, M. A. M. A compreensão dos temas de ciência, tecnologia e sociedade no Brasil: análise comparativa com outros países do PIEARCTS. *In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (org.). CTS e educação científica: desafios tendências e resultados de pesquisa*. Brasília: Editora UnB, 2011.

VIDAL, P. H. O.; PORTO, P. A. A história da ciência nos livros didáticos de química do PCNEM 2007. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 18, n. 2, p. 291-308, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v18n2/a04v18n2.pdf> Acesso 05 jun. 2017.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

VILCHES, A.; GIL-PÉREZ, D. Emergencia planetaria: necesidad de un planteamiento global. *Educatio Siglo XXI*, Murcia, v. 25, p. 19-49. 2007. Disponível em: <https://www.uv.es/Vilches/documentos%20enlazados/Emergencia%20planetaria%20Educatio.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2018.

VILCHES, A.; GIL-PÉREZ, D.; PRAIA, J. De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. *In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (org.). CTS e educação científica: desafios tendências e resultados de pesquisa*. Brasília: Editora UnB, 2011.

WARTHA, E. J.; FALJONI-ALÁRIO, A. A contextualização no ensino de química através do livro didático. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 22, p. 42-47, 2005. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a09.pdf> Acesso em 15/03/2016.

WELLS, G. Ensino, da adivinhação à previsão: discurso progressivo no ensino e na aprendizagem de ciências. *In: COLL, C.; EDWARDS, D. (org.). Aprendizagem e discurso em sala de aula. Aproximação ao estudo do discurso educacional*. Porto Alegre. Artes Médicas. 1998.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Editora Artmed, 1998.

ZEICHNER, K.M. A pesquisa-ação e a formação docente voltada para a justiça social: um estudo de caso dos Estados Unidos.p.67-94. in DINIZ PEREIRA, J.E.D, ZEICHNER, K.M.(org). A pesquisa na formação e no trabalho docente ed.Autêntica.Belo Horizonte-MG.2002.

ZIMAN, J. **Conhecimento público**. São Paulo: Editora da USP. 1979.

ZIMAN, J. M. **A força do conhecimento**. São Paulo: Editora da USP, 1981.

ZIMAN, J. **O conhecimento confiável**. Uma exploração dos fundamentos para a crença na ciência. Campinas: Ed. Papirus, 1996.

ZULIANI, S. R. Q. A.; DIAZ ÂNGELO, A. C. A utilização de metodologias alternativas: o método investigativo e a aprendizagem de química. *In: NARDI, N. (org.). Educação em ciências da pesquisa à prática docente*. 3. ed. São Paulo: Editora Escrituras, 2003.

ANEXO 1 - Figuras CTS

A Figura 1 mostra uma caracterização sobre Ciência Tecnologia e Sociedade, e a Figura 2 apresenta uma estrutura característica para os cursos CTS, os quais possibilitam temas diversos, com a maior ou menor inclusão de conteúdos específicos de Química. Ambas extraídas de Santos e Schnetzler (1997):

Figura 1: As inter-relações CTS

Fonte: Hofstein, Aikenhead, e Riquarts, 1988, p. 358 (tradução nossa).

Figura 2 - Abordagem dos Temas Sociais de CTS.

Figura 3 – Sequência da estrutura dos materiais de CTS³

Fonte: Aikenhead, 1994, p. 57 [tradução nossa].

A seta da figura indica a sequência adotada nos projetos. Em síntese, explica-se:

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; 6) Esta estrutura curricular se assemelha à sequência de etapas identificadas por Aikenhead (1990). Está presente nos projetos: a) CHEMCOM (os conteúdos são selecionados a partir dos assuntos de interesse dos alunos Ware et al., (1986); b) no projeto holandês de física, PLON (abordagem geral parte de fenômenos sociais e tecnológicos para os conceitos físicos, e vice-versa (Kortland1990).

ANEXO 2 - Mini – textos

Textos desenvolvidos no 1ºAno: anestesia, roda, vacina, Projeto Manhattan e máquina a vapor.

Textos desenvolvidos no 2ºAno: roda, vacina, imprensa, Projeto Manhattan.

Textos desenvolvidos no 3ºAno: roda, vacina, imprensa, Projeto Manhattan.

1- Roda: Curiosidades Disponível em

<http://www.portalsaofrancisco.com.br/curiosidades/roda-curiosidades>

2-Máquina a vapor:

1698 - Thomas Newcomen, em Staffordshire, na Grã-Bretanha, instala um motor a vapor para esgotar água em uma mina de carvão.

Características:
Consumia 35 dcm³ de carvão e tinha a capacidade de elevar 2,5 toneladas de água (5 HP).

Esta foi a primeira máquina comercializada que fazia uso da sucção por condensação do vapor e utilizada para retirar água de minas de carvão.

Texto 2: Em 1705, o ferreiro inglês Thomas Newcomen construiu um motor movido a vapor para extrair água das minas de carvão e usá-las na distribuição de água da cidade. Posteriormente, em 1764, James Watson, matemático e engenheiro aperfeiçoou esta máquina fazendo um condensador separado. Ele mostrou que 80% do calor produzido era consumido para aquecer o cilindro, uma vez que o vapor era condensado e separado num compartimento do pistão que mantém o cilindro à temperatura do vapor injetado. A nova máquina de Watson consistia num complexo sistema de engrenagens, na qual o vapor era libertado para a atmosfera através da abertura de uma válvula, o que evitava as desvantagens da condensação do vapor por ação de um jacto de água fria. O motor de Watson usava 75% menos carvão que o motor original de Newcomen. A partir disso, outros motores mais sofisticados foram desenvolvidos e aplicados na produção têxtil, locomotivas, barcos, indústrias. Com exceção de Watson a máquina a vapor foi criada e aperfeiçoada num período de 200 anos, por uma sucessão de inventores práticos, considerados semi-alfabetizados, como STEPHENSON (1781-1848) e TREVITHICK (1771-1833), sem quaisquer estudos de Matemática ou de Física. Fonte: ZIMAN, J. M. A força do conhecimento. Ed. Itatiaia Ltda. BH, EDUSP, SP, 1981.

Texto 3: VACINA. A varíola foi considerada a pior doença transmissível no século XVIII, com taxa de mortalidade até 40%. Espalhou-se pelo ocidente que na China, havia um método, chamado de “variolação”. Esse evitava ou atenuava a doença. Consistia em introduzir na pele de indivíduos sadios o líquido extraído de uma crosta de varíola de uma pessoa infectada. Isso foi muito usado, até que em 1796, Edward Jenner, médico inglês, publicou os resultados de sua pesquisa considerada como as bases científicas da vacinação. Nessa época sabia-se que os trabalhadores rurais que lidavam com vacas doentes com a varíola das vacas, conhecida como “cowpox”, desenvolviam pústulas semelhantes às dos animais, (uma condição benigna conhecida por “vaccinia”, do latim “vacca”), ficavam imunes à varíola humana. Para conduzir sua investigação Jenner inoculou essa secreção em uma criança saudável de oito anos, que nunca tinha tido essas doenças. A criança rapidamente desenvolveu sintomas benignos de “vaccinia”. Após, Jenner utilizou o mesmo procedimento inoculando (o vírus)¹ da varíola humana. A criança não desenvolveu a doença. Com base na conclusão desta experiência, o vírus usado na varíola na técnica de variolação foi substituído pelo vírus causador da “cowpox”. Esse processo difundiu-se por toda a Europa, mas só no limiar do Século XIX começou a produção da vacina em maiores proporções com a cultura do vírus – designada por “vaccinia” – na pele de bezerros. Posteriormente eram usados para várias inoculações. Esta técnica, que ficou conhecida por vacinação (de “vaccinia”), deu início nos Estados Unidos, em 1800. Atualmente existem mais de 50 vacinas em todo o mundo. ¹ Nessa época o trabalho de Jenner teve um forte rigor lógico experimental, pois a microbiologia (ciência que estuda os micro organismos) surgiu bem depois em 1863, quando Louis Pasteur, cientista francês desenvolveu suas pesquisas com o uso de microscópio óptico. Ele observou que na fermentação do vinho havia a presença do que ele chamou de germes, (seres vivos) vindos da poeira do ar, os quais foram caracterizados como objeto visível e tangível com uma organização, capaz de se multiplicar em certas condições favoráveis. Após anos de pesquisas, em 1865 relacionou que as doenças eram causadas pela presença de microorganismos e passou a estudar doenças em animais, como a raiva. Mas, havia um obstáculo: essa doença era causada por vírus e esses não são visíveis ao microscópio óptico. Assim, por vários anos, Pasteur utilizou a experimentação intensiva inoculando muitos animais até achar a dosagem certa para se obter o micro organismo atenuado, que é a vacina. Posteriormente, inoculou sua vacina anti-rábica em situação emergencial e salvou a vida de um garoto mordido por cão com sintomas da doença. Houve sucesso na aplicação. Nasce a imunologia que consolidou o uso do conhecimento sobre a vacina, Fonte: Gouveia-Matos, QNEsc, (1997).

Continuação: ANEXO 2 - Mini – textos

3-Imprensa: A tipografia ou imprensa foi inventada pelo alemão Johann Gutenberg entre os séculos XIV e XV. Inicialmente houve produção maciça, composta de uma miscelânea de objetos impressos, os manuscritos (folhas de notícias, partituras musicais, tratados políticos etc.) e não livros (produção coerente de um autor) e trouxeram profundas transformações nas práticas sociais tais como, familiarizar o que era desconhecido, aprender a ler, e de forma mais frágil fortaleceu a escrita à mão, e a criar novos usos para ela nos manuscritos que deixavam espaços para complementos. Os manuscritos feitos pelos copistas – (escriba), permaneceu por cerca de quatro séculos, por razões como: custo menor; evitar a censura oficial; preferência por uma circulação limitada, permitir revisões. É bom lembrar que na Biblioteca de Alexandria o copista era um profissional valorizado por copiar os manuscritos com muito capricho e alguns eram especializados em línguas das mais distantes regiões da Terra, CHASSOT (2008). O termo prensa significava um tipo de dispositivo técnico capaz de reproduzir palavras, frases, textos ou mesmo livros inteiros, através de caracteres ou tipos móveis (como um molde, carimbo). Há milhares de anos os registros eram feitos em tábuas com escrita cuneiforme, pelos povos sumérios, os papiros pelos egípcios, os ideogramas pelos chineses, entre outras formas, cujo acesso era limitado. Conforme CHARTIER (2014), o livro feito de páginas e suas inovações como (índice, páginas, tabela etc.) surgiu entre os séculos II e IV, e com a Imprensa tornou-se a técnica mais frequente de produção do livro ou obra unitário de um autor. Mas, a imprensa trouxe limitações como as reproduções de uma obra nunca eram idênticas, e muitas vezes alteravam a relação do leitor com o material escrito, inclusive houve casos de fraudes (retirar, inventar ou alterar as ideias do autor). O primeiro livro (obra) impressa com rigor foi a Bíblia, em idioma vernáculo (língua local, neste caso, em alemão). Esse fato foi de fundamental importância à Reforma Protestante, haja vista que até então a Bíblia era lida em latim. A evolução da Ciência devido à imprensa não foi acidental, pois ela além de comunicar a descoberta científica, teve a sua importância como um instrumento indispensável à prática e a pesquisa, e foi comparada modernamente como a do computador e a do microscópio, (ZIMAN, 1981). O historiador francês Roger CHARTIER (2014), estudioso da história do livro e da leitura destacou que para a disseminação do livro (conteúdo de uma obra coerente) até chegar à tela do computador, o passo decisivo originou de Gutenberg. Fonte de Consulta: CHARTIER, R., Os poderes da impressão. In: A mão do autor e a mente do editor. Ed. UNESP, SP, 2014. ZIMAN, J.M., A força do conhecimento. Ed. Itatiaia Ltda. BH, EDUSP, SP, 1981. CHASSOT, A. Sete escritos sobre educação e ciência. Editora Cortez (2008).

4-Projeto Manhattan: O Projeto Manhattan representou a pesquisa e desenvolvimento mais inovador da história humana, que produziu as primeiras [bombas atômicas](#) durante a [Segunda Guerra Mundial](#). Foi um projeto sigiloso, que seguiu o alerta do físico Albert Einstein, sobre a possibilidade de, os alemães estarem próximos de desenvolver a bomba de urânio. Foi liderado pelos [Estados Unidos](#), com o apoio do [Reino Unido](#) e [Canadá](#), entre 1940 a 1946. Foi designado como Distrito Manhattan envolvendo cientistas de várias áreas, engenheiros, o exército e o emprego de 130.000 pessoas para operar na obra. Com um custo de 2 bilhões na época (26 bilhões de dólares em 2013), mais de 90% foi usado na estrutura e 10% para o desenvolvimento e produção das armas. Dentre os vários locais envolvidos para o trabalho destaca o estado do Tennessee (instalação das usinas de reação nuclear) e LOS ALAMOS (Novo México) onde eram realizados os testes. A construção das bombas foi um trabalho árduo e sem garantias. Foram construídos 2 usinas, e exigiu o desenvolvimento dos formatos, os mecanismos de explosão e a escolha dos materiais que pudessem controlar a reação em cadeia. Em maio de 1945 concluiu-se a bomba de [urânio-235](#), e foi testada em 17/07/1945. Em maio/45, aperfeiçoou o processo da confecção da bomba de plutônio, mas não houve tempo para teste. Um total de quatro armas (Trinity, Little Boy, Fat Man, e uma bomba não utilizada) foi produzido até o final de 1945. Em 06/agosto/ 45 foi lançado a bomba de Urânio na cidade de Hiroshima e após três dias foi lançado a bomba de plutônio em Nagasaki, cidades do Japão. O projeto Mahathan foi encerrado e as instalações fechadas e abandonadas, mas, posteriormente foi usado secretamente para fins militares. A partir de meados de 1946, o Oak Ridge começou a distribuir radioisótopos para hospitais e universidades, sendo maior a procura pelo uso de [iodo-131](#) e de [fósforo-32](#), utilizados no diagnóstico e tratamento de câncer, e em pesquisas biológicas, industriais e agrícolas. ZIMAN, J.M., A força do conhecimento. Ed. Itatiaia Ltda. BH, EDUSP, SP, 1981. SAMAGAIA, R.; PEDUZZI, 2004.

ANEXO 3: Palestra: O Acidente de Mariana: Principais aspectos

Quadro 1. Palestra: Vídeo: O desastre de Mariana Principais tópicos abordados:
05/11/2015 Rompimento da barragem do Fundão da mineradora de ferro Samarco em Bento Rodrigues/MG;

Samarco S/A: é uma empresa brasileira de mineração associada a Cia Vale do Rio Doce e a anglo australiana BHP Billinton, fundada em 1977. É um complexo com 3 diques Fundão, Santarém e Germano e outras usinas. Após o acidente foram construídos os diques S3 e S4.

Volume dos rejeitos de ferro: 35 milhões de m³ cúbicos lançados (ou 20 mil piscinas olímpicas) e 16 milhões de m³ continuam sendo despejados: da jusante da barragem destruída em Minas Gerais até a foz do Rio Doce no estado do Espírito Santo.

Local: De Bento Rodrigues, Distrito de Mariana, estado de MG até Linhares no estado do Espírito Santo;

Mais Atingidos: Destruição e soterramento de (80%) de Bento Rodrigues e alguns distritos vizinhos como Gesteira, Paracatu de Baixo, Barra Longa etc. Inundou os Rios Gualaxo do Norte e do Carmo até atingir Rio Doce (maior bacia hidrográfica; região sudeste). Atingiu a Usina Hidrelétrica de Risoleta Neves, conhecida como Candonga;

Extensão do impacto: 630 km, da nascente do Rio Doce (MG) até a foz no estado do (ES). Atingiu 229 cidades, e afetou o abastecimento de água de 39 municípios cortados pelo Rio Doce;

Impacto Ambiental: afetou as margens dos rios e perda total de toneladas das espécies peixes nas regiões alto do Rio Doce. Em 2017 afetou o santuário de Abrolhos (BA);

Questões ecológicas: mostra como os fatores bióticos são perturbados pelos fatores abióticos devido a imposição do modelo tecnocrático sobre os sistemas políticos, sociais, ambientais dentre outros, que definiu um modelo de tecnologia (alteamento a montante) de alto risco e sem manutenção que causou o acidente. Enfim os riscos eram conhecidos, mas, não houve nenhuma medida de segurança sócio ambiental.

Laudos contraditórios sobre a água: ora apenas turbidez, ora presença de metais pesados; em princípio a lama do minério de ferro contém sólidos classificados como não perigosos e não inertes como o ferro (Fe) e o Manganês (Mn): composição básica, areia e metais.

Pesquisas e Análises – hipóteses - metais pesados associados à pluma de rejeito, oriundos de sedimentos de produto de mineração do processo histórico da mineração em MG;

Causa do desastre: impacto tecnológico, falha na estrutura da barragem, cujo modelo de Alteamento a Montante: Tecnologia de construção barragens: é de baixo custo. Foi quase abolida na Europa e EUA e Chile, anos 70, devido a acidentes. A construção possui uma base formada de sílica, água e ferro, que são completados com degraus construídos com os resíduos da mineração. Levam cerca de 5 anos para seca e são inseguras e poluentes.

Opiniões dos Especialistas sobre o Acidente: Poderia ser evitado se mudasse o método de operação das barragens do complexo da SAMARCO que é constituído de um aterro hidráulico para escoar os resíduos separados do ferro até as barragens por força de ação gravitacional. A filtragem da água passa pela areia posta na parte frontal da barragem, mas ocorre problemas frequentes na drenagem. Mas, existem técnicas que utilizam o uso de filtros mais modernos que permitem o escoamento mais seguro dos resíduos, porém estes elevam em seis vezes o custo da produção. É de conhecimento que o uso da utilização dessas técnicas mais modernas de filtragem dos resíduos, a manutenção correta das barragens e a utilização de sistema de monitoramento eletrônico e um sistema de alerta e adição de planos emergenciais e, sobretudo acompanhados de uma fiscalização séria e eficiente dos órgãos competentes teriam evitado o acidente.

Cenário da tragédia identificação do contexto de vida da cidade antes e depois dos fatos;

Questões éticas: licença falsa; assistência social (segregação dos impactado, atenção insignificante aos atingidos) análises que favorecem interesses econômicos e políticos; pressão para o retorno da SAMARCO;

Questões Econômicas: O modelo Tecnocrático predomina sobre os demais, pondo os interesses econômicos acima dos demais setores como as decisões políticas. Nesse modelo, não há políticas que levem em conta o meio ambiente e a sociedade. Dessa forma, ocorre as falhas na fiscalização e descaso com a segurança. Todos os municípios em torno do complexo foram afetados visto que toda a economia é dependente do complexo da Samarco que se estende de MG à ao ES;

Questões políticas: subjugadas as questões econômicas, falha na fiscalização e na legislação e segurança;

Contradições: devido ao colapso na economia alguns moradores da região associam à culpa as vítimas da tragédia; alguns defendem a volta da Samarco; há casos que os cidadãos ingerem peixes e produtos de atividade agropecuária contaminados dentre outras;

Questões políticas/econômicas: pressão do prefeito para o retorno da empresa, não cumprimento da sentença dos denunciados; leis e fiscalização falhas; foi construído dois diques para conter o rejeito ou manter a SAMARCO.

Questões Sociais: poucos direitos humanos, perdas de familiares ou soterramento de casas (atingidos), desalojados, impactados, desemprego, doenças, perda de qualidade de vida, luta pela sobrevivência, deslocamento, etc.

Autoridades envolvidas: MPF, MPE, Defensoria Pública, IBAMA, SEMA, Universidades e Institutos de Pesquisa, Professores, Defesa Civil, Prefeitos, pesquisadores voluntários, defesa civil, ONGs, população, grupos de apoio nas redes sociais, dentre outros.

Sentença da Justiça Federal, outubro/2016: crime federal envolveu dois estados, 21 pessoas, sendo seis estrangeiras. Condenação por homicídio qualificado com dolo eventual, quando se assume o risco do resultado. Tipos de crime: ambientais, de inundação, desabamento e lesão corporal grave, uso de atestado ambiental falso. Os 19 homicídios são qualificados (pena: 12 a 30 anos). Entre os denunciados: diretor da Samarco, o engenheiro da empresa de consultoria VOGBR Recursos Hídricos e Geotecnia Ltda.

Motivação dos crimes: LUCRO: ganância desmedida da Samarco e associadas.

Situação das Multas e crimes: o valor pago foi ínfimo comparado com a necessidade e o faturamento anual da empresa; apenas os atingidos receberam ajuda; os impactados que não comprovaram registro de atividade de trabalho na pesca ou outros casos, estão desassistidos. Os condenados não sofreram punição.

Frases de impacto: *Sampaio* procurador MPF, primeiro nomeado para a força tarefa no caso: “não houve nenhuma lição aprendida pelo poder público, especialmente o Executivo e Legislativo, e parece até que esperam que outro acidente aconteça, o que é lamentável”! **Isso** se concretizou do mesmo modo com o **Acidente de Brumadinho** em (2019).

De quem é a falha? Sampaio: “Atribui a falha na legislação que possibilitou a ocorrência do acidente e chama a atenção que esta não foi modificada, (...) dá poderes demais ao empreendedor. Ao mesmo tempo, o sistema de fiscalização continua sucateado, houve uma mudança do DNPM [Depto Nacional de Produção Mineral], que é o órgão que fiscaliza essas barragens do ponto de vista do governo federal. O departamento virou agência, mas a estrutura continua a mesma”, criticou.

Balanco da Situação atual: nenhum dos denunciados cumpriu pena; **em junho/2018** o acordo entre a Samarco e órgãos públicos federais e estaduais de MG e ES **extingue ação civil pública de 20 bilhões e suspende por 2 anos outro processo de 155 bilhões movido contra as empresas associadas**. Os atingidos passam a ter participação nas decisões. Até julho/2018, as obras das casas dos atingidos não iniciaram por falta de licença ambiental; **8.000 pescadores recebem cartão assistência e 70% ainda negociam**. Apenas 10% de rejeito foram retirados do primeiro trecho; a lama atingiu ecossistemas em outros Estados. O assunto sobre a questão ambiental não é conclusivo, O prefeito e a população de Mariana, pressionam para o retorno da Samarco, defendem que ela é a solução para os problemas.

ANEXO 4: A Prática Científica e a Prática Tecnológica

Modelos de relações entre a Ciência e a Tecnologia: uma análise social e histórica.

1-O que é Tecnologia 2: O que é Ciência 3: Interação entre Ciência e Tecnologia: Visão sistêmica, Os cinco MODELOS para compreender o que é C e T e suas relações com a sociedade: CTS.

Tecnologia: visão sistêmica: aspectos técnicos, e os relacionados ao social, cultural e pessoal.

Relações complexas entre C e T, uso de cinco modelos teóricos, ilustrados por vários exemplos históricos.

"(...) A ciência e seus esforços para promover o conhecimento teórico tem pouco efeito sobre as pessoas comuns de qualquer lugar ", Storer (1966).

Essa declaração se mantém no século XXI. Isso significa que a tecnologia tem sido responsável por muitas das transformações sociais, em maior medida do que a ciência moderna, pois hoje parece que vivemos mais no âmbito de uma cultura tecnológica do que na de uma cultura científica, pois em qualquer ambiente a vida cotidiana, é cheia de produtos e instrumentos tecnológicos - além de outras tecnologias organizacionais e simbólicas - cujo uso não requer conhecimento dos princípios científicos ou tecnológicos que os sustentam.

1-TECNOLOGIA e PRÁTICA TECNOLÓGICA

A noção de tecnologia é poliédrica. Seu significado mudou ao longo do tempo. Do ponto de vista mais estrito que ocorreu nos séculos XVIII e XIX, hoje passou a ser interpretado como um conjunto de ferramentas, instrumentos, máquinas, organizações, métodos, técnicas, sistemas... (Osorio, 2002). Kline (1985) apontou diferentes significados da tecnologia:

- a) O conjunto de produtos artificiais fabricados por pessoas (ferramentas, instrumentos, máquinas, dispositivos e todos os tipos de sistemas).
- b) Os conhecimentos técnicos, metodologias, capacidades e habilidades necessárias para desenhar e realizar as tarefas produtivas (atividades relacionadas a perícia técnica, o saber fazer - know-how).
- c) Os recursos humanos e materiais do sistema de produção socio-técnica.
- d) O sistema socio-técnico necessário para o uso e manutenção de produtos manufaturados, incluindo aspectos legais.

O item **a**, talvez o mais comum entre as pessoas corresponda à imagem tradicional instrumental ou artifactual da tecnologia da engenharia. Essa ideia isola os produtos tecnológicos da sociedade. Outras aproximações veem a tecnologia como um sistema complexo, com vários componentes heterogêneos relacionados (instrumentos e artefatos técnicos, processos de produção, controle e manutenção, questões organizacionais, aspectos científicos, questões legais, recursos naturais e artificiais), com as pessoas e o meio ambiente. A visão sistêmica é mais completa e dá abertura à participação pública para sua avaliação e controle, pois mudanças nos elementos de qualquer um deles podem produzir ajustes e modificações nas demais.

Uma boa compreensão sobre a atividade ou prática tecnológica (os processos tecnológicos), obtêm-se relacionando as três dimensões: **(i)** técnica, **(ii)** organizacional e **(iii)** ideológica-cultural, e acrescenta-se outra dimensão **(iv)** emocional ou afetivo, que está implícito as anteriores e refere-se a sentimentos decorrentes da experiência pessoal com a tecnologia.

A dimensão técnica está associada ao significado mais restrito da tecnologia. A dimensão organizacional inclui os aspectos sociais e políticos de maior relevância e a dimensão ideológico-cultural considera os valores e as ideologias. Juntos, **(iii)** e **(iv)** formam a sociotecnologia, ampliando a noção de tecnologia. Uma visão da tecnologia restrita à sua dimensão técnica forneceriam respostas exclusivamente técnicas dos problemas tecnológicos de interesse social. Mas, muitas das soluções tecnológicas dependem em maior grau das mudanças nos itens **(ii)** e **(iii)**. Usando **(ii)** e **(iii)** ao abordar os problemas tecnológicos que afetam a

sociedade pode favorecer mais a participação social para solução, pois inclui os interesses dos cidadãos.

Tabela 1: Alguns aspectos que descrevem as dimensões da prática tecnológica:

I-Dimensão técnica	II-Dimensão organizativa
1. Conhecimentos disponíveis. 2. Capacidades e habilidades necessárias. 3. Técnicas de fabricação e manutenção. 4. Recursos humanos, instalações ... 5. Ferramentas, instrumentos, máquinas ... 6. Matérias-primas, recursos físicos, produtos obtidos, resíduos e descargas.	1. Política tecnológica: planejamento e gestão. 2. Mercado, economia e indústria. 3. Sistema de recompensas nas comunidades de tecnólogos: médicos, engenheiros; 4. Sistema de relações entre agentes sociais: empresários, sindicatos.. 5. Atividade profissional produtiva. 6. Distribuição de produtos tecnológicos. 7. Usuários e consumidores de produtos tecnológicos.
III-Dimensão ideológica cultural	IV-Dimensão afetivo-emocional
1. Finalidades e objetivos da tecnologia. 2. Sistemas de valores e códigos éticos. 3. Crenças sobre técnica e progresso. 4. O papel da criatividade na tecnologia 5. Atenção à educação tecnológica	1. Atitudes em relação à tecnologia. 2. Emoções causadas pela tecnologia. 3. Avaliação da tecnologia. 4. Participação do cidadão em decisões sobre questões tecnológicas de interesse social.

2-CIÊNCIA E PRÁTICA CIENTÍFICA

A ciência assim como na tecnologia pode significar coisas diferentes. Uma forma de compreender o que é Ciência é:

- (ix) um processo de pesquisa sistemática e conhecimento resultante,
- (x) um corpo de conhecimentos ordenado em princípios, leis e teorias que explicam o mundo natural que nos rodeia: matéria, energia e vida, átomo, célula, etc.
- (xi) uma organização de pessoas (cientistas) que tem idéias e usam métodos e técnicas para desenvolver novos conhecimentos, etc. No entanto, desde o seu nascimento entre os séculos XVI e XVII, a ciência moderna não se limitava a substituir as explicações teleológicas ou finalistas da ciência helenística clássica (**explicações do tipo para quê, em relação aos motivos e intenções**) por explicações causais da estrutura do mundo

natural (explicações do tipo por quê). Ela teve também um claro interesse instrumental e útil, que procurou encontrar as causas dos fenômenos naturais para controlar tecnicamente sua produção e assim dominar a natureza. A ciência moderna foi configurada como um conhecimento básico e sistemático do mundo natural para explicá-lo e fazer melhores previsões, mas também com a intenção de transformá-la artificialmente. Este propósito instrumental implica não apenas a elaboração de representações do mundo natural, mas a intervenção nele. Assim, a ciência adquire alguns traços que são atribuídos especificamente à tecnologia. Bacon - o grande propagandista da ciência moderna - e Descartes mostraram em suas obras afirmando que a verdade e a utilidade são inseparáveis. As frases: "Não há outro objeto verdadeiro e legítimo para a ciência do que o de dotar a vida humana de novas descobertas e recursos". Bacon e "Para essas noções [física geral] me ensinaram que é possível chegar a um conhecimento útil para a vida e que, em vez da filosofia especulativa ensinada nas escolas é possível encontrar uma prática através da qual sabendo a força e as ações do fogo, da água, do ar, etc. e de todos os outros corpos que nos cercam tão distintamente quanto conhecemos os vários ofícios de nossos artesãos poderíamos usá-los da mesma forma em todas as formas apropriado, e assim tornar-se como donos e possuidores da natureza "Descartes". Em toda a história os cientistas estiveram em vários graus relacionados com o estado, o exército, empresários e comerciantes. Desde os seus primórdios, a ciência moderna foi ligado ao útil e um grande interesse pelas questões tecnológicas¹. Isso ampliou desde meados do século XIX e, sobretudo com o surgimento da macrociência (grande ciência) no século XX. Ela significou uma profunda mudança na prática científica tornando-a muito diferente da ciência dos séculos anteriores. Exemplos na história da ciência sobre como os cientistas buscavam resolver problemas de forma prática: no século XIX, Pasteur solucionou com êxito certos problemas da indústria alimentar e da seda, enquanto um físico teórico como Thomson (Lord Kelvin) se interessou pela fiação da

telegrafia transatlântica. Já no século XX, Marie Curie iniciou os processos industriais para fabricar e purificar muitas substâncias radioativas, bem como a instrumentação necessária. Além disso, sob sua liderança, o Instituto de Rádio foi decisivo no desenvolvimento metrológico da radioatividade para uso industrial e médico. Em 1961, nos EUA, foi criado um padrão econômico para distinguir macro-ciência de outros modos de ciência. Um projeto pode ser considerado macro-científico quando investe uma parte significativa do produto interno bruto (PIB) de um país. Essa ideia foi reconhecida num simpósio realizado pela Universidade de Stanford em 1988. Assim, as características que definem a macrociência são:

- (i) A concentração de recursos humanos e materiais em um número muito limitado de centros de pesquisa,
- (ii) A especialização do trabalho em laboratórios e
- (iii) Desenvolvimento de projetos científicos com relevância política e social que contribuam para aumentar o poder militar, o potencial industrial, a saúde ou o prestígio nacional.

Outras características da macrociência reconhecidas no Simpósio foram:

- (iv) A interação entre cientistas, engenheiros, industrial e militar,
- (iv) A politização e burocratização da ciência e tecnologia,
- (v) A perda de autonomia da ciência,
- (vi) O alto risco dos impactos da macrociência... (estudos de Echeverría, 2003).

A tecno-ciência surgiu no último quarto do século XX pela evolução do seu precursor a macrociência e o impulso de algumas grandes empresas dos EUA, tendo então expandido muito rapidamente por outros países desenvolvidos. Ela tem transformado profundamente a estrutura da prática científico-tecnológica em todas as suas dimensões e também incorporou novos valores na atividade científica. Isso afetou profundamente sua axiologia. Somente entre os anos de 40 e os 50 a macrociência foi consolidada, com a 2ª Guerra Mundial, e surgiram muitos projetos de grande porte. Como exemplos há o projeto que deu origem ao primeiro computador eletrônico, o Hubble da NASA (National Aeronautics and Space Administration) para construir o famoso telescópio espacial em que a ESA (European Agency Space) também colaborou. Hoje, o conceito sobre ciência enfatiza o processo que leva à geração de resultados; isto é, na atividade ou prática científica.

Significado da prática científica a partir da articulação sistêmica de suas dimensões:

(i) técnica, (ii) organizacional e (iii) ideológica-cultural (iv) uma dimensão afetiva ou emocional subjacente aos anteriores, em relação aos sentimentos decorrentes da experiência pessoal com a ciência.

A dimensão técnica define o que normalmente é entendido pela prática científica de forma restrita. Ao incluir as dimensões social, cultural e ideológica amplia o significado da ciência, que é conhecido como o campo do sócio-ciência. Finalmente, a dimensão afetiva inclui o papel da emoção e da axiologia própria de cada indivíduo, isto é, sentimentos e valores pessoais sobre ciência. Desta forma, também neste caso, as respostas individuais podem coexistir com o social da ciência.

TABELA 2- Dimensões da prática científica – Algumas características:

i-Dimensão Técnica	ii-Dimensão Organizativa
1. Conhecimentos disponíveis. 2. Capacidades e habilidades necessárias. 3. Métodos e processos de pesquisa. 4. Recursos humanos, laboratórios... 5. Instrumentação científica e tecnológica. 6. Conhecimentos produzidos: ciência privada e ciência pública.	1. Política científica: planejamento e gerenciamento. 2. Pesquisa científica. 3. Sistema de preservação em comunidades científicas: físicos, biólogos, químicos... 4. Relações entre grupos de pesquisa. 5. Pesquisa atividade profissional. 6. Formas de disseminação da ciência: publicações, congressos... 7. Usuários e consumidores de ciência
iii-Dimensão Ideológico cultural	iv-Dimensão Afetiva e emotiva
1. Finalidades e objetivos da ciência. 2. Sistemas de valores e códigos éticos. 3. Crenças sobre ciência e progresso. 4. O papel da criatividade na ciência. 5. Atenção à educação científica	1. Atitudes em relação à ciência. 2. Emoções causadas pela ciência. 3. Avaliação da Ciência. 4. Participação do cidadão em decisões sobre questões científicas de interesse social

3- Modelos e relações entre a Ciência e a Tecnologia.

Figura 3.- Esquemas de cinco modelos de relaciones entre ciencia y tecnología.

Explicações da Figura 3: No modelo 1 dualista, não há relações entre a ciência e a tecnologia. Um exemplo são as tecnologias no início da humanidade. No modelo 2 mostra que a tecnologia e a ciência possuem características próprias mas uma influencia a outra. Exemplo disso pode ser a anestesia. O modelo 3 mostra que toda tecnologia é produto da ciência. Esse modelo mostra uma contradição clara, pois antes do advento da ciência moderna só havia tecnologia. Atualmente isso pode ou não ocorrer. Portanto, exige analisar para identificar a relação. Um exemplo disso é a invenção da máquina a vapor, que é uma tecnologia inventada quando já havia a Ciência. O modelo quatro mostra que a Ciência deriva da Tecnologia e que ela representa apenas uma especialização da Tecnologia que aqui considera-se que sempre existiu. Esse modelo é defendido pelas representações da engenharia. O modelo cinco mostra uma fusão entre a C&T. Este modelo surgiu com o projeto Manhattan (macrociência) e evoluiu intensamente tornando-se tecnociência que representa a maior parte das grandes empresas e instituições que combinam C&T na era contemporânea. A conclusão conforme explica Acevedo Díaz (2005) é que o significado de ciência e tecnologia mudou ao longo da história da humanidade. A História da C&T é rica e diversificada o suficiente, que não possibilita resumí-las num único modelo, (Ziman, 1976). Há discussões, mas o exame do contexto histórico mostra que em vários momentos, assim como no passado, atualmente também convive-se mais de um modelo de Ciência e da Tecnologia.

Conclusão: Nesta síntese de Acevedo, os exemplos utilizados para ilustrar os diferentes modelos sobre as relações Ciência e Tecnologia (C&T) mostra uma visão heterogênea. Frequentemente ocorrem situações intermediárias em que a tecnologia tem exercido maior ou menor influência na evolução da ciência e vice-versa. Da mesma forma, existem casos em que a Ciência e a Tecnologia foram desenvolvidas juntas e outras em que se comportaram de forma bastante independente. De outra maneira, os produtos tecnológicos podem ter seguido diferentes procedimentos em seus modelos e desenvolvimento, daqueles que não precisam levar em consideração as teorias científicas mais avançadas das quais dependem em grande parte passando pelas que combinam ambas as vias. Embora alguns dos modelos apresentados

possam parecer mais satisfatórios do que outros, talvez o mais sábio a dizer é que nenhum deles é capaz de contabilizar por si só, as mudanças nas relações entre ciência e tecnologia. A História da Ciência e da Tecnologia são ricas e diversificadas o suficiente não possibilitando resumir essas relações em um único modelo, (Ziman, 1976). Portanto, ainda menos podem ser útil alguns deles para explicá-los corretamente a qualquer momento porque os relacionamentos nem sempre foram os mesmos ao longo da história, ou seja, mudaram através dos tempos o exercício e organização de práticas científicas e tecnológicas. Apesar de tudo, não parece que a ciência e tecnologia são a mesma entidade e tão pouco que haja uma relação causal direta e simples entre os dois. Desde o final do século XX, há um fluxo de informações em ambos os sentidos entre ciência e tecnologia. Para esta nova aliança entre ciência e tecnologia poderia pensar-se em: o que poderia ser melhor do que uma tecnociência? No entanto, embora a distinção entre ciência e a tecnologia possa ser muito mais difícil no presente, ainda é possível discernir entre eles mesmos nos casos em que ambos fazem parte do mesmo projeto. Como Niiniluoto (1997, 287) diz: "o dia se distingue da noite, mesmo que haja casos limite pouco claros (crepúsculo)". E podemos acrescentar que o amanhecer também se mostra esmaecido.

Referências Bibliográficas:

ACEVEDO DÍAZ, J.A. A., Modelos de relaciones entre Ciencia y Tecnologia:um análisis social e histórico. Revista Eureka, v.3, núm.2,p.198-218, Cádiz.España.2006.

ANEXO 5 Atividades, Questionários e Fichas

Projeto CTS. Escola: _____ **Grupo** __ **Aluna (o)s. Data:** _____

Atividade 01: Em (grupos) analise, discuta e relacione a(s) dimensão(ões) CTS presente nos exemplos, e registre no quadro abaixo. Cada exemplo pode ter mais de uma dimensão.

As dimensões CTS são:

- a) A tecnologia antecedeu a ciência.
- b) A ciência precedeu a tecnologia.
- c) É um exemplo de tecnociência (ciência ↔ tecnologia)
- d) Mostra que a sociedade influencia a ciência.
- e) Mostra que a sociedade influi na tecnologia
- f) A tecnologia influi na sociedade e ou no ambiente: benefício e/ou risco;
- g) Mostra CTSA : os benefícios e/ou os riscos.

Exemplo	Dimensão
1-RODA	
2-ÁCIDOS e BASES	
3-VACINA	
4-PROJETO MANHATTAN	
5-ANESTESIA	
6-MÁQUINA A VAPOR	
7-IMPRESSA	
8-REFINARIA DE PETRÓLEO	
9-BICICLETA	
10-MUMIFICAÇÃO	
11-VINHO	

Projeto CTS. Escola: _____ **Grupo** __ **Aluna (o)s. Data:** _____

Questionário 01: Avaliação sobre o material e a aula da Aatividade 01: O que é CTS?

Questionário Atividade 1	Sim	Não
1- Ajudou a ampliar ou rever seus conhecimentos sobre CTS?		
2-Permitiu a interdisciplinaridade(Relação da química com outras áreas		
3-A discussão em grupo facilitou a realização das atividades?		
4- Na discussão você e seus colega(s) puderam expressar seu ponto de vista?		
5-O professor facilitou a discussão, dando pistas, retorno as duvidas e questões?		
6-De uma forma geral a participação de tod(o)s foi(oram) valorizado(s)?		
7-O tempo de realização das atividades foram adequados?		
8-Quanto ao material e ao conteúdo das atividades assinale X para um ou mais itens:		
a)organizado, dinâmico e acessível ao entendimento		
b)foi muito difícil e desmotivador		
c)foi interessante mas difícil		
d)provocou relacionar as relações CTS na química e outras áreas		
e)melhorou minha aprendizagem sobre CTS		
f)foi interessante e motivador		
g)foi muito fácil		

Projeto CTS. Escola: _____ **Grupo** _____ **Aluna (o)s. Data:** _____

Questionário 02: Avaliação sobre a Atividade 02: Debate

01-Quais relações CTS, você percebeu no vídeo? Marque X em quantos itens você quiser:

a) ambientais ☐ b) econômicos ☐ c) políticos ☐ d) éticos ☐ e) outros ☐

02-O que se percebeu no filme sobre o interesse ou a atuação da: população, da empresa, dos administradores da cidade, dos órgãos de defesa, dos órgãos de divulgação, das intervenções legais, das pesquisas em relação ao episódio?

Explique: _____

03- Como você percebe as relações CTS no caso Mariana? Qual o papel da ciência, da tecnologia e da sociedade? **Explique:**

04-O debate contribuiu para ampliar as relações CTS discutidas?

☐ SIM ☐ NÃO ☐ Não fez

Comentários :

05-É possível a participação da população sobre as decisões que envolvem a Ciência e a Tecnologia?

☐ SIM ☐ NÃO ☐ Não fez

Comente: _____

Aula de Planejamento. Objetivo: Aprender a elaborar Projeto. Data _____

Identificação: Escola.....Nº.Grupo-Integrantes do Grupo nº

1-Tema _____

2-Questão central-Problema: _____

Objetivo do Projeto: _____

2.1 Hipótese _____

Pesquisar.....

Desenvolvimento do Projeto:

3. Evento /Objetos: (é o como fazer o experimento e como obter os dados) – pesquisar sobre os: materiais, procedimentos para responder ao problema:

problema ↔ objetivo ↔ hipótese ↔ método.

Materiais, Métodos, Procedimentos, registros

4. Domínio Conceitual: teorias, leis que explicam os dados

5. Domínio metodológico e factual: Organização dos dados

6. Aserções de valor: Frases que surgiram da reflexão da pesquisa: o que é importante para a sua vida e a sociedade sobre o estudo desse tema/problema?

7. Aserções de conhecimento: discussão e explicações dos dados

8. Conclusão:

Observações: A hipótese foi confirmada?

9. Carta: texto para as autoridades mobilizando-se do problema social e ambiental

10. Referências Bibliográficas: fontes de consulta

Projeto CTS. Escola: _____ **Grupo** _____ **Aluna (o)s. Data:** _____

Questionário 03: Avaliação sobre a aula e o material da Atividade 03: Planejamento.

<p>1 - O modelo de planejamento Vê de Gowin facilita a entender para criar e desenvolver uma pesquisa? SIM []; NÃO [] Comentários: _____ _____</p>
<p>2 - Os MATERIAIS usados na aula ajudaram a entender as relações entre os componentes numa pesquisa conforme o modelo do Vê de Gowin explica? SIM []; NÃO []; Comentários: _____ _____</p>
<p>3 - Dos itens do Modelo Vê de Gowin, qual (is) você teve dificuldade para entender? Pode assinalar vários. a) [] como identificar o TEMA. b) [] Como definir as questões/ ou problema. c) [] como elaborar a hipótese. d) [] significado: Domínio Conceitual. e) [] Significado de EVENTOS/OBJETOS. f) [] Domínio metodológico. g) [] NÃO tive dificuldades.</p>
<p>4 - A condução da aula permitiu sua participação, esclarecer dúvidas e a usar as suas idéias? a) [] houve pouca participação, mas estavam interessados. b) [] não foi dada oportunidade de participação dos alunos, apenas o professor falava. c) [] foi dada oportunidade mas houve pouca participação. d) [] houve boa participação e interesse geral. e) [] Assinalou mais de uma c. f) [] Não respondeu. Comentários: _____ _____</p>
<p>5 - Mapa Conceitual e o Modelo de Hernandez e Ventura reforçou o significado de planejamento? SIM [] NÃO []; [] Não respondeu. Comentários: _____ _____</p>
<p>6 - A aula sobre planejamento ajudou você a entender e a esboçar o seu projeto de pesquisa? SIM [] NÃO [] Comentários: _____ _____</p>

Projeto CTS. Escola: _____ **Grupo** _____ **Aluna (o)s. Data:** _____

Questionário 04: Avaliação sobre o Experimento, Escrita e Apresentação oral

<p>1- A realização de uma atividade experimental faz toda a diferença se realizado a partir de um problema e projeto.</p> <p>a) ☐ Discordo totalmente b) ☐ Discordo. c) ☐ Não fez a diferença</p> <p>d) ☐ Concordo parcialmente e) ☐ Concordo totalmente</p>
<p>2-A realização do projeto permitiu: Marque quantas alternativas você quiser.</p> <p>a) ☐ aprender conceitos, procedimentos, atitudes e valores.</p> <p>b) ☐ aprender conceitos sobre a água e métodos de purificação, planejamento e realização de projetos envolvendo CTSA.</p> <p>c) ☐ compreender que a realização de um experimento ganha sentido se surgir de um problema real</p> <p>d) ☐ o problema de Mariana gerou o projeto. Ao buscar a solução definiu-se o tipo de experimento, que inclui materiais, procedimentos e análise de resultados e resposta ao problema.</p> <p>e) ☐ não foi interessante, achei confuso e maçante.</p> <p>Comentários:</p>
<p>3-A escolha do método depende: Marque X em quantos itens você quiser:</p> <p>a) ☐ Do problema. b) ☐ Tem relação com o objetivo.</p> <p>c) ☐ Tem relação com a hipótese</p> <p>d) ☐ Exige pesquisar, compreender, organizar e desenvolver o experimento.</p> <p>e) ☐ Analisar o processo para entender o resultado.</p> <p>f) ☐ O experimento tem relação com conceitos.</p> <p>g) ☐ Compreendi todos os tópicos, foi uma experiência de aprendizagem</p> <p>h) ☐ Não entendi nada e não gostei de fazer experimento.</p> <p>Comentários:</p>
<p>4 – A apresentação do experimento pelos grupos ampliou a sua compreensão do experimento:</p> <p>☐ SIM ☐ NÃO ☐ Não fez. Comentários:</p>
<p>5-Quanto ao trabalho escrito: Marque quantas alternativas você concordar:</p> <p>a) ☐ É importante mas foi muito trabalhoso pois exige leitura resumir e estabelecer relações com cada parte do projeto para dar sentido e evitar ser superficial e evitar repetições.</p> <p>b) ☐ Todas as partes são ligadas e devem ser harmonizadas para responder as questões centrais do projeto.</p> <p>c) ☐ Não consegui ver a relação entre as partes do problema ou seja: relação entre o experimento e o problema de Mariana, os estudos e teorias que explicam o projeto como um todo, e as conclusões.</p> <p>d) ☐ Foi difícil diferenciar a metodologia do experimento e a metodologia do projeto como um todo.</p> <p>e) ☐ O grupo não fez o trabalho escrito ou teve dificuldades. Comente qual(is) problema(s)?</p>
<p>6- Quanto a apresentação dos trabalhos slides:</p> <p>a) ☐ foi uma forma diferente de compor e divulgar na classe os estudos que o grupo realizou extra sala, foi uma boa experiência.</p> <p>b) ☐ Todos os trabalhos foram iguais, não houve aprendizagem</p> <p>c) ☐ Apesar de ter vários trabalhos com o mesmo experimento a apresentação foi original, mostra que cada grupo pesquisou e tomou decisões que distinguiram cada projeto.</p> <p>d) ☐ Fiquei confusa (o), e foi maçante.</p> <p>e) ☐ Não apresentei o trabalho.</p> <p>Comente:</p>
<p>7- Quanto às definições sobre os tópicos e idéias do trabalho escrito: Assinale apenas uma</p> <p>a) ☐ As idéias e tópicos foram definidos antes, mas toda a produção escrita foi realizada depois do experimento.</p> <p>b) ☐ O trabalho escrito ocorreu antes e após o experimento e todo o grupo cooperou.</p> <p>c) ☐ As idéias e tópicos foram definidos e escritos depois da realização do experimento</p> <p>d) ☐ Em geral houve participação e decisões do grupo em todo o processo antes, durante e após o experimento, leitura e escrita.</p> <p>e) ☐ Houve problemas, o trabalho não prosperou. f) ☐ Outra forma. Comentários:</p>

Projeto CTS. Escola: _____ **Grupo** _____ **Aluna (o)s. Data:** _____

Atividade 07: Questões Conceituais sobre o Projeto

1) A presença de uma substância X, ligada na argila é inofensiva as plantas no solo. Mas, se ocorrer impacto ambiental provoca um certo fenômeno Y. Por causa do fenômeno Y, a substância X se dissolve no solo e é absorvida pelas raízes das plantas afetando o seu crescimento e dando um enorme prejuízo a lavoura. Para solucionar o problema faz-se a correção no solo que provoca a precipitação da substância X (forma um sólido insolúvel, não absorvido pelas plantas. Qual é a alternativa correta? A resposta correta é alternativa d

A substância X é	impacto ambiental	o fenômeno Y é	o corretivo do solo é
a) ☐ argila ligado ao mercúrio (Hg)	atividade garimpo	evaporação do Hg	calagem (CaCO_3).
b) ☐ argila ligado ao CO_2	efeito estufa	absorção do CO_2	calagem (CaCO_3).
c) ☐ argila com cloro flúor carbono (CFC)	destruição na camada de ozônio	Chuvas	calagem (CaCO_3).
d) ☐ argila ligado no alumínio (Al)	chuva ácida	alterações no pH	Calagem (CaCO_3).
e) ☐ argila ligado ao chumbo (Pb)	resíduos industriais e veículos	Chuvas	calagem (CaCO_3).

2) Um morador ao tentar limpar sua piscina preparou uma solução de sulfato de alumínio $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 10% m/v. Não obteve nenhum resultado. Por que isso aconteceu? Qual é a alternativa correta? Resposta é C

- a) ☐ A concentração da solução de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ foi insuficiente, não aglutinou a sujeira em flocos.
 b) ☐ A água da piscina estava saturada com a presença de hidróxido de sódio Na (OH) e portanto isso impediu a reação com o sulfato de alumínio.
 c) ☐ O morador não fez a correção do pH da água da piscina.
 d) ☐ a reação de floculação só ocorre se houver uma grande concentração de material suspenso.

3) Analise os sistemas 1 a 5, abaixo e marque Certo (C) ou Errado (E) em cada parênteses:

Respostas corretas: a)E; b)C; c) C; d)C; e)C

- a) ☐ nos sistemas 1 e 5 ocorrem reação química.
 b) ☐ o sistema 3 é uma substância pura.
 c) ☐ os sistemas 2 e 4 mostram que a água própria para o consumo não significa ser pura quimicamente.
 d) ☐ ao ferver várias vezes e passar por filtros especiais os sistemas 1, 2 e 4, obtém-se o sistema 3.
 e) ☐ no sistema 5 ocorre reação química.

1- água + sal (NaCl)	2-água da torneira	3-água do laboratório	4-água mineral	5-floculação – fase da ETA

ANEXO 6: Apostila sobre o Tema ÁGUA

IQSC: USP: São Carlos/SP, APOSTILA: QUÍMICA DA ÁGUA. ANGELA DENARDI

Objetivo: Discutir sobre algumas propriedades da água

A água é um solvente universal, importante porque dissolve muitas substâncias e participa de muitos processos biológicos, industriais e do cotidiano. Mas, por que isso ocorre? O que explica a facilidade da água dissolver diferentes tipos de substâncias?

A molécula da água – representação H_2O é formada por um átomo de oxigênio e dois átomos de hidrogênios. Esses átomos possuem valores de eletronegatividade diferentes e formam um dipolo na molécula. Um dipolo é a formação de cargas parciais positivas e negativas. Representa-se por δ^+ e δ^- . O átomo que possui carga parcial negativa δ^- (OXIGÊNIO) concentra os elétrons ao seu redor, enquanto o átomo que possui uma carga parcial positiva δ^+ (H) é menos denso de elétrons. Se o resultado das forças que atuam para atrair os elétrons é nula ($\mu=0$), a molécula é **APOLAR** e se for diferente de zero ($\mu \neq 0$) a molécula é **POLAR**. Usamos a tabela de Eletronegatividade e a geometria para verificar se a molécula é polar ou apolar. Exemplos:

Por que observar a geometria? Veja o exemplo do dióxido de carbono CO_2 e da H_2O . Vemos que o CO_2 possui uma geometria linear (os dois átomos de oxigênio atraem os elétrons do carbono com a mesma intensidade e em sentidos contrários, anulando o dipolo. Já na H_2O a molécula é angular, pois os pares de elétrons que estão sobre o oxigênio repelem os átomos de hidrogênios (ângulo de $104,5^\circ$ formando uma molécula polar). $\vec{\mu} \neq 0$ na H_2O :

A polaridade da H_2O explica várias propriedades. Uma regra importante na dissolução é: **POLAR dissolve POLAR e APOLAR dissolve APOLAR.**

Seguindo essa regra: a dissolução do sal de cozinha (Na^+Cl^-) na água, ocorrem Interações. Os íons Na^+ e Cl^- atraem as moléculas polares da água que os envolvem. Ocorre Hidratação que recebe o nome de Solvatação. (ver também a FIGURA do – GEPEC 2007, Apostila do grupo):

A água forma ligações de Hidrogênio. Ela ocorre em átomos em que H está ligado a átomos muito eletronegativos **como (O, N e F)**. As interações ocorrem entre suas moléculas iguais (água líquida, gelo) ou com moléculas que possuam átomos de **(O, N e F)**.

Exemplos:

Tensão superficial é a formação de uma película fina sobre a superfície da água, devido as ligações de hidrogênio da água que se dirigem para o interior do líquido. Veja abaixo:

MAPA CONCEITUAL 1 - ÁGUA

EXERCÍCIO: QUAL a composição das águas? (Azevedo, 1999)

Qual água é própria ao consumo? A água que bebemos é pura? Água pura quimicamente?

QUANTIDADE MÉDIA DAS SUBSTÂNCIAS MAIS ABUNDANTES NOS MARES		
Substância	Fórmula	Massa por litro de água
Cloreto de sódio	NaCl	27,500 g
Cloreto de magnésio	MgCl ₂	6,750 g
Sulfato de magnésio	MgSO ₄	5,625 g
Sulfato de cálcio	CaSO ₄	1,800 g
Cloreto de potássio	KCl	0,750 g
Carbonato de cálcio	CaCO ₃	0,111 g
Brometo de potássio	KBr	0,103 g

Classificação	SALINIDADE g/L
ÁGUA SALGADA	> 30g/L
ÁGUA SALOBRA	Entre 5 e 30 g/L
ÁGUA DOCE - POTÁVEL	<5 g/L

MAPA CONCEITUAL 2 – Material Homogêneo e Heterogêneo

Como a água dissolve compostos covalentes? (Ver Apostila 2, p. 168, itens A, D).

Em **alguns CASOS**, na dissolução ocorre reação química. Exemplo1: A dissolução do ácido clorídrico (HCl) reage com a água e produz ÍONS. Nesse caso, rompem-se ligações na molécula dos reagentes e ocorre rearranjo entre os átomos, formando NOVAS substâncias (produtos). O rompimento de ligações nas moléculas envolvem alterações de ENERGIA, pelo menos dez vezes maior do que ocorre quando ligações de hidrogênio se rompem entre as moléculas. Exemplo1 HCl, em água

As energias nas ligações de HIDROGÊNIO	4 a 25KJ/mol	Ocorre entre moléculas
As energias de ligações químicas	100 KJ/mol.	Ocorre na molécula

ÁCIDOS e BASES segundo Arrhenius, (1887): O exemplo acima mostra um **ÁCIDO** de Arrhenius, que é toda substância que produz íons hidrogênio H^+ , quando dissolvida em água. **BASE** toda substância que produz íons hidroxila (OH^-), quando dissolvida em água.

BASE toda substância que produz íons hidroxila (OH^-) quando dissolvida em água. Exemplo: hidróxido de sódio (NaOH), em água ocorre dissociação:

Soluções de ácidos ou bases podem ser mais ou menos corrosivas. O que vai diferenciá-las?

Vamos resolver dois exercícios para entender como responder a essas questões.

ESCALA DE pH – mede a acidez ou basicidade das soluções.

A água pura ou em soluções neutras tem o $\text{pH} = 7$, ou seja $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 7$

A água sofre autoionização, e forma $[\text{H}^+] + [\text{OH}^-] = 14$ assim, substituindo temos:
 $7 + 7 = 14$

Quando o $\text{pH} < 7$, existe $> [\text{H}^+]$, vamos ter mais íons $[\text{H}^+]$ solução é **ÁCIDA**.

Quando o $\text{pH} > 7$, existe $> [\text{OH}^-]$ vamos ter mais íons $[\text{OH}^-]$ solução é **BÁSICA**.

Por que é importante conhecer o pH?

É essencial conhecer o pH nas soluções por que ele interfere no meio ambiente e afetam os seres vivos e a nossa vida. Quando o $\text{pH} < 4$ elimina a vida nas águas. No solo afeta a produção. A cor amarelada nas plantas indica solo ácido. Para isso faz-se a calagem adição de cal virgem (CaO) ou a barrilha NaHCO_3 para aumentar o pH.

É através da mudança de pH é que obtemos vários produtos do leite, como o queijo. O leite é uma mistura complexa de substâncias. Uma parte está dissolvida: lactose, vitaminas, minerais. Há também a gordura e proteína. Sabemos que a gordura não se dissolve na água. A caseína (proteína) é uma substância tensoativa, por ter uma parte polar que se liga a água (hidrofílica) e outra apolar hidrófoba que envolve a gordura (apolar) e dá esta aparência de homogênea. Uma parte da gordura escapa e fica na superfície sobre o líquido formando a nata. Conforme o leite é acidificado, a mudança no pH aglutina a caseína formando um material branco que é separado do líquido. Outros colóides como a maionese (emulsão), sabão, produtos de limpeza em geral são tensoativos e fazem essa função de remover a sujeira da água.

Exercício: Veja o rótulo da água mineral, analise e **responda certo ou errado em cada item:**

- () essas substâncias só existem em águas de fonte de natural.
- () essa água é pura quimicamente.
- () essa água é potável e tem propriedades curativas.
- () não é possível a existência dessas substâncias em águas tratadas na ETA.
- () em águas muito poluídas não existem essas substâncias.

Vimos vários exemplos de misturas homogêneas, soluções, colóides e suspensões ou misturas heterogêneas. Visto que, um dos assuntos, do projeto trata de materiais que não se sedimentam, qual a relação com o nosso estudo sobre a purificação da água? É necessário conhecer as etapas de purificação da água, a composição do material a ser purificado, e estabelecer relações com esse estudo.

Diferença de eletronegatividade entre átomos ligados	Tipo de ligação	Mais provavelmente formado entre
Menos de 0,5	Covalente apolar	Dois não metais ou um não metal e um metaloide
De 0,5 a 1,9	Covalente polar	
Mais que 1,9	Iônica	Metal e não metal

Referências Bibliográficas:

AZEVEDO, E. B. Poluição vs. tratamento de água: duas faces da mesma moeda. QNEsc, SP, n.10, p. 21-25, 1999. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/quimsoc.pdf>. Acesso mar. 2016.

SANTOS, W.L.P dos., MOL, G.S. Química Cidadã. PEQUIS, Vol.2, 2ª série, Ensino Médio, Wildson Luiz Pereira dos Santos e Gerson de Souza Mól.(coords). Vários autores. 2ª Ed., Editora AJS, SP, 2013.

MORTIMER, E. F., MACHADO, A. H. Química 1, vol.1. Ensino Médio. Ed. Scipione. 1ª ed. SP, 2013.

BETTELHEIM, F. A; BROWN, W. H.; CAMPBELL, M. K.; FARRELL, S. O. Introdução à química geral. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

ANEXO 7 FONTES DE CONSULTA

- 1- BBC BRASIL: O que já se sabe sobre o impacto da lama de Mariana?
http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/12/151201_dados_mariana_cc
 - 2- UFMG ARQUIVOS do Museu de História Natural e Jardim Botânico. - Vol.1, 1974 – BH.
<https://www.ufmg.br/mhnb/wp-content/uploads/2017/02/Vol24n1.pdf>
 3. Relatório Greenpeace 2017.
http://www.greenpeace.org.br/hubfs/Campanhas/Agua_Para_Quem/documentos/RelatorioGreenpeace_saude_RioDoce.pdf
 4. OS IMPACTOS DO DESASTRE EM MARIANA NA SAÚDE DA POPULAÇÃO.
<http://www.meioambiente.ufrn.br/?p=40088> de 12/09/2017
 5. A NECESSÁRIA COMPREENSÃO DAS CONSEQUÊNCIAS AMPLIADAS DE UM DESASTRE. Pedro R. Jacobi, Fac. Educ/USP e PPG em Ciência Ambiental – USP.
<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v18n4/1809-4422-asoc-18-04-00000.pdf>
 6. Relatos de pesquisadores sobre as consequências do desastre de Mariana, de 03/02/2016.
<https://www.nexojornal.com.br/expresso/2016/02/03/Relatos-de-pesquisadores-ilustram-consequ%C3%A2ncias-do-desastre-de-Mariana>
 7. MEIO AMBIENTE : Entenda o acidente de Mariana e suas consequências. Portal Brasil.
<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2015/12/entenda-o-acidente-de-mariana-e-suas-consequencias-para-o-meio-ambiente>
 8. SEMINÁRIO: O DESASTRE DA SAMARCO: BALANÇO DE SEIS MESES DE IMPACTOS E AÇÕES. <http://www.cpqrr.fiocruz.br/pg/o-desastre-da-samarco-balanco-de-seis-meses-de-impactos-e-acoes/>
- Temas:** Mariana, 06 de maio de 2016, O Desastre da Samarco: Balanço de Seis Meses de Impactos e Ações Carta do Rio Doce (Watu) 2 p. http://www.cpqrr.fiocruz.br/pg/wp-content/uploads/2016/05/Mesa_1.1_Bruno_Milanez_PoEMAS_UFJF.pdf
- *O Desastre da Samarco/Vale/BHP Billiton: aspectos econômicos e institucionais Bruno Milanez UFJF Mariana, 2016 (40 p. gráficos e slides)
- Reduzindo os Riscos Atuais e Futuros - David Stevens.
http://www.cpqrr.fiocruz.br/pg/wp-content/uploads/2016/05/Mesa_2.0_Informe_Cristiana_Brito_Olimpiada.pdf
<http://www.cpqrr.fiocruz.br/pg/wp-content/uploads/2016/04/Edmundoultimaversao.pdf> 20 p. (FOTOS e Acordo: Samarco e a União e Estados de MG e ES, e alguma participação civil)
http://www.cpqrr.fiocruz.br/pg/wp-content/uploads/2016/05/Mesa_2.4_Maria_Galleno_Unesp_AraraquaraV2.pdf
- O DESASTRE DA SAMARCO: Balanço de seis meses de impactos e ações
“O DESAFIO DA GOVERNANÇA PARA A REDUÇÃO DE RISCOS ENVOLVENDO MÚLTIPLAS INSTITUIÇÕES E NÍVEIS DE GOVERNO E A PARTICIPAÇÃO DA SOCIEDADE”
M A R I A G. S. O L I V E I R A M A R I A N A – M G M A I O / 2 0 1 6 UNESP - políticas sobre o assunto com sugestões – em slides
http://www.cpqrr.fiocruz.br/pg/wp-content/uploads/2016/05/Mesa_3.1_David_Stevens_UNISDR.pdf
- Reduzindo os Riscos Atuais e Futuros 20 p.
9. CIDADE RESILIENTE (como evitar e minimizar desastres nas cidades – BH
<http://www.cpqrr.fiocruz.br/pg/wp-content/uploads/2016/05/Mesa-3.2-Alexandre-Lucas-Alves.pdf> (Slides)
 10. Lições do desastre da Samarco Carlos M. Freitas slides. c/sugestão de fontes 27 p
http://www.cpqrr.fiocruz.br/pg/wp-content/uploads/2016/05/Mesa_3.4_Carlos_Machado_CEPEDES_FIOCRUZ.pdf
 11. LIVRO: DESASTRE NO VALE DO RIO DOCE: Bruno Milanez – 6 meses do desastre.
<http://ftp.medicina.ufmg.br/osat/ebook/2017/desastre-no-vale-do-rio-doce-16-03-2017.pdf>
 12. Revista CIÊNCIA & TRÓPICO VOL 37. Recife, 208 p.jan/jun 2016, destaque os cap.
<https://periodicos.fundaj.gov.br/CIC/issue/download/169/51>
 - Indicadores do IBASE e Ações coletivas no desastre
 13. Sobre a tragédia de Mariana
<https://www.mpmg.mp.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId...>

Término: ANEXO 8 FONTES DE CONSULTA

14. Relatório Final - ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE MINAS GERAIS

http://www.rogeriocorreia.com.br/wp-content/uploads/2016/07/relatorio_final_da_comissao_de_barragens.pdf

15. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA RUPTURA DA BARRAGEM DE REJEITOS DE FUNDÃO EM MARIANA NOVE MESES APÓS O DESASTRE.

http://www.lima.coppe.ufrj.br/images/documentos/projetos/relatorio-vale/1-_Cap_1_-_COPPE.20275.Cap1.Infraestrutura.Relat%C3%B3rio.Final.04.01.2017.pdf

____desastre-ambiental-em-mariana, 1 ano após o mar de lama e agora disponível em [/http://especiais.g1.globo.com](http://especiais.g1.globo.com) Raquel Freitas, 05/11/2016.

____O desastre da Samarco: Balanço de seis meses de impactos e Ações, Carta do Rio Doce (watu) Grupos de Estudos e Pesquisas Socio ambientais. GEPSA/UFOP, Ministério da Saúde, Fiocruz, Fundação Oswaldo Cruz, maio, 2016.

____Instituto Saúde e Sustentabilidade, Avaliação de riscos em saúde da população afetada pelo desastre de Mariana. Greenpeace. Março/2017.

____Desastre de Mariana: dois anos da maior tragédia ambiental do Brasil. revista nov/2017 disponível em <https://epocanegocios.globo.com/Brasil/noticia/2017/11/.html> ESTADÃO.

____BBC. Após dois anos, impacto ambiental do desastre em Mariana ainda não é totalmente conhecido, 05/11/2017.

Acidente de Mariana notícias (anos de 2017 e 2018)

1-<http://www.bbc.com/portuguese/brasil-41873660> BBC - Brasil 5/11/2017

Após dois anos, impacto ambiental do desastre em Mariana ainda não é totalmente conhecido

Camilla Veras Mota - @cavmota Enviada especial da BBC Brasil a Mariana (MG)

16- JORNAL DA UNICAMP - 29/01/2018

A responsabilidade da Samarco ESPECIAL TEXTO de JOICE SANTOS

<https://www.unicamp.br/unicamp/ju/noticias/2018/01/29/responsabilidade-da-samarco>

____desastre-ambiental-em-mariana, 1 ano após o mar de lama e agora ? Disponível em: [/http://especiais.g1.globo.com](http://especiais.g1.globo.com) Raquel Freitas, 05/11/2016. Acesso em: 01/09/2017.

____O desastre da Samarco: Balanço de seis meses de impactos e Ações, Carta do Rio Doce (watu) Grupos de Estudos e Pesquisas Sócios ambientais. GEPSA/UFOP, Ministério da Saúde, Fiocruz, Fundação Oswaldo Cruz, maio, 2016.

____Instituto Saúde e Sustentabilidade, Avaliação de riscos em saúde da população afetada pelo desastre de Mariana. Greenpeace. Março/2017.

____Desastre de Mariana: dois anos da maior tragédia ambiental do Brasil. revista nov/2017 Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Brasil/noticia/2017/11/.html> ESTADÃO. Acesso em: 06/11/2017.

1-Imagem Roda Minitexto: Roda – Curiosidades

Disponível em <https://www.portalsaofrancisco.com.br/curiosidades/roda-curiosidades>. Acesso em: 16/10/2017.

17- TECNOLOGIA & MEIO AMBIENTE. A (re)invenção da roda, São Paulo, Revista Isto é.

Editora Abril. nº 2301, 2013 Disponível em:

http://istoe.com.br/340509_A+REINVENCAO+DA+RODA/ Acesso em: 18/09/2017.

18- Roda. Curiosidades. Disponível em:

2-<http://www.portalsaofrancisco.com.br/curiosidades/roda-curiosidades>, Acesso em 18/09/2017.

19- BASSOUR, A.C. Roda, A maior invenção tecnológica. Disponível em: Fonte: www.cdcc.usp.br Acesso em: 18/09/2017.

20- Roda. Técnica de rolagem. Disponível em: www.educamor.net, Acesso em: 18/09/2017.

21- A RODA a é o “maior” dos inventos humanos. **Disponível em:** www.carroantigo.com Acesso em: 18/09/2017.

22- A pantera cor de rosa na pré história. Quem inventou a roda

Quem inventou a roda? VIDEO: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=i-192KYhCpM> Acesso em: 18/09/2017.

publicado em 6/12/2015, Acesso em 15/09/2017

ANEXO 08: Esboço de Projeto da(o)s Aluna(o)s

1.0 Tema: Purificação da Água.

2.0 PROBLEMA: Água suja

2.1 Hipótese: A água por ser experimentada se torna

2.2 objetivo: limpar a água se torna semi-limpa

3.0. Introdução: por que vc está fazendo o experimento?.

4.0 Método: Para testarmos a hipótese

a) Materiais e Reagentes:

b) Procedimentos do experimento:

Passar a água por vários cones, sendo um de cada elemento.

c) registre as suas observações, discuta e analise o que aconteceu. Explique e tire as suas conclusões considerando o problema, objetivo e hipótese.

Observações: Quando a indicação de Acido / Básico, a água ficou claramente rosa; então utilizamos o estabilizante básico, pois ela estava nesse estado por adicionarmos o sulfato de alumínio e fazer novamente o processo de filtração.

5.0 Fontes teóricas: conceitos sobre a água, tratamento, informações de Mariana

6.0 Desenvolvimento: 6.1. Asserções de valor: frase de sensibilização

6.2. Asserções de conhecimento: discussão teoria x prática – é a discussão

No livro: Água que é limpa
prática: resultado esperado.

7.0- Resultados - Conclusões: Observações: A hipótese foi confirmada?

Após passar pelo experimento, a água ficou "semelhante" à
uma água limpa

8.0- Referências Bibliográficas – citar todas as fontes utilizadas para fazer o projeto: desde as figuras, desenhos, conceitos, apostilas da aula etc.). Identificar cada desenho colocando legenda relacionado com a fonte de consulta.

Internet. (fonte)?

ANEXO 09: Modelos de representação conceitual sobre o processo da purificação da água dos alunos da ESCOLA A: 1º Ano e ESCOLA B: 2º e 3º Ano: Ensino Médio

6-A partir dos estudos sobre a estrutura da água. a) Mostre em desenhos como ocorre a interação da água com o material em suspensão (colóide) - Frasco a ↓
a.1-O nome da interação é:

1º Ano

b) Se adicionar barrilha $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$ e sulfato de alumínio $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{s})$ no frasco a, mostre o que aconteceu em desenhos Frasco b ↓:

c) Explique o que aconteceu no frasco b:

Se misturar Coagulação - Floculação

d) Por que você adicionou a barrilha?

Porque a questão pediu para aumentar o pH

6-A partir dos estudos sobre a estrutura da água. a) Mostre em desenhos como ocorre a interação da água com o material em suspensão (colóide) - Frasco a ↓
a.1-O nome da interação é: Florescimento

1º Ano

b) Se adicionar barrilha $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$ e sulfato de alumínio $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{s})$ no frasco a, mostre o que aconteceu em desenhos Frasco b ↓:

c) Explique o que aconteceu no frasco b:

Coagulação - Floculação

d) Por que você adicionou a barrilha?

para formar a sílica neutra para aumentar o pH
AG/22

6-A partir dos estudos sobre a estrutura da água. a) Mostre em desenhos como ocorre a interação da água com o material em suspensão (colóide) - Frasco a ↓
a.1-O nome da interação é: Lama

1º Ano

b) Se adicionar barrilha $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$ e sulfato de alumínio $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{s})$ no frasco a, mostre o que aconteceu em desenhos Frasco b ↓:

c) Explique o que aconteceu no frasco b:

Virou Lama - Floculação

d) Por que você adicionou a barrilha?

Purificar
ou aumentar o pH

AG/22

6-A partir dos estudos sobre a estrutura da água. a) Mostre em desenhos como ocorre a interação da água com o material em suspensão (colóide) - Frasco a ↓
a.1-O nome da interação é: Florescimento

b) Se adicionar barrilha $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$ e sulfato de alumínio $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{s})$ no frasco a, mostre o que aconteceu em desenhos Frasco b ↓:

c) Explique o que aconteceu no frasco b:

Coagulação - Floculação

d) Por que você adicionou a barrilha?

PARA TIRAR ACIDEZ

6-A partir dos estudos sobre a estrutura da água. a) Mostre em desenhos como ocorre a interação da água com o material em suspensão (colóide) - Frasco a ↓
a.1-O nome da interação é: 2 2

b) Adicione barrilha $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$ e sulfato de alumínio $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{s})$ no frasco a e mostre o que aconteceu em desenhos Frasco b ↓:

6-A partir dos estudos sobre a estrutura da água. a) Mostre em desenhos como ocorre a interação da água com o material em suspensão (colóide) - Frasco a ↓
a.1-O nome da interação é: Plataforma

3º Ano

b) Se adicionar barrilha $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$ e sulfato de alumínio $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{s})$ no frasco a, mostre o que aconteceu em desenhos Frasco b ↓:

c) Explique o que aconteceu no frasco b:

Mistura de cor

d) Por que você adicionou a barrilha?

Para tirar a cor da água

6-A partir dos estudos sobre a estrutura da água. a) Mostre em desenhos como ocorre a interação da água com o material em suspensão (colóide) - Frasco a ↓
a.1-O nome da interação é: Plataforma

b) Se adicionar barrilha $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$ e sulfato de alumínio $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{s})$ no frasco a, mostre o que aconteceu em desenhos Frasco b ↓:

1º Ano

c) Explique o que aconteceu no frasco b:

Os elementos químicos se purificaram

d) Por que você adicionou a barrilha?

Para tirar a cor da água

mas não ficou lá

purificou a água

tirar a cor da água

6-A partir dos estudos sobre a estrutura da água. a) Mostre em desenhos como ocorre a interação da água com o material em suspensão (colóide) - Frasco a ↓
a.1-O nome da interação é: Água com uma

b) Se adicionar barrilha $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$ e sulfato de alumínio $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{s})$ no frasco a, mostre o que aconteceu em desenhos Frasco b ↓:

1º Ano

c) Explique o que aconteceu no frasco b:

Água com uma

d) Por que você adicionou a barrilha?

Para tirar a cor da água

para aumentar o pH

6-A partir dos estudos sobre a estrutura da água. a) Mostre em desenhos como ocorre a interação da água com o material em suspensão (colóide) - Frasco a ↓
a.1-O nome da interação é: SOLVATAÇÃO

2º Ano

b) Se adicionar barrilha $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$ e sulfato de alumínio $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{s})$ no frasco a, mostre o que aconteceu em desenhos Frasco b ↓:

c) Explique o que aconteceu no frasco b:

Água com uma

d) Por que você adicionou a barrilha?

Para tirar a cor da água

para aumentar o pH e

para tirar a cor da água

6-A partir dos estudos sobre a estrutura da água. a) Mostre em desenhos como ocorre a interação da água com o material em suspensão (colóide) - Frasco a ↓
a.1-O nome da interação é: Água com uma

2º Ano

b) Se adicionar barrilha $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$ e sulfato de alumínio $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{s})$ no frasco a, mostre o que aconteceu em desenhos Frasco b ↓:

c) Explique o que aconteceu no frasco b:

Água com uma

d) Por que você adicionou a barrilha?

Para tirar a cor da água

para aumentar o pH

AG/G7

6-A partir dos estudos sobre a estrutura da água. a) Mostre em desenhos como ocorre a interação da água com o material em suspensão (colóide) - Frasco a ↓
a.1-O nome da interação é: Água com uma

2º Ano

b) Se adicionar barrilha $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$ e sulfato de alumínio $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{s})$ no frasco a, mostre o que aconteceu em desenhos Frasco b ↓:

c) Explique o que aconteceu no frasco b:

Água com uma

d) Por que você adicionou a barrilha?

Para tirar a cor da água

para aumentar o pH

AG/G6

**ANEXO 10: Projetos da(o)s Aluna(o)s da ESCOLA A, 1ºAno e ESCOLA B, 2ºe 3º
Ano do Ensino Médio**

PROJETO 1

PURIFICAÇÃO DA ÁGUA

GRUPO: 7

PROBLEMA, OBJETIVO E HIPÓTESE:

- A água suja é o problema do nosso projeto uma das hipóteses é que ela se torne uma água limpa, nosso objetivo é fazer com que ela fique um pouco mais limpa, vários procedimentos serão necessários.

MÉTODO:

- Primeiro nós fazemos o filtro com camadas de barro, areia, água, algodão e carvão, cada camada será responsável por absorver algo:

PROCEDIMENTOS DO EXPERIMENTO:

- Cada camada do filtro é responsável por retirar um dos elementos que estão poluindo a água. As pedras e a areia servem de barreira física às partículas de terra misturadas na água e aos pequenos objetos – como as folhas secas e o papel picado. Já o carvão filtra os poluentes químicos – invisíveis a olho nu –, como metais dissolvidos na água, pesticidas e outros. O algodão também serve para reter partículas maiores. Quanto maior forem as camadas do seu filtro, mais transparente a água sairá pela parte de baixo.

-
- Depois de filtrar pegamos essa água e colocamos substâncias químicas para deixar ela limpa.
 - Usamos o indicador de ácido rosa e a água ficou claramente rosa, então utilizamos o estabilizador básico, pois ela precisa estar sem nenhum tipo de ácido para colocarmos o sulfato de alumínio que ajuda na formação de flocos gelatinosos depois disso deixamos por alguns minutos as substâncias agirem e filtramos a água novamente, nesse processo podemos perceber que a nossa água ficou claramente bem mais limpa.
-

CONCEITOS SOBRE A ÁGUA:

- A água é um mineral presente em toda a Natureza, nos estados sólido, líquido e gasoso. É um recurso natural peculiar, pois se renova pelos processos físicos do ciclo hidrológico em que a Terra se comporta como um gigantesco destilador, pela ação do calor do Sol e das forças da gravidade. É, ainda, parte integrante dos seres vivos, e essencial à vida.
-

TRATAMENTO DA ÁGUA:

- O "Tratamento de Água" é um longo processo de transformação pelo qual a água passa, até chegar em condições de uso para abastecer a população, independente da função que ela terá.
- Assim, depois de captada nos rios barragens ou poços, a água é levada para a estação de tratamento, onde passa por várias etapas, que será mais complexo dependendo das impurezas existentes na água.

INFORMAÇÕES DE MARIANA:

- A tragédia do dia 5 de novembro de 2015 foi a maior do mundo envolvendo barragens de rejeitos. No dia, a devastação. Dois anos depois, o abandono. A vida tem sido um sacrifício em toda terra que o rejeito de minério cobriu.
- A barragem da mineradora Samarco se rompeu e derramou mais de 40 milhões de metros cúbicos de lama de minério em um vale, na área rural de Mariana~~x~~. A avalanche arrasou povoados. Em Bento Rodrigues, mais de 200 famílias perderam as casas e 19 pessoas morreram.

A qualidade da água dos rios está longe de voltar ao normal. O rejeito estacionado nas margens e no leito continua tingindo a água com esse tom avermelhado. Tem uma parte desse estrago que não se vê e que é considerada o ponto de interrogação do plano de recuperação ambiental. Abaixo da linha d'água do rio Gualaxo do Norte, a lama de minério formou camadas com até 3,70 cm de profundidade. Até agora, ninguém, nem as autoridades, sabem afirmar o que é que vai ser feito com esse material que está depositado no fundo.

-
- No nosso projeto podemos afirmar que nossa hipótese foi confirmada, com todos esse processo conseguimos deixar nossa água limpa.
 - Fontes: g1.globo.com, todamateria.com.br, fundacaofia.com.br, cienciahoje.uol.com.br

Projeto 2: Tema: Contaminação da água de Mariana

Índice

1.0	Tema	2.0	Problema	2.1	Hipótese	2.2	Objetivo
3.0	Introdução	4.0	Método	5.0	Fontes teóricas		
6.0	Desenvolvimento	6.1	Asserção de valor	6.2	Asserção de conhecimento		
7.0	Conclusões	7.1	Carta	8.0	Referências Bibliográficas		

1.0 Tema: Descontaminação da água de Mariana

2.0 Problema: Como purificar a Água?

2.1 Hipótese: A hipótese pensada pelo grupo foi a purificação da água através de filtração, com o filtro de areia.

2.2 Objetivo: Purificar a Água

3.0 Introdução e objetivo

O rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, foi na tarde do dia 5 de novembro de 2015; 19 pessoas morreram. Cerca de 62 milhões de metros cúbicos de rejeitos de minério, que eram formados, principalmente, por óxido de ferro, água e lama, foram despejados nos rios e chegaram até o mar, no Espírito Santo.

A região da bacia do Rio Doce está em uma área que abriga mais de 3 milhões de habitantes e todos os municípios cortados pelo rio - nos estados de Minas Gerais até o Espírito Santo – tiveram impactos ambientais e sociais significativos em razão da passagem da enxurrada de rejeitos da mineração. Sofreram e ainda sofrem prejuízo atividades como produção de alimentos, abastecimento de água potável, pesca, além da incalculável destruição da vida aquática do Rio Doce: milhões de toneladas de peixes foram mortos com a passagem da enxurrada de lama pelo rio. Tendo em vista o problema, nosso objetivo é tentar purificar a Água através de filtração, com o filtro de areia.

4.0 Método

A) Materiais: Garrafa Pet, areia fina, areia grossa, cascalho fino, cascalho Grosso, carvão, gaze, algodão e água barrenta.

B) Procedimento: Cortamos o fundo da garrafa plástica para utilizá-la como um funil comprido. Primeiro foi colocado o algodão, segundo o cascalho grosso, terceiro o fino, em quarto a areia grossa, em quinto a areia fina, em sexto o carvão, em sétimo a gaze e por último a Água barrenta

5.0 Fontes teóricas:

Análises mostram que a água não pode ser consumida diretamente de nenhum dos Rios atingidos, nem pelos animais nem para a agricultura. Até a água tratada por companhias de saneamento tem sido rejeitada por moradores. Segundo o Instituto Mineiro de Gestão das

Águas, Igam, a água do Rio Doce pode ser consumida depois de tratada. Ela é mais segura do que outras fontes que não são testadas. A Companhia de Saneamento de Belo Oriente declarou que criou novos pontos de captação. E que a água tratada atende aos critérios de potabilidade. A Fundação Renova afirmou que comprou equipamentos e fez obras de melhorias nos sistemas de abastecimento de água nas regiões onde a captação é feita no Rio Doce.

6.0 Desenvolvimento: No tratamento de água existem 6 etapas essenciais. São elas:

1. Oxidação 2. Coagulação e Floculação 3. Decantação 4. Filtração 5. Desinfecção 6. Fluoretação

Fonte: <https://agua-sua-linda.tumblr.com/post/157241041558/na-esta%C3%A7%C3%A3o-de-tratamento-de-%C3%A1gua-eta-a-%C3%A1gua/amp>

6.1 Asserção de valor:

“O amor é como a água, quando transborda desperdiçamos, quando escasso, imploramos por uma gota.”

Elizeu do Nascimento

“Não desperdice sentimentos puros e verdadeiros, assim como a água eles um dia podem faltar. E a seca juntamente com a sede podem assolar e tornar árido um coração que por natureza nasceu fértil, capaz de gerar flores e o mais genuíno fruto do amor.”

BCS

" No fundo do poço tem a areia que é fundamental para ajudar a purificar a água..."

Oscar de Jesus Klemz

6.2 Asserção de conhecimento:

Análises mostram que a água não pode ser consumida diretamente de nenhum dos Rios atingidos, nem pelos animais nem para a agricultura.

Até a água tratada por companhias de saneamento tem sido rejeitadas por moradores. Segundo o Instituto Mineiro de Gestão das Águas, Igam, a água do Rio Doce pode ser consumida depois de tratada. Ela é mais segura do que outras fontes que não são testadas.

A Companhia de Saneamento de Belo Oriente declarou que criou novos pontos de captação. E que a água tratada atende aos critérios de potabilidade. A Fundação Renova afirmou que comprou equipamentos e fez obras de melhorias nos sistemas de abastecimento de água nas regiões onde a captação é feita no Rio Doce.

7.0 Conclusão:

Com o trabalho concluímos que é possível sim purificar a Água, com mais de um método para que ela fique acessível para o consumo. Nossa hipótese foi confirmada, porém tem que ser feito com mais de um método.

7.1 Carta:

- Queridas autoridades de Mariana, estamos aqui para demonstrar nosso lamento pelo ocorrido. Somos do interior de São Paulo, especificamente, São Carlos. Estamos cursando o ensino médio na escola estadual B e estamos na parte da disciplina CTS, entramos no desastre de Mariana e estudamos tudo que aconteceu. A barragem rompida e a cidade coberta por dejetos. A natureza foi machucada e os sonhos todos cobertos pela lama. Dia 5 de novembro de 2015, um dia de destruição, destruição na cidade, na natureza e para a população local. Agora depois de 2 anos e 11 meses ainda estão tentando achar uma solução para recuperar tudo que foi perdido. Sabemos que a água não pode ser consumida diretamente de nenhum dos rios afetados, mas com os tratamentos adequados poderá. Sabemos que foram criados mais pontos de captação, mas nós achamos que com mais esforço tudo pode ser solucionado, com certeza deve existir outras formas de tratar e captar a água contaminada, formas realmente eficazes. Nós acreditamos que, mesmo que leve muito tempo, tudo vai ser restaurado. Sentimos muito pelo ocorrido, sabemos que vocês estão fazendo o que podem, mas temos certeza que vocês conseguem mais! Todos estamos torcendo para a melhoria de Mariana. Estamos com vocês, com muito apreço, alunas da Escola Estadual, Ensino Médio, São Carlos.

8.0: Referências Bibliográficas:

- Imagens:
- <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2017-12/desastre-com-barragem-acordou-monstro-de-poluente-no-rio-doce-diz-perito>
- <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/filtro-agua.htm>
- <https://agua-sua-linda.tumblr.com/post/158362554478/na-esta%C3%A7%C3%A3o-de-tratamento-de-%C3%A1gua-eta-a-%C3%A1gua>
- <http://www.pitangui.uepg.br/proad/escoteiros/index.php/84-destaque/171-como-fazer-um-filtro>
 - **Dados:** 10 - 71,5% 10 - 71,5%
- g1.globo.com www.todamateria.com.br
- <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/acidente-mariana-mg-seus-impactos-ambientais.htm>
- https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Rompimento_de_barragem_em_Mariana
<https://www.infoescola.com/geografia/desastre-de-mariana/>

Projeto 3:

1. A água do mar, solução para o problema da falta de água potável.

2.0- Introdução

A importância da água na vida do planeta é de tamanha proporção, pois que é um elemento essencial para a sobrevivência de animais e vegetais na terra. Nesse sentido, quando falta água a fonte de vida do planeta a vida está ameaçada, uma vez que a água é fonte de vida do planeta.

Estamos tão habituados à presença da água que não damos conta de sua importância quando ela não faz falta. Note que a maior parte das células do nosso corpo possui água, sendo que os vegetais e animais precisam dela para viver.

- importância em alguns setores

A água sempre esteve presente em atividades de agricultura e pecuária, permitindo ao homem se estabelecer em comunidades fixas para produzir o próprio alimento. O recurso foi e é tão primordial que os primeiros civilizados se desenvolveram próximo de bordas de rios e córregos. Hoje a água cultura é o setor que mais utiliza água no mundo em torno de 70% e esse percentual pode chegar a 80% nos países mais desenvolvidos.

Além do consumo para a sobrevivência de todos os seres vivos, a água é utilizada na produção

de parte a matéria-prima para a criação de animais. Dentre formas, o líquido é diretamente responsável pela vida na terra: hidratos e gases na produção de alimentos de origem vegetal e animal. Com tanta água, muitos não perceberam que é um negócio de impacto que a falta de má qualidade de recursos causaria na agricultura e na saúde humana.

- Objetivo do projeto é compreender as formas físicas e práticas através de uma simulação como deixar água barrenta de marismas potável.

2.1- Hipótese: A água de marismas, redução para a falta de água potável pelo método de filtrar a água barrenta.

3- metodologia:

- **Materiais:** papel toalha, uma garrafa garrafa pet, uma tampa, corais triturados, ~~areia~~ areia, pedrinhas corais.
- **reagentes:** água barrenta

Procedimentos para realização do experimento:

Passo 1: ligar a água barrenta, e colocar em algum recipiente, e deixar descansar, ^{em} ^{por um tempo} que um pouco de barro não ficará no fundo.

Passo 2: ligar a garrafa e cortar o fundo, e deixar igual

um funil e colocar no material em camadas.

Passo 3: Para que os componentes não caia por o papel toalha e colocar no fundo.

Passo 4: colocar os corais em pó uma boa camada, por cima do corais colocar areia uma grande camada, fazer mais uma pequena camada de corais depois uma de areia. E por cima colocar corais.

Passo 5: colocar em baixo do funil um recipiente para a água cair nele. e colocar água barrenta no funil e deixar até limpar a água.

4- Fontes teóricas: a) e Domínios constituintes

Impactos ambientais, Mineração / Impactos Mineração / Avaliação de Impactos

Água: substância H_2O líquida e incolor, indispensável e essencial para a vida da maioria das espécies normais vivas.

Sugestão: Importância da Água em vários setores

característica - adverte universal ~~em~~ essencial para vida.
 de. Resumido a água é um bem que é necessário e
 então tem que preservar e pouco que tem então por
 isso a taxa de preço.

Filtro - O filtro é bem eficaz e bem simples de
 fazer, e se matricular não pode achar na natureza.

característica - adverte universal ~~em~~ essencial para vida.
 de. Resumido a água é um bem que é necessário e
 então tem que preservar e pouco que tem então por
 isso a taxa de preço.

Filtro - O filtro é bem eficaz e bem simples de
 fazer, e se matricular não pode achar na natureza.

5 -

5.1 - A água é essencial para a vida.

- O tempo pouco água potável no planeta, precisamos
 conservar e pouco que tem.

9 - Que muita gente em moradia, está passando
 dessa água, mas a água está Barrenta. O filtro
 é bem simples de fazer e barato e eficaz. E se
 matricular tem na natureza.

continuação

3. Passo 6 - ferver a água para que só tem de
 estar potável.

PROJETO 4

1.0 - Tema: Purificação da Água

Projeto disciplinar de
química. ESCOLA B
Orientação prof.^a
Ângela Denardi

2.0 – Problema

- Água com terra, água “barrenta”
- Simulação da água de Mariana - MG

2.1- Hipótese

- Tirar resíduos, como a terra
- Utilizar reagente químico para separar a água e a terra.

2.2- Objetivo

- Filtrar a água, purificá-la;
- Deixar a água limpa;
- Tirar a acidez;

3.0 – Introdução e objetivo

(contexto geral)

- A **Importância da Água** na vida do planeta é de tamanha proporção, posto que é um elemento essencial para a sobrevivência de animais e vegetais na Terra. Nesse sentido, quando falta água, a vida está ameaçada, uma vez que a água é a fonte de vida do planeta.
- Estamos tão habituados à presença da água que só damos conta da sua importância quando ela nos faz falta. Note que a maior parte das células de nosso corpo possui água, sendo que os vegetais e animais precisam dela para viver.

Preservação da Água

- Preservar o ciclo vital da água é preservar a natureza. Em muitas regiões da terra, o ciclo natural vem sofrendo muitas alterações. Os intensos desmatamentos fazem com que a água precipitada em forma de chuva escorra mais rapidamente, reduzindo a infiltração no solo e a sustentação dos cursos d'água. Isto acaba levando ao desaparecimento no período de estiagem (seca).
- A preservação dos rios é muito importante pois preserva grande parte da vida. Muitas cidades são formadas próximas a rios. As águas fluviais servem para abastecimento, alimento, uso doméstico, irrigação, produção industrial, fonte de energia, e meio de transporte. A distribuição da água pelo planeta não é regular. Em muitos lugares ela é escassa, dificultando a ocupação do espaço e seu aproveitamento pelo homem. Existem algumas formas de resolver esse problema, entre elas, a construção de represas, lagos, açudes, canais ou desvios dos cursos dos rios, beneficiando as áreas secas. Existe, ainda, a possibilidade de transformar água salgada em água doce pelo processo de dessalinização.

Problemas com a Água ao Redor do Mundo

- Em suma a água que está a nossa disposição para beber e com facilidade de ser captada é aquela que está em rios e lagos. Isso é equivalente a um total de 90 km cúbicos ou algo como 0,26% da água do planeta. O mais grave é que nem mesmo essa pequena porção está completamente disponível. Para que a água não acabe precisamos focar em usar apenas a água que se renova pelas chuvas.
- **Aumento do consumo de água** : O grande problema é que a humanidade não para de crescer, já somamos mais de 6 bilhões de pessoas e não há nenhum indicativo que essa quantidade irá deixar de crescer. Dessa forma o consumo de água também aumenta e num ritmo muito mais acelerado do que aquele da água que se renova pelas chuvas. A situação é bastante alarmante, para se ter uma ideia de acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU) o consumo de água aumentou mais do que o dobro do aumento da população no século passado de forma que atualmente a humanidade utiliza cerca de metade do estoque de água.
- Com isso acredita-se que daqui a três décadas o consumo será dobrado, o que acarreta no uso de toda a água disponível no planeta. Parte dos problemas hídricos se deve ao aumento da população, mas também se deve ao aumento do consumo desenfreado das pessoas.

Desastre de Mariana

- Acidente em Mariana (MG) e seus impactos ambientais:
- Em 05 novembro de 2015, ocorreu o **pior acidente da mineração brasileira** no distrito do município de Mariana, em **Minas Gerais**. A tragédia ocorreu após o rompimento de uma barragem (Fundão) da mineradora Samarco, que é controlada pela Vale do Rio Doce e pela BHP Billiton.
- O rompimento da barragem provocou uma **enxurrada de lama** que devastou o distrito de Bento Rodrigues, deixando um rastro de destruição à medida que avança pelo Rio Doce. Várias pessoas estão desabrigadas, com pouca água disponível, sem contar aqueles que perderam a vida na tragédia. Além disso, há os **impactos ambientais**, que são incalculáveis e, provavelmente, irreversíveis.

- O rompimento da barragem afetou o rio Gualaxo, que é afluente do rio Carmo, o qual deságua no Rio Doce, um rio que abastece uma grande quantidade de cidades. À medida que a lama **atinge os ambientes aquáticos, causa a morte de todos os organismos ali encontrados**, como algas e peixes. Após o acidente, muitos peixes morreram em razão da falta de oxigênio dissolvido na água e também em consequência da obstrução das brânquias. O ecossistema aquático desses rios foi completamente afetado e, consequentemente, os moradores que se beneficiavam da pesca.
- Por fim, espera-se que a lama, ao atingir o mar, não afete diretamente a vida marinha na região do Espírito Santo onde o rio Doce encontra o oceano. Biólogos temem os efeitos dos rejeitos nos **recifes de corais de Abrolhos**, um local com grande variedade de espécies marinhas.
- **Objetivo : 2.2** – Filtrar e purificar água e deixa-la pronto para o consumo.

4.0 - Métodos

- A) Materiais:
 - 3 garrafas pet de 2 L
 - Areia fina
 - Areia grossa
 - Pequenas pedras lavadas
 - Carvão
 - Algodão
 - Água
 - Colher de plástico
- B) Reagentes :
 - Sulfato de alumínio $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
 - Hidróxido de cálcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Procedimentos do experimento:

1. Cortar as garrafas pela metade
2. Montar o filtro segundo a ordem: algodão, carvão, areia fina, areia grossa e pedras.
3. Misturar a terra com água
4. Esperar 5 minutos
5. Adicionar 1 colher de sulfato de alumínio, e meia de cal, agitar e deixar em repouso
6. Transferir o líquido
7. Filtrar

c) Registre suas observações

- Depois de deixar o filtro pronto, misturamos a água com terra e agitamos bem, em seguida adicionamos o sulfato de alumínio e hidróxido de cálcio, agitamos por 2 minutos e aguardamos 5 minutos, após isso agitamos levemente e aguardamos mais 5 minutos e então notamos que a terra estava ficando na parte inferior da garrafa e a água na parte superior, aguardamos mais um pouco para que houvesse maior quantidade de água na parte superior e então filtramos. A água ficou 95% limpa, faltando um procedimento que seria purificá-la para o consumo.
- Outra observação, foi quando analisamos o pH da solução (para ver se estava pronta para o início da reação). Ela mudou de coloração em meio ácido para meio básico.

Resultados

- Clique para adicionar texto

5.0- Fontes teóricas → teoria, princípio, modelo...

- Utilizamos alguns sites de pesquisa para entender melhor, como : toda matéria, brasil escola, mundo educação, info-escola, etc.
- Nossa teoria eram os procedimentos para entender como funciona a filtração, e junto com a experiência facilitou essa questão.

6.0 – Mapa Conceitual

6.1 – Assertão de valor: frases de sensibilização gerado pelo estudo desse problema.

- De uma forma geral, devemos compreender que água é o que mantém os seres vivos, vivos! Sendo assim devemos preservá-la e consumi-la com cautela.

7.0 - Conclusão

- Com os estudos compreendidos e com o experimentos, chegamos a conclusão de que com a filtração da água conseguimos reutilizar. A hipótese foi confirmada, porque durante a experiência observamos que ocorreu o que pensávamos. Por isso, acreditamos que Mariana irá estabelecer-se, pois a ciência e tecnologia está avançando e muitas pesquisas estão sendo realizadas para melhorar a local do desastre de Mariana.

7.1 – Carta a autoridade

São Carlos, 2018.

Prezado Senhor (a),

Por meio desta carta, viemos demonstrar os sentimentos sobre o caso do “Desastre de Mariana”, e também compartilhar dos sentimentos dos moradores que ali viviam.

Compreendemos que a situação é de tamanha dificuldade e há diversos problemas a serem resolvidos e questionados, e desejamos encontrar uma maneira de auxiliar neste caso. Estamos em busca de como melhorar o local do acidente, para que no futuro, Mariana possa estabilizar-se. Infelizmente, o ocorrido não será fácil de esquecer, mas tentemos posicionar-nos para melhor vivermos, e toda ajuda será precisa e necessária.

Para explicar de uma forma resumida, o acidente resultou do rompimento da Barragem do fundão, no município de Mariana, no estado de Minas Gerais derramou uma enxurrada mais de 60 milhões de metros cúbicos de lama e rejeitos da produção de minério de ferro no meio ambiente.

Uma onda gigantesca de óxido de ferro, água e lama invadiu o distrito de Bento Rodrigues (município de Mariana), que ficava próximo ao depósito de rejeitos da mineração. O povoado, até então constituído por moradias de trabalhadores, foi totalmente destruído, ficando submerso a uma camada espessa de lama.

Sendo assim, os moradores tiveram que reconstruir suas vidas em outras cidades, por isso entendemos que grande foi o impacto ambiental, e ainda é um dos problemas a ser solucionado. Especialistas ainda estão a procura para auxiliar nesta solução, entretanto não podemos adiantar se ocorrerá a reconstrução da natureza, por conta do impacto ambiental causado.

Em vista destes fatos, todos os especialistas envolvidos no caso, juntamente com os responsáveis pelo acidente, **tem o dever** de auxiliar de toda as formas possíveis para encontrar “a ponta do iceberg”, para dar início a solução do caso e assim restabelecer Mariana.

Atenciosamente:

Alunas e alunos São Carlos, 2018.

8.0- Referências Bibliográficas

- <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/acidente-mariana-mg-seus-impactos-ambientais.htm>
- <http://meioambiente.culturamix.com/desenvolvimento-sustentavel/problemas-com-a-agua-ao-redor-do-mundo>
- <https://www.todamateria.com.br/a-importancia-da-agua/>
- http://cmappublic3.ihmc.us/rid=1236022068075_254542590_7760/Agua.cma

PROJETO 5

PROJETO: PURIFICAÇÃO DA ÁGUA

- Escola B G5

PROJETO: TEMA PURIFICAÇÃO DA ÁGUA

- Problema: Como purificar a água
- Objetivos: Fazer com que a água saia mais limpa.

PURIFICAÇÃO DA ÁGUA

- As hipóteses são: a água pode ou não sair limpa. Foram testadas duas hipóteses, a filtração por etapas e a filtração montada por completo.
- Métodos:
- Os materiais utilizados foram: uma garrafa pet, cascalho, carvão, manta acrílica, algodão, areias grossas e finas e a grade (peneira).

MATERIAIS:

ETAPAS DA FILTRAGEM:

ÁGUA COM LODO,
PEDRAS E FOLHAS.

1ª ETAPA: A ÁGUA
PASSA PELA PENEIRA

2ª ETAPA: A ÁGUA PASSA
PELA AREIA GROSSA.

3ª ETAPA: A ÁGUA PASSA
PELO PEDREGULHO.

4ª ETAPA: A ÁGUA
PASSA PELO CARVÃO.

5ª ETAPA: A ÁGUA PASSA
PELA MANTA ACRÍLICA.

AO PASSAR POR TODO O PROCESSO EM ETAPAS, A ÁGUA AINDA NÃO SAIU LIMPA.

6ª ETAPA: A ÁGUA PASSA PELO ALGODÃO.

CONCLUSÃO

FILTRAÇÃO EM ETAPAS SEPARADAS E EM UMA ÚNICA FILTRAGEM

- A melhor filtragem ocorre com todas as camadas intercaladas no mesmo experimento

CONCLUSÃO

- Ocorreu uma certa turbidez devido o excesso de amostra.

Projeto 6

TODOS OS SERES VIVOS DEPENDEM DA ÁGUA ?

ESCOLA B

PROFESSORA: ÂNGELA

POR QUE TODOS OS SERES VIVOS DEPENDEM DA ÁGUA?

- A ÁGUA É UM BEM NECESSÁRIO A TODO ORGANISMO PARA O EXERCÍCIO DE SUAS FUNÇÕES VITAIS, POIS A ESTRUTURA DELES SÃO PARECIDAS, SENDO GRANDE PARTE DELA COMPOSTA POR ÁGUA (65% DO CORPO HUMANO É FORMADO POR ÁGUA).
- NEM TODA ÁGUA É POTÁVEL, SENDO APENAS 0,03% DA ÁGUA DO MUNDO DOCE E DISPONÍVEL NA FORMA LÍQUIDA.
- SOMENTE UMA PEQUENA PARTE DESSE TOTAL DE ÁGUA DOCE É PRÓPRIA PARA O CONSUMO (POTÁVEL).

PROCESSO DE PURIFICAÇÃO DA ÁGUA

- EXISTEM 3 PROCESSOS PRINCIPAIS PARA A PURIFICAÇÃO DA ÁGUA, QUE JUNTOS, TORNAM A ÁGUA PRÓPRIA PARA O CONSUMO. SÃO ELES:
 - FILTRAÇÃO
 - EBULIÇÃO
 - DESINFECÇÃO

Filtração

Ebulição

Desinfecção

TRANSFORMAÇÕES DA ÁGUA

Água suja	Água limpa (filtrada)
Cor escura	Água transparente
Pode estar infiltrada por parasitas	Livre de microrganismos
Pode causar doenças :	Pode ser consumida
Diarreia	Não causam doenças
Cólera	Inodora
Leptospirose	Insípida
Hepatite	
Esquistossomose	

PRÁTICA

MATERIAIS USADOS:

GARRAFA PET

SULFATO DE ALUMÍNIO $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

BARRILHA Na_2CO_3 (CARBONATO DE SÓDIO)

CASCALHOS

AREIA FINA

CARVÃO VEGETAL

ALGODÃO

OBJETIVO: FILTRAR PARA OBTER ÁGUA POTÁVEL

ETAPAS DO PROJETO

- Verificação do pH
- Transformação em meio básico
- Filtração
- Ebulição
- Desinfecção

CONCLUSÃO

- A FILTRAÇÃO TEM VÁRIAS FASES. TEM QUE USAR VÁRIOS MATERIAIS E CUIDADOS, SENÃO OCORRE ERROS. O GRUPO FEZ O EXPERIMENTO COM USO DOS REAGENTES. VIMOS QUE OCORRE REAÇÃO QUÍMICA, A SUJEIRA DA ÁGUA SE LIGA COM O SULFATO DE ALUMÍNIO, E TEM O CONTROLE DO PH QUE FICOU IDENTIFICADO PELAS CORES, TESTANDO COM O REPOLHO ROXO. SE COLOCAR MUITO TERRA NA AMOSTRA, VAI AFETAR O FILTRO. TUDO TEM QUE SABER A PROPORÇÃO PARA DAR CERTO. TEM QUE TESTAR PARA SABER O QUE VAI SER USADO NA PURIFICAÇÃO. DEPOIS DA AGITAÇÃO O SULFATO DO ALUMÍNIO FORMA OS FLOCOS COM A SUJEIRA QUE GANHAM PESO E AFUNDAM. A ÁGUA CLARIFICA. DEPOIS DISSO FAZ-SE A FILTRAÇÃO, E TEM VÁRIAS ETAPAS COMO ELIMINAR OS MICRÓBIOS, USANDO O CLORO E COMPLETAR O TRATAMENTO DE ÁGUA, COM A ADIÇÃO DE FLÚOR.

PROJETO: Tema Desastre de Mariana

Índice:

slide

1.0- Tema.....	3
2.0- Problema.....	3
2.1- Hipótese.....	3
2.2- Objetivo.....	3
3- Introdução.....	3
4- Método.....	3 e 4
5- Fontes teóricas.....	5
6.0- Desenvolvimento.....	5
6.1- Asserção de Valor.....	6
6.2- Asserção de conhecimento.....	6
7.0- Conclusões.....	7
7.1- Carta.....	7
8.0- Referencias Bibliográficas.....	8

1.0- Tema: O desastre em Mariana.

2.0- O Problema: A contaminação das águas dos rios.

Hipótese: Filtração recupera a água.

Objetivo: Ajudar na filtragem das impurezas das águas, tentar recuperar o máximo possível daquela região tomada pela lama contaminada.

3.0- Introdução: Localizada no distrito de Bento Rodrigues, a barragem de Fundão se rompeu no dia 5 de novembro de 2015. A barragem guardava rejeito da empresa Samarco. O rompimento da barragem ainda é considerado o maior desastre socioambiental brasileiro, e o maior do mundo envolvendo barragens de rejeitos, a lama chegou ao rio, e assim matou varias espécies de peixes. O diretor da vale disse que ainda não ha conclusão sobre os motivos para o rompimento da barragem.

4.0- Método:

a) Materiais: garrafa pet, algodão, areia fina, pedregulho, carvão moído (não usamos reagentes)

b) Procedimentos: cortamos a garrafa pet de um jeito que fosse um funil encaixado na parte debaixo dela, no funil que fizemos colocamos primeiro o algodão, em seguida o carvão moído, logo após colocamos a areia fina e por ultimo o pedregulho. Pegamos água suja (misturamos água com terra) e colocamos ela no filtro então esperamos um pouco e depois de um tempo começou a descer por ele água "limpa" de cor normal, diferente do que colocamos inicialmente no filtro.

4.0- Exemplo:

5- Fontes teóricas: Inicialmente a professora foi nos ajudando mas nos aprofundamos em modelos de filtros com pesquisas, sobre o tema também fomos auxiliados pela professora mas o que nos ajudou bastante foi nos estudos de pesquisas além do que ela passou.

6.0- Desenvolvimento: As fases de tratamento são:

Pré-alcalinização – A água recebe hidróxido de cálcio em suspensão, que servem para ajustar o pH* aos valores exigidos nas fases seguintes do tratamento.

Coagulação – Nesta fase, é adicionado sulfato de alumínio ou policloreto de alumínio, seguido de uma agitação violenta da água. Assim, as partículas de sujeira ficam eletricamente desestabilizadas e mais fáceis de agregar.

Floculação – Após a coagulação, há uma mistura lenta da água, que serve para provocar a formação de flocos com as partículas.

Decantação – Neste processo, a água passa por grandes tanques para separar os flocos de sujeira formados na etapa anterior.

Filtração – Logo depois, a água atravessa tanques formados por pedras, areia e carvão antracito. Eles são responsáveis por reter a sujeira que restou da fase de decantação.

Complexação de metais – Em seguida, é feita a dosagem de ortopolifosfato de sódio, um agente que atua como sequestrante de metais, como o ferro e o manganês, e os mantém solúveis em suspensão, de maneira que impede a incrustação, além de formar camada protetora contra corrosão nas paredes de encanamentos.

Desinfecção – É feita uma última adição de hipoclorito de sódio na água antes de sua saída da Estação de Tratamento. Ela garante que a água fornecida chegue isenta de bactérias e vírus até a casa do consumidor

6.1- Tabela de exemplo:

PARÂMETROS A SEREM AVALIADOS	ANÁLISE NA SAÍDA DO TRATAMENTO		ANÁLISE NOS RESERVATÓRIOS E NA DISTRIBUIÇÃO	
	NÚMERO DE AMOSTRAS	FREQUÊNCIA	NÚMERO DE AMOSTRAS	FREQUÊNCIA
Cor	01	Semanal	05	Mensal
Turbidez, cloro residual livre, cloraminas e dióxido de cloro	01	2 vezes por semana	Deve ser efetuada caso o agente desinfetante utilizado não seja o cloro	Semestral
pH e fluoreto	01	2 vezes por semana	Dispensada a análise	Idem
Gosto e odor	01	Semestral	Dispensada a análise	Idem
Demais parâmetros (como radioatividade e agrotóxicos)	01	Semestral	Dispensada a análise quando problemas não forem identificados no setor anterior	Idem
Coliformes totais e escherichia coli	04	Semanal		

6.2- Aserções de valores: “É próprio da natureza humana, lamentavelmente, sentir necessidade de culpar os outros dos nossos desastres e das nossas desventuras.” -Luigi Pirandello.

“Se o ser humano respeitasse as leis da natureza, a biodiversidade não seria prejudicada, e a frequência de desastres naturais seria infinitamente menor.” -Silas Malafaia.

7.0- Conclusões: O experimento não foi complicado de ser realizado, mas em nossa opinião as pesquisas que fizemos mostrou que é um processo bem complicado a purificação de um enorme mar, conforme a contaminação de Mariana. Mas é possível transformar aquela água contaminada em água “pura”, embora nunca irá voltar a ser como antes os rios de Mariana e região. Mas com o tempo, as pesquisas e o avanço da tecnologia talvez seja possível voltar tudo o que era antes.

7.1- Carta: Olá autoridades, somos alunas da Escola B, São Carlos-SP, temos 16 anos. Estudamos muito nesse bimestre sobre o ocorrido em Mariana e realmente foi muito grave o desastre que aconteceu nessa bela cidade e principalmente nos rios. Em nosso ponto de vista foram muitos erros cometidos pela empresa da barragem. Fizemos experimentos como se fossemos solucionar o problema da contaminação das águas, e pensamos que vocês poderiam fazer várias filtrações nesses rios e talvez com o tempo e com muita filtração poderia finalmente voltar ao normal, obviamente que não voltaria 100% mas já seria um ótimo recomeço. Espero que essa possa ser uma alternativa que ajude na solução desse enorme desastre. Agradecemos pela atenção.

Att Alunos do Grupo 3

8.0- Referências Bibliográficas

<https://kdfrases.com/frases/desastre6.2>

<http://semaeop.mg.gov.br/index.php?page=estacoes-tratamen6.0>

<https://www.google.com.br/4.0> e 6.1

<https://brainly.com.br/3.0>

PROJETO 8: Desastre de Mariana

A água potável depois do desastre de Mariana se tornou imprópria ao consumo.

De acordo com estudos da Universidade Federal do Rio de Janeiro que é financiado por um coletivo organizado pelo Greenpeace, afirma que a água usada para o consumo diário está contaminado por metais pesados como: ferro, mercúrio, níquel e entre outros são prejudiciais a saúde causando doenças e problemas como afetar o sistema respiratório e o sistema nervoso central, e doença de Parkinson ou doença mais graves.

Segundo estudos dos pesquisadores que fizeram amostras com o excesso de metais pesados em três cidades analisadas: Bento Oriente (MG). Governador Valadares (MG) e Colatina (ES), localizada a mais de 400 quilômetros da barragem, mostra que tem mais do que cinco vezes metais pesados permitidos a saúde.

Uma possível explicação para o ocorrido é que o fluxo de água do Rio Doce ao atingir a planície costeira. Segundo Pesquisadores, isso permitiu maior penetração no solo e no lençol freático, com base nisso podemos afirmar que a água mineral que é obtida diretamente das fontes subterrâneas está contaminado por metais pesados. Mesmo passando por tratamento a água não estaria 100% própria para o consumo.

A água tratada é essencial para o homem. No entanto o consumo de água sem o devido tratamento pode provocar diarreia, cólera, febre amarela, hepatite, etc. Uma das formas de tratar essa água de modo simples, mas não completamente eficaz, é como o filtro caseiro.

Problema: água contaminada

Objetivo: como melhorar a qualidade da água com um método simples

Método: Purificar a água contaminada com materiais caseiros

Os materiais necessários para a construção do filtro caseiro são:

Garrafa pet; Tesoura; Pedras; Areia; Carvão; Algodão; Água suja;

Cada camada do filtro é responsável por retirar um dos elementos que estão poluindo a água. As pedras e a areia servem de barreira física, aos materiais como as folhas secas e o papel picado. Já o carvão filtra os poluentes químicos – invisíveis a olho nu – como metais dissolvidos na água, pesticidas e outros. O algodão também serve para reter partículas maiores. Quanto maiores forem as partículas camadas de filtro, maior será a eficácia.

Já o sal, embora seja uma partícula muito pequena, não consegue ser filtrado das camadas do filtro.

Montamos o experimento cortando a garrafa pet de 2 litros ao meio, e usamos uma garrafa pet para misturar a amostra. Montamos o filtro com o bico voltado para baixo e colocamos uma camada de algodão, uma camada de pedra, uma camada de areia grossa, uma camada de areia fina e uma camada de carvão de churrasco em pedaços. Colocamos a amostra que foi preparado com meio litro de água e quatro colheres de terra. Quando colocou a amostra, a água não filtrou, continuou muito barrenta. Depois de observar os outros grupos e conversar, vimos que o resultado foi por causa da montagem errada do filtro. Colocamos o material deixando brechas e a camada de carvão como um enfeite sobre a areia. Refizemos lavando a pedra, e colocando cada parte bem separado e firme. Preparamos uma amostra com uma colher de terra de terra para uma garrafa pet de meio litro. A filtração melhorou muito.

Depois fizemos o experimento como o outro grupo, usando reagentes químicos. Vimos que para acontecer a separação tem que colocar o sulfato de alumínio, junto com o carbonato de sódio, porque senão não separa. Uma coisa depende da outra. Vimos um teste para saber se é ou não para usar o carbonato de sódio. Pelas cores usando o líquido preparado do repolho roxo vimos que conforme a cor vai dizer se tem ou não ácido e se precisa ou não precisa colocar esse material. Se tiver ácido tem que misturar a barrilha, mas se não tiver ácido não precisa. Para diferenciar se tem ou não tem ácido testamos o líquido do repolho com detergente e com limão, e depois com a amostra e deu para entender que cores rosa e vermelho indica ácido por causa do limão. Então tudo que tem ácido fica vermelho com o repolho roxo. Usamos agitação, e repouso e depois de alguns minutos houve separação entre uma parte sólida que ficou embaixo. Conclusão: A filtração por método caseiro é um método simples e o mais utilizado para eliminar algumas impurezas na água, mas é mais lento e necessário fazer com cuidado e usar outras fases para a água ficar boa para ser consumida. A filtração com reação química é um método mais rápido, que você vê que aconteceu a separação antes de você passar no filtro, mas esse método é mais caro porque tem que usar muitos produtos.

PROJETO 9: Química

FIGURA 1- <https://desastreemmariana.openbrasil.org/2016/11/desastre-em-mariana-resumo.html> DESASTRE DE MARIANA NÃO ESQUECEMOS Arquivo OpenBrasil.org Desastre em Mariana - OpenBrasil.org

Projeto 9

Índice

- 1.0 Tema 2.0 Problema 2.1 Hipótese 2.2 Objetivo
- 3.0 Introdução 4.0 Método 5.0 Fontes teóricas
- 6.0 Desenvolvimento : 6.1 Asserção de Valor 6.2 Asserção de conhecimento
- 7.0 Resultado - Conclusão 7.0 8.0 Referências Bibliográficas

DESCONTAMINAÇÃO DE MARIANA

A água é um dos bens mais preciosos em nosso planeta. Não por acaso, sem água não existiria vida na Terra.

A água é um elemento essencial para manter o corpo saudável e resistente diante das mais variadas doenças. A prova disso é que nutricionistas e demais especialistas aconselham sempre o consumo diário para evitar transtornos como a desidratação. Além disso, beber água deve ser um hábito preservado não apenas nos dias mais quentes do verão, mas também no outono e no inverno.

Figura 22 <https://jeonline.com.br/noticia/6129/lista-com-desaparecidos-em-mariana-e-divulgada-com-19-nomes> Lista com desaparecidos em Mariana é divulgada com 19 nomes

Acidente de Mariana(MG) e seus impactos ambientais

O rompimento da barragem provocou uma enxurrada de lama que devastou o distrito de Bento Rodrigues, deixando um rastro de destruição à medida que avança pelo Rio Doce. Várias pessoas estão desabrigadas, com pouca água disponível sem contar aqueles que perderam a vida na tragédia. Além disso, há os impactos ambientais, que são incalculáveis e, provavelmente irreversíveis.

Gerou cerca de 62 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração, que eram formados, principalmente, por óxido de ferro, água e lama. Apesar de não possuir, segundo a Samarco, nenhum produto que causa intoxicação no homem, esses rejeitos podem devastar grandes ecossistemas.

A lama que atingiu as regiões próximas à barragem formou uma espécie de cobertura no local. Essa cobertura, quando secar, formará uma espécie de cimento, que impedirá o desenvolvimento de muitas espécies. Essa pavimentação, no entanto, demorará certo tempo, pois em virtude da quantidade de rejeitos, especialistas acreditam que a lama demorará anos para secar. Enquanto o solo não seca, também é impossível realizar qualquer construção no local.

A cobertura de lama também impedirá o desenvolvimento de espécies vegetais, uma vez que é pobre em matéria orgânica, o que tomará, portanto, a região infértil. Além disso, em virtude da composição dos rejeitos, ao passar um local,

afetarão o pH da terra e causarão a desestruturação química do solo. Todos esses fatores levarão à extinção total do ambiente presente antes do acidente

Figura 3 Barra Longa <https://www.hojeemdia.com.br/horizontes/atingidos-pelo-desastre-em-barra-longa-ter%C3%A3o-assessoria-t%C3%A9cnica-paga-por-mineradoras-1.533423>

A grande quantidade de lama lançada no ambiente afeta os rios não apenas no que diz respeito à vida aquática. Muitos desses rios sofrerão com assoreamento, mudanças nos cursos, diminuição da profundidade e até mesmo soterramento de nascentes. Por fim, espera-se que a lama, ao atingir o mar, afete diretamente a vida marinha no Espírito Santo onde o rio Doce encontra o oceano. Biólogos temem os efeitos dos rejeitos nos recifes de corais de Abrolhos, um local com grande variedade de espécies marinhas.

Principais causas que os moradores sofreram:

Mudança Forçada

Rotina Interrompida

Beleza Destruída

QUANTO VALE A VIDA?

Figura 4, <https://www.google.com/search?q=IMAGEM+BARRA+LONGA+E+O+DESASTRE+DA+SAMARCO>

Como Ajudaria? Utilizando idéias que limpariam a água desses desastre.

Isso Pode Ser Feito? Sim.

Um dos métodos é através da construção de um filtro caseiro, que filtra a água através de camadas.

Voce vai precisar de: -1 Garrafa PET de dois litros, -Algodão - Areia Limpa (normalmente encontradas em lojas de aquarismo)- Pedras pequenas e limpas -Carvão em pó – Tesoura

Como fazer? Corte a garrafa PET em dois pedaços, deixando 20 centímetros de comprimento do gargalo para o centro do recipiente. Vire essa parte da garrafa, deixando o gargalo para baixo. Coloque o algodão neste local e, acima dele, uma camada de carvão, outra de areia e finalize com uma de pedras. Depois de acomodar todos os itens, encaixe essa parte da garrafa sobre a outra que foi recortada (esta servirá como suporte para o filtro).

Como filtrar? Coloque uma solução de água com terra e verá que a sujeira ficará retida no filtro. A água sairá limpa, mas atenção: não é própria para o consumo. Para isso, seria necessário adicionar substâncias como o hipoclorito de sódio. O hipoclorito de sódio é utilizado como desinfetante, sendo também utilizado para purificar a água para uso e consumo humano.

OBS. Utilizando o carvão percebemos que filtra mais.

Conclusão: O experimento em sala de aula não foi feito para que salvássemos Mariana e sim achássemos uma solução e comprovar que existem maneiras de filtrar essa água, e sempre pensar no meio ambiente seja construindo um filtro caseiro ou aprendendo sobre reações nos produtos químicos usados. Mas, deu certo, e confirmamos que a hipótese deu certo. Esse trabalho não é só um experimento ou um aprendizado qualquer, é uma forma de abrir o olho e fazer a gente refletir que com um experimento pequeno já é necessário estudo, pesquisa e vontade, esforço, é necessário um conjunto de idéias de várias pessoas para que solucionasse o problema. Sendo em vista o problema de Mariana, não podemos esquecer que com o experimento deu certo, mas e Mariana? Não devemos esquecer que está tudo contaminado da mesma forma não, e sim pior, e que as dores causadas a trabalhadores e crianças de lá jamais vão esquecer, precisamos ficar atentos a tudo que já aconteceu desde o desastre.

Importante lembrarmos Frase: Se todos soubéssemos o valor e a importância que tem a água para nossa vida, não a desperdiçariam tanto.

Fontes: **Figura: 5-VOZES OU SILENCIAMENTOS EM MARIANA crime ou desastre ambiental?** Graça Caldas Biblioteca Central Cesar Lattes UNICAMP 2ª edição Campinas UNICAMP, 2017 disponível em;

http://www.labjor.unicamp.br/wp-content/uploads/2018/04/2a_edicao_digital_vozes_e_silenciamentos_em_Mariana_06042018_LABJOR_09-04.pdf

<https://latina.com.br/por-que-qualidade-da-agua-e-tao-importante/>

<https://www.pensamentoverde.com.br/dicas/passos-passos-aprenda-como-fazer-um-filtro-de-garrafa-pet/>
https://www.pensador.com/frases_sobre_a_importancia_daagua