



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E CIENTÍFICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DOCÊNCIA EM EDUCAÇÃO
EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICAS

PATRÍCIA QUARESMA PACHECO

MEIO AMBIENTE E LIXO ELETRÔNICO: UMA ABORDAGEM
CTSA, A PARTIR DE UMA ILHA INTERDISCIPLINAR DE
RACIONALIDADE, NO ENSINO DE CIÊNCIAS

BELÉM/PA
2018

PATRÍCIA QUARESMA PACHECO

**MEIO AMBIENTE E LIXO ELETRÔNICO: UMA ABORDAGEM
CTSA, A PARTIR DE UMA ILHA INTERDISCIPLINAR DE
RACIONALIDADE, NO ENSINO DE CIÊNCIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas da Universidade Federal do Pará - UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Mestre.

Área de Concentração: Ensino, Aprendizagem e Formação de Professores de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Ana Cristina P. Carneiro de Almeida

BELÉM/PA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- P116m Pacheco, Patrícia Quaresma.
Meio ambiente e lixo eletrônico: Uma abordagem CTSA, a partir de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade, no ensino de ciências / Patrícia Quaresma Pacheco, . — 2018.
194 f. : il. color.
- Orientador(a): Prof. Dr. Ana Cristina Pimentel Carneiro de Almeida
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.
1. Meio ambiente. 2. Lixo eletrônico. 3. Abordagem CTSA. 4. Ilha Interdisciplinar de Racionalidade. 5. Ensino de ciências. I. Título.

PATRÍCIA QUARESMA PACHECO

**MEIO AMBIENTE E LIXO ELETRÔNICO: UMA ABORDAGEM
CTSA, A PARTIR DE UMA ILHA INTERDISCIPLINAR DE
RACIONALIDADE, NO ENSINO DE CIÊNCIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas da Universidade Federal do Pará - UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Mestre.

Área de Concentração: Ensino, Aprendizagem e Formação de Professores de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Ana Cristina P. Carneiro de Almeida

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a. Ana Cristina Pimentel Carneiro de Almeida – Orientadora
PPGDOC-IEMCI-UFPA

Prof. Dr. Licurgo Peixoto de Brito – Membro Interno
PPGDOC-IEMCI-UFPA

Prof. Dr. Jorge Raimundo da Trindade Souza - Membro Externo
ICEN – UFPA

Prof. Dr. José Alexandre da Silva Valente - Membro Externo
EAUFGA/FACIN – UFPA

A minha família, mãe, pai, irmãos e esposo
pelo amor e companheirismo.

Aos meus amigos do mestrado e da escola
onde trabalho pelo apoio, alegria e amizade.

Muito obrigada, gratidão!

AGRADECIMENTOS

A Deus por ser presença constante em minha vida, dando-me sabedoria, força e coragem para enfrentar as dificuldades e alcançar os meus objetivos.

Ao programa de Pós-graduação em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas da Universidade Federal do Pará-UFPA pela oportunidade oferecida aos professores da educação básica, ter acesso a conhecimentos que oportunizam refletir a sua prática e buscar transformar o seu saber-ser e o saber-fazer, de maneira a possibilitá-los oferecer aos seus educandos um Ensino de Ciências diferenciado e transformador.

A minha orientadora Prof^a Dr^a Ana Cristina Pimentel Carneiro de Almeida pela excelente orientação, pelos momentos de aprendizado, pela compreensão e acessibilidade que permearam esse período de construção da nossa pesquisa e tornara-a mais leve e acessível.

A todos os funcionários que trabalham incansavelmente para que este programa aconteça e tenha êxito, em especial, a coordenadora Prof^a Dr^a Terezinha Valim Gonçalves e aos professores doutores do PPGDOC, que nos oportunizaram momentos de reflexão significantes à formação docente.

Ao Grupo de Estudo em Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (GECTSA) pelos momentos de reflexão e aprendizado, os quais me oportunizaram aprofundar teoricamente a minha pesquisa e definir os caminhos que seriam percorridos para alcançar os objetivos almejados neste estudo. Além do mais, agradeço a todos os membros deste grupo pelos momentos de amizade, descontração e carinho construído ao longo desse percurso.

Aos professores doutores, Licurgo Brito, Jorge Souza e Alexandre Valente, por terem aceitado participar da banca avaliadora desta pesquisa e pelas valiosas contribuições que a deixaram mais consolidada.

Aos meus familiares, ao meu pai João, minha mãe Maria Madalena, aos meus irmãos, Maria da Conceição, Rodrigo e Amanda, os quais constituem o “meu tudo”, ou seja, o meu porto seguro. Por tudo que representam em minha vida, estes foram de extrema importância nesta caminhada e na concretização de mais um sonho. A todos, muito obrigada de coração!

Ao meu esposo Odenildo, o qual vivenciei durante o período da realização desta pesquisa a essência da palavra companheirismo em suas palavras e ações. Muito obrigada pelo amor e pela empatia.

A minha sogra Edna, pelo incentivo e por ter me acomodado em sua residência em Belém, o que me oportunizou participar das atividades oferecidas pelo programa de mestrado e assim vivenciar este momento de formação em sua plenitude. Muito obrigada de coração!

Aos meus amigos do PPGDOG 2016, especialmente, as minhas companheiras de estrada, Abaetetuba-Belém e vice-versa, Alessandra e Débora, pela amizade e companheirismo que deixaram os momentos difíceis mais leves e felizes. Além dos amigos Andreza, Adriano, Elias, Elzeni, Felipe, Hadriane e Kelly pelas viagens, pelas elaborações de trabalhos e apresentações, pelas conversas e histórias contadas na hora do almoço e pela verdadeira amizade construída. Muito obrigada a todos, por fazerem desse percurso um momento de aprendizado, de companheirismo e leveza, o que o tornou mais prazeroso e feliz.

A minha amiga Dayane Negrão, pelo incentivo e pela constante ajuda, que perpassa pela construção do projeto para ingressar no programa de mestrado até a elaboração desta pesquisa. Muito obrigada de coração por todos os momentos de reflexão e pela amizade que somente se fortalece.

A gestão da Escola onde trabalho, especialmente, ao diretor Maçalino pelo apoio, incentivo e compreensão nos momentos de dificuldades, o que foi primordial para eu conseguir finalizar esta pesquisa e deixar este momento mais leve. Muito obrigada de coração!

Ao Profº. Dr. Reinaldo, docente na escola onde trabalho, o qual aceitou e apoiou o minicurso que compôs esta pesquisa, ao ceder a sua turma de nono ano para participar dos encontros no contra turno.

Aos alunos do nono ano que participaram do minicurso, os quais compareceram nos encontros e se propuseram desenvolver as atividades propostas.

RESUMO

Esta pesquisa é fruto de um sentimento que emergiu da vivência profissional docente, isto é, da necessidade de transformar a prática. Apresenta como principal objetivo investigar as contribuições do desenvolvimento de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade na abordagem CTSA, a partir da temática Meio Ambiente e Lixo Eletrônico, para a promoção da alfabetização científica, tecnológica e cidadã de alunos do ensino fundamental. Para isso, foi elaborada e aplicada a estratégia metodológica da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR) proposta por Gérard Fourez (1997), em uma turma de nono ano, em uma escola estadual de ensino fundamental e médio no município de Abaetetuba/PA, no ano de 2017. Essa pesquisa possui cunho qualitativo, do tipo participante. O ambiente de pesquisa foi constituído por meio de um minicurso, no qual participaram 26 alunos como sujeitos da pesquisa, além da professora-pesquisadora. Os dados foram coletados mediante a aplicação de questionário semiestruturado, com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos discentes sobre o tema, lixo eletrônico; registros no diário de campo dos sujeitos investigados e da professora-pesquisadora; registros audiovisuais; e elaboração de cartazes, banner e desenhos pelos alunos, os quais constituíram o material empírico desta pesquisa. Para o tratamento desse material lancei mão da análise interpretativa de Creswell (2010), da qual emergiu duas categorias: “olhares” dos alunos sobre o lixo eletrônico: do conhecimento prévio a construção do conhecimento científico e a re-significação da prática docente (da autora deste estudo) no Ensino de Ciências. Os resultados obtidos revelam que os conhecimentos prévios dos educandos estão em consonância com a elaboração e abertura das caixas-pretas que compuseram o projeto, de maneira que atendeu aos seus anseios e curiosidades, e os oportunizou a construir um “olhar” que carrega entendimentos importantes para a tomada de decisão e para a aquisição de posturas que versam o coletivo, no que tangem direitos e deveres. As reflexões presentes na segunda categoria mostram que a ação-reflexão sobre a prática ao desenvolver a Ilha Interdisciplinar de Racionalidade, me propiciou realizar ponderações significativas, pontuando entraves e possibilidades do meu saber-fazer, tais como: tomada de decisão pelo professor, o uso da autonomia pelo aluno, a negociação compromissada, o pesquisar, o tempo disponível, entre outros. Dessa forma, diante da diversidade e complexidade do espaço escolar e da estratégia metodológica da IIR, concluo que a Ilha Interdisciplinar de Racionalidade, pautada no enfoque CTSA, por se desvincular do ensino disciplinar e objetivar promover o domínio do conhecimento, a autonomia e a comunicação/expressão dos alunos, revela-se com potencial significativo na construção da formação cidadã dos alunos do ensino fundamental. Por fim, a partir dos conhecimentos que emergiram nesta pesquisa foi constituído um livro

direcionado aos professores do ensino fundamental, a fim de oferecer um material que possa subsidiar a realização da IIR nos espaços educacionais.

Palavras- chave: Meio ambiente. Lixo eletrônico. Abordagem CTSA. Ilha Interdisciplinar de Racionalidade. Ensino de ciências

ABSTRACT

This research is the result of a feeling that emerged from the professional experience of teachers, that is, from the need to transform the practice. It presents as main objective to investigate the contributions of the development of an Interdisciplinary Island of Rationality in the CTSA approach, from the Environment and Electronic Junk topic, for the promotion of scientific, technological and citizen literacy of elementary school students. For that, the methodological strategy of the Interdisciplinary Island of Rationality (IIR) proposed by Gérard Fourez (1997) was elaborated and applied, in a ninth grade class, in a state primary and secondary school in the municipality of Abaetetuba / PA, in the year of 2017. This research is qualitative, of the participant type. The research environment consisted of a mini-course, in which 26 students participated as subjects of the research, in addition to the teacher-researcher. The data were collected through the application of a semistructured questionnaire, with the objective of identifying the students' previous knowledge about the subject, electronic waste; records in the field diary of the subjects investigated and the teacher-researcher; audiovisual records; and elaboration of posters, banner and drawings by the students, which constituted the empirical material of this research. For the treatment of this material, I used Creswell's interpretive analysis (2010), from which emerged two categories: students' "looks" about electronic junk: from prior knowledge to the construction of scientific knowledge and the re-signification of teaching practice author of this study) in Science Teaching. The results show that the students' previous knowledge is in line with the elaboration and opening of the black boxes that composed the project, in a way that met their wishes and curiosities, and gave them the opportunity to construct a "look" that carries important understandings for the decision-making and for the acquisition of positions that are related to the collective, in which tangible rights and duties. The reflections present in the second category show that the action-reflection about the practice when developing the Interdisciplinary Island of Rationality, allowed me to make significant weights, punctuating obstacles and possibilities of my know-how, such as: student autonomy, compromised negotiation, research, available time, among others. Thus, in view of the diversity and complexity of the school space and of the methodological strategy of IIR, I conclude that the Interdisciplinary Island of Rationality, based on the CTSA approach, for dissociating itself from disciplinary teaching and aiming to promote the domain of knowledge, autonomy and communication / expression of the students, reveals with significant potential in the construction of the citizenship education of elementary school students. Finally, from the knowledge that emerged in this research was constructed a book directed to the teachers of the elementary school, in order to offer a material that can subsidize the realization of IIR in the educational spaces.

Keywords: Environment. Electronic Junk. Approach CTSA. Interdisciplinary Island of Rationality. Science teaching

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1	Aspectos enfatizados no ensino clássico de ciências e no ensino CTS.....	37
Quadro 2	Comparação entre a solução de problema escolar e a tomada de decisão ante o problema da vida real.....	43
Figura 1	Sequência da estrutura dos materiais de CTS.....	45
Figura 2	Representação da trajetória do ensino tradicional até a abordagem CTS proposto por Brito e Gomes (2007).....	56
Quadro 3	Caixas-pretas selecionadas pelo grupo.....	95
Figura 3	Os alunos participantes da pesquisa no laboratório de informática da escola.....	101
Figura 4	Apresentação dos integrantes de um grupo.....	103
Figura 5	Os integrantes de um grupo dialogando sobre a elaboração do cartaz e/ou banner.....	108
Figura 6	Cartaz produzido pelas equipes 4 e 7.....	10
Figura 7	Cartaz produzido pelas equipes 3 e 6.....	10
Figura 8	Cartaz refeito pelas equipes 3 e 6.....	111
Figura 9	Desenho ilustrando o conhecimento adquirido com a abertura das caixas-pretas.....	112
Figura 10	Desenho ilustrando o conhecimento adquirido com a abertura das caixas-pretas.....	113
Figura 11	Desenho ilustrando o conhecimento adquirido com a abertura das caixas-pretas.....	118
Gráfico 1	Destino dado pelos alunos aos seus objetos eletrônicos.....	118

LISTA DE TABELAS

Tabela1	Categorias dos REEE segundo a Diretiva nº 19 de 2012 da Comunidade Europeia.....	48
Tabela 2	Efeitos das substâncias tóxicas, presentes nos REEE, em seres humanos.....	49

LISTA DE SIGLAS

ACT	Alfabetização Científica e Tecnológica
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência, Tecnologia , Sociedade e Ambiente
EA	Educação Ambiental
EEE	Equipamentos Eletroeletrônicos
IIR	Iha Interdisciplinar de Racionalidade
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PLACTS	Pensamento Latino-americano de Ciência, Tecnologia e Sociedade
PNLD	Programa Nacional do Livro
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
SEDUC	Secretaria de Estado de Educação do Pará
UEPA	Universidade do Estado do Pará

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	O meu “olhar” sobre a docência: caminhos percorridos.....	16
2	O MOVIMENTO CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE (CTSA) E A EDUCAÇÃO: ORIGENS, IMPLEMENTAÇÃO E PERSPECTIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS..	26
2.1	Breve histórico do movimento CTS: origens e repercussões na América-Latina e no Brasil.....	26
2.2	O Enfoque CTS e o Ensino de Ciências.....	32
2.3	Enfoque CTSA e a formação cidadã.....	40
2.3.1	O tema lixo eletrônico.....	47
2.4	Enfoque CTSA e estratégias de ensino.....	54
2.4.1	Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR).....	61
2.4.1.1	Etapas da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR).....	66
2.5	Aproximações entre CTS e ACT.....	72
3	ABORDAGEM CTSA, O ENSINO DE CIÊNCIAS E O LIXO ELETRÔNICO.....	77
4	PERCURSO METODOLÓGICO.....	85
4.1	Caracterização da pesquisa.....	85
4.2	Caracterização do espaço educacional e dos sujeitos investigados.....	87
4.2.1	O perfil do espaço educacional.....	87
4.2.2	Os sujeitos investigados.....	88
4.3	Instrumentos da coleta de dados e da análise dos resultados.....	89
4.3.1	Coleta de dados.....	89
4.3.2	Metodologia da análise dos resultados.....	90
4.4	Planejamento da prática pedagógica desenvolvida.....	92
5	RELATO DA EXPERIÊNCIA PEDAGÓGICA VIVENCIADA: APLICAÇÃO DA IIR NO ESPAÇO ESCOLAR.....	93
5.1	Primeiro Encontro: elaboração do “clichê” e do panorama espontâneo.....	93
5.2	Segundo Encontro: consulta ao especialista e descendo sobre o terreno (indo a prática).....	98
5.3	Terceiro Encontro: abrir caixas-pretas sem ajuda de especialistas.....	100
5.4	Quarto Encontro: abertura aprofundada das caixas-pretas e a descoberta de princípios disciplinares e síntese da Ilha de Racionalidade produzida.....	102
5.5	Quinto Encontro: continuidade da síntese da Ilha de Racionalidade produzida – organização de grandes grupos e elaboração do produto final.....	107
5.6	Sexto Encontro: entrega do produto da esquematização global da tecnologia, produto final e roda de conversa avaliativa.....	109
6	CONSTRUINDO UM “OLHAR” SOBRE A ESTRATÉGIA METODOLÓGICA DA IIR: ANÁLISE INTERPRETATIVA DA PRÁTICA DESENVOLVIDA NO ESPAÇO ESCOLAR.....	115
6.1	“Olhares” dos alunos sobre o lixo eletrônico: do conhecimento prévio a construção do conhecimento científico.....	115

6.2	A re-significação da prática docente (da autora deste estudo) no Ensino de Ciências.....	135
7	PONDERAÇÕES QUE EMERGIRAM DURANTE A CONSTRUÇÃO DO “MEU OLHAR” AO DESENVOLVER ESTA PESQUISA.....	152
	REFERÊNCIAS.....	158
	APÊNDICE A – Questionário semiestruturado.....	168
	APÊNDICE B – Termo de esclarecimento livre esclarecido.....	169
	APÊNDICE C – Situação-problema da IIR.....	170
	APÊNDICE D – Planejamento de Ensino da IIR.....	171
	APÊNDICE E – Registro das caixas-pretas no quadro magnético.....	173
	APÊNDICE F – Slides da palestra.....	174
	APÊNDICE G – Apresentação em slides – aprofundamento das caixas-pretas.....	187

1 INTRODUÇÃO

Nesta unidade apresento um pouco da minha história de vida, dando ênfase para as histórias vividas que determinaram a escolha profissional como também os caminhos percorridos enquanto professora de Ciências e Biologia da educação básica. Ao apresentá-la justifico a realização desta pesquisa.

1.1 O meu “olhar” sobre a docência: caminhos percorridos

Início esta pesquisa emergindo nas minhas memórias de forma que vivências e reflexões possam ser exploradas na perspectiva da construção do meu “olhar” sobre a docência e revelar as condicionantes que determinam o meu “ser” professora de Ciências e Biologia da educação básica. Acredito que as histórias vividas enquanto estudante e professora da educação básica influenciam diretamente no meu **saber-fazer** docente, uma vez que, “pode-se definir o saber docente como um saber plural formado pelo amálgama, mais ou menos coerente, de saberes oriundos da formação profissional, de saberes disciplinares, curriculares e experienciais” (TARDIF, 2014, p.36). Portanto, rePENSAR as minhas memórias vividas e compartilha-las com os meus pares contribuirá não somente para repensar a minha prática mais também dos meus colegas de profissão.

Ao refletir sobre a minha vocação para a docência, se me sinto realizada profissionalmente, recordo que na minha infância brincadeiras como simular a correção de provas e ministrar aulas eram recorrentes, porém não queria ser professora, e sim, médica. Quando cheguei à adolescência a ideia de ser médica ainda persistia e foi sendo esquecida à medida que comecei a perceber que os meus pais não teriam condições financeiras para custear o curso.

Lembro-me que os meus pais sempre me incentivaram a estudar e faziam longas reflexões sobre este assunto, mostrando a mim e aos meus três irmãos a importância do conhecimento, de fazer um curso superior e que este deveria ser na universidade localizada no município de Abaetetuba/Pará, onde residimos, ou no

município vizinho, no Mojú/PA, pois poderíamos retornar para casa no mesmo dia sem altos custos financeiros. Diante dessa condição e minha proximidade com a disciplina Biologia durante o ensino médio, optei pelo curso de Licenciatura Plena em Ciências Naturais, com Habilitação em Biologia, ofertada pela Universidade do Estado do Pará (UEPA), localizada no município de Mojú/Pará, no núcleo do Baixo Tocantins.

Entrei no curso de graduação no ano de 2004. Até então, tinha a consciência que seria professora, porém não tinha certeza se era isso que eu queria. Ao resgatar memórias referentes ao período que era estudante da graduação, especialmente os dois primeiros anos letivos do curso, sentimentos de angústia e aflição vieram à tona, uma vez que inquietações eram recorrentes sobre o “ser” professor que eu seria. Fazia-me inúmeros questionamentos: como poderia ser professora se era extremamente tímida? Seria capaz de ser uma profissional competente? Como ministrar as aulas? Como promover uma aprendizagem significativa? Apesar de não ter certeza da escolha que eu estava fazendo, intencionava fazer o melhor quando estivesse atuando na docência.

Diante de tantas inquietações ponderei que a experiência da prática docente no período da graduação poderia ajudar-me a superar os meus medos, limitações e aproximar/distanciar da profissão. Por isso, quando surgiu o convite para ser professora voluntária no projeto “Cientista do Amanhã” aceitei de imediato e com muito entusiasmo. Esse projeto é coordenado pelo Clube de Ciências de Abaetetuba, atualmente denominado Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Educação Matemática e Científica. Nesse espaço educacional tive a minha primeira experiência docente e proporcionou-me a aproximação com a profissão, já que sentia uma intensa satisfação pessoal ao desenvolver as metodologias de ensino propostas pela instituição. Esses momentos vividos no Clube de Ciências contribuíram para despertar a minha vocação para a docência e perceber o quanto me faz feliz mediar à construção do conhecimento pelo aluno e prepará-lo para a vida.

Essa instituição de ensino foi fundada com o objetivo de proporcionar uma educação de maior qualidade, não somente na sede do município, mas também nas áreas de abrangência e em municípios vizinhos. É responsável pela promoção da Feira de Ciências Municipal e subsidia as Feiras de Ciências Escolares. Além disso,

elabora e realiza projetos, como por exemplo, o “Cientista do Amanhã”, o qual visa à aproximação da teoria com a prática, por meio da observação, pesquisa, experimentação, elaboração de hipóteses, construção do conhecimento científico e a formação para a cidadania.

Ingressei nesse espaço não formal de ensino no ano de 2006 e permaneci até o ano de 2012. Os dois primeiros anos como professora estagiária e os outros quatro anos como professora efetiva pela Secretaria de Estado de Educação do Pará (SEDUC). Hoje, ao olhar o passado, constato que o Ensino de Ciências vivido neste lugar foi diferente do ensino que recebi enquanto estudante da educação básica e da graduação, uma vez que se baseava em aulas voltadas para a experimentação, desenvolvimento de projetos para feiras de ciências, no quais os alunos tornavam-se protagonistas de seu aprendizado. Isso me faz pensar: se sinto a necessidade de ter conhecimentos que proporcionem um Ensino de Ciências mais significativo para os meus alunos, o “olhar” que tenho sobre como este deve ser promovido nos espaços educacionais, advém principalmente das experiências vividas neste local.

Desde o ano de 2008, assumi turmas de Ciências e Biologia pela SEDUC, em uma escola de ensino fundamental e médio no município de Abaetetuba. Inicialmente, a carga horária de 200 horas/aula foi dividida em dois espaços: o Clube de Ciências de Abaetetuba e a escola. A partir do ano de 2013, fiquei atuando somente no espaço formal de ensino. É uma instituição de grande porte, matriculando em torno de dois mil alunos, por ano letivo.

Logo que iniciei nessa instituição de ensino me deparei com a inclusão de alunos com necessidades especiais, a qual aconteceu sem o investimento financeiro necessário para a melhoria da infraestrutura do espaço educacional e para a qualificação dos profissionais. Esse espaço recebe alunos com deficiência intelectual (DI), deficiência auditiva (DA), autismo, cadeirantes, entre outras, se tornando, ao longo dos anos, referência no município. Em razão disso, passou a ser muito procurado pelos pais que tem filhos com necessidades especiais. Diante dessa realidade, era possível encontrar em todas as séries do ensino fundamental anos finais (do 6º ao 9º ano) e do ensino médio (do 1º ao 3º ano) alunos com necessidades especiais.

Na graduação não tive a formação adequada para lidar com essa realidade e isso me deixou em pânico. Ao tentar me adaptar a esse contexto, fiz um curso de especialização em Educação Especial e Inclusiva e um curso livre de Libras. Entretanto, ensinar ciências é complexo, envolve muito mais que o conhecimento científico da disciplina, conhecimentos específicos das necessidades especiais e como lidar com este grupo de alunos em sala de aula, compreende um saber-fazer que consiga integrar os alunos deficientes aos “alunos ditos normais” no processo de ensino-aprendizado, que o conhecimento científico ganhe significado para a vida deles. Assim, buscar formação continuada tornou-se ainda mais significativo.

A experiência adquirida no Clube de Ciências me permitiu desenvolver aulas mais dinâmicas, por meio de atividades experimentais, observação e análise dos componentes do jardim da escola, orientação de trabalhos de pesquisa para as feiras de ciências. Continha alguns conhecimentos práticos, mas me falta a fundamentação teórica para lidar com os problemas que surgiam no decorrer das aulas. Com o passar do tempo, diante das limitações do meu saber-fazer e as restrições impostas como avaliações externas, calendário curto, turmas lotadas e elevado número de turmas por professor, levou-me a restringir a minha prática, e aos poucos, tornou-se predominantemente expositiva. Contudo, essa realidade me angustiava e a vontade de fazer uma pós-graduação na área de ensino, a cada dia, aumentava. Percebi que precisava me apropriar de conhecimentos que me possibilitasse lidar com a diversidade da sala de aula e desenvolver um ensino, que levasse a aprendizagem significativa para os alunos.

Entrei na pós-graduação, no mestrado, com o objetivo de transformar a minha prática, e ao longo do curso, tive contato com conceitos, teorias, histórias vividas e reflexões, que me possibilitaram desenvolver compreensões significativas da/para prática. Entre estes, o que mais me marcou foram os termos, “**professor pesquisador da sua própria prática**” e “**professor reflexivo**”, pois a ação do professor como reflexivo-pesquisador da própria prática leva-o a pesquisar, refletir e apontar possíveis soluções sobre situações problemas de sala de aula. Em consonância com essas ideias, Moreira (1988) afirma que o professor do magistério é o mais indicado para fazer pesquisa em ensino, “como pesquisador ou colaborador”, visto que são os mais interessados nesse tipo de pesquisa. Com isso os resultados irão chegar à sala de aula e ter aplicabilidade e além do mais,

professores da educação básica “estão em melhor posição do que pesquisadores externos para registrar certos eventos” (p. 49).

Para Alarcão (1996) o saber profissional pode emergir da reflexão sobre a prática, pois esta estratégia permite uma integração entre a teoria e a prática. A ação reflexiva surge da problematização da prática, “são perguntas que nos movem do nível descritivo (o que ensino e como ensino) ao nível interpretativo (por que ensino e como ensino)” (SCHNETZLER, 2002, p. 18). A busca de soluções para as problemáticas em questão “exige aos professores intuição. Mas exige ainda emoção e paixão que anime na diversidade, mas não ceguem perante a realidade, nem gerem impaciência” (ALARCÃO, 1996, p.154). Para Gonçalves (2005, p. 78) “o pensamento reflexivo ocorre de forma automática: é uma atitude intencional sobre um fato que gera incerteza ou dúvida, gerando ideias, dúvidas, questionamentos, hipóteses, avaliações, julgamentos e conclusões”.

Hoje, sei, que nós professores temos a capacidade e o dever de investigar e refletir a nossa prática. Dessa forma, podemos avaliar e identificar os avanços e os entraves que configuram o processo de ensino e aprendizagem, e à vista disso elaborar estratégias de ensino que consigam atender as especificidades dos alunos. Nesse contexto, o professor deve considerar os conhecimentos prévios; a diversidade do corpo discente; o contexto histórico, cultural, social, econômico e político da comunidade; a subjetividade; a afetividade; entre outras condicionantes que envolvem a Educação em Ciências.

Ao participar do processo seletivo para ingressar no mestrado tive acesso a leituras de apoio para a realização da prova escrita, algumas destas mencionavam a abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) no Ensino de Ciências. Esse foi o meu primeiro contato com essa abordagem. No presente, participo do Grupo de Estudos em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (GECTSA) do Instituto de Educação Matemática e Científica da UFPA, o qual me propiciou ampliar os meus conhecimentos sobre o CTSA.

Sobre o assunto, Santos (2007) aponta que a incorporação do ensino com enfoque CTSA nos currículos de ciências na educação básica possibilita o desenvolvimento de uma educação científica e tecnológica nos discentes, voltada para a aquisição de habilidades e valores que são capazes de fundamentar o

raciocínio crítico e a tomada de decisão sobre situações cotidianas relacionadas à ciência e a tecnologia.

A abordagem CTSA pode ser promovida nos espaços escolares por meio da problematização de temas sociocientíficos de relevância social, de cunho local e/ou global, visando à promoção da alfabetização científica e tecnológica e cidadã nos alunos (MORTIMER, 2002; SANTOS; SCHNETZLER, 2010). Nesse processo, “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)” (SANTOS; SCHNETZLER, 2003, p.61).

Assim, torna-se significativo o uso da abordagem CTSA no Ensino de Ciências, uma vez que proporciona uma formação crítico-reflexiva sobre assuntos que envolvem a ciência e a tecnologia em situações reais na vida dos alunos, promovendo a construção de valores e mudanças de atitudes. As premissas defendidas por essa abordagem se aproximaram do meu “ser” professora de Ciências e Biologia, de como vislumbro as minhas aulas. A frente disso, decidi fundamentar esta pesquisa na perspectiva da abordagem CTSA, partindo do tema sociocientífico: **lixo eletrônico**.

O lixo eletrônico compreende os resíduos resultantes da rápida obsolescência de equipamentos eletrônicos (BRASIL, 2010), também conhecido pelas denominações de lixo tecnológico ou e-lixo. São resíduos gerados a partir de aparelhos eletroeletrônicos (EEE) ou eletrodomésticos e seus componentes, incluindo baterias e pilhas, produtos magnetizados de uso doméstico, industrial, comercial e de serviços, como aparelhos de informática e celulares que deixam de ser úteis por estar com defeito ou obsoletos. Quando jogados na natureza de forma indiscriminada podem causar inúmeros danos ao ambiente, pois apresentam em sua composição materiais que levam muito tempo para decompor-se e possuem elementos químicos altamente tóxicos para os seres vivos, com mercúrio, berílio, cádmio, chumbo, cromo, entre outras, acarretando a poluição e a contaminação do ar, do solo e da água, considerando ainda que ao entrar em contato com estes, o homem pode adquirir inúmeros problemas de saúde.

A minha aproximação com o tema, lixo eletrônico, se deu com uso do livro didático de ciências do Projeto Araribá do nono ano, em 2015, o qual vinha discutindo essa temática em uma leitura complementar. Nesse mesmo período

assisti a uma reportagem em um telejornal que abordava a problemática do lixo eletrônico, o seu aumento gradativo e as implicações ambientais. A partir daí, essa temática me chamou atenção, passei a observar e refletir sobre o comportamento dos jovens diante dos aparelhos eletrônicos, principalmente na escola onde estava atuando como docente, e percebi a necessidade de trabalhar este tema em minhas aulas. O lixo eletrônico é visto como um tema sociocientífico de cunho global. Segundo Merrifield (1991) apud Mortimer (2002), temas de âmbito global precisam ser discutidos, pois afetam a vida das pessoas de maneira geral.

Para discuti-lo em sala de aula optei pela proposta didática elaborada por Fourez (1997), a **Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR)**. Tive conhecimento dessa estratégia metodológica de ensino por intermédio de uma oficina denominada “Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR) no Ensino de Ciências e Matemática”, ministrada pela Professora Dr^a. Ana Cristina Pimentel Carneiro de Almeida. A IIR pode promover a “interdisciplinaridade, desenvolvimento da capacidade de decisão, responsabilidade social e, principalmente, a formação para a cidadania por meio de estudos em ciência e tecnologia - também reconhecida na literatura pelo signo de Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT)” (SOUSA, 2007, p. 18). Concordo com Sousa (2007) quando este afirma que estas características são aproximações teóricas entre a IIR e o CTS.

Ao participar da oficina senti-me muito a vontade para desenvolver as etapas propostas pela IIR, e a afinidade aconteceu devido à aproximação que esta tem com as atividades que eu desenvolvia no Clube de Ciências, o ensino por pesquisa. Sempre tive vontade de trabalhar desta forma nas minhas aulas com as turmas do ensino regular, mas não sabia como. Agora, a IIR me oportuniza dinamizar minhas ações, por meio de mais uma estratégia metodológica em minhas aulas.

Acredito que essa pesquisa, cujo título “Meio Ambiente e Lixo Eletrônico: uma abordagem CTSA, a partir de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade, no Ensino de Ciências” permitiu aprofundar os conhecimentos sobre o CTSA, a IIR e o lixo eletrônico, e como estes podem contribuir para a Educação em Ciências. Como produto final desse estudo elaborou-se um livro, referente à experiência vivenciada com o desenvolvimento da IIR, destinado a professores do ensino fundamental.

Em virtude disso, trago para esse estudo a seguinte questão de investigação: **como a construção de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade sobre a**

temática Meio Ambiente e Lixo Eletrônico, por meio da abordagem CTSA, pode contribuir para a formação cidadã no ensino fundamental?

Esta investigação foi realizada em uma turma do 9º ano do ensino fundamental, em uma Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio, no município de Abaetetuba/PA. Neste estudo temos como objetivo principal: *investigar as contribuições do desenvolvimento de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade na abordagem CTSA, a partir da temática Meio Ambiente e Lixo Eletrônico, para a promoção da alfabetização científica, tecnológica e cidadã de alunos do ensino fundamental.* z

Para orientar as etapas que compõem esta pesquisa, apresentamos os seguintes objetivos específicos:

- Planejar e desenvolver uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR) com uma proposta temática, na abordagem CTSA;
- Identificar e analisar a potencialidade de uma IIR para a promoção da formação para a cidadania, de alunos do 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública;
- Elaborar um livro sobre a experiência vivenciada, direcionado a professores do ensino fundamental.

Esta dissertação é composta pelas seguintes unidades:

Na primeira unidade teço estas memórias com o objetivo de construir o meu “olhar” sobre a docência e assim revelar os percursos da minha história de vida que justificam a realização desta pesquisa, assim como, a definição dos objetivos que são apresentados nesta unidade.

Na segunda unidade apresento o CTS/CTSA, por meio da exposição de um breve histórico que retrata a origem do movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), assim como a implementação e perspectivas no Ensino de Ciências, fundamentadas em Cerezo, Wildson Santos, Décio Auler, Antônio Bazzo, Eduardo Mortimer, Delizoicov, Cachapuz, Roseli Schnetzler, entre outros. Enfatizo o enfoque CTSA no Ensino de Ciências, no qual busquei abordar as suas contribuições para a formação cidadã, e a importância da abordagem temática para esse fim. Nessa perspectiva, com o intuito de proporcionar um maior

aprofundamento teórico, também faço referencia nesta unidade ao tema tratado na minha pesquisa: o lixo eletrônico.

Ainda na segunda unidade, apresento as estratégias de ensino que podem ser utilizadas pelo professor para promover o enfoque CTSA no espaço educacional, tendo como principais referências Brito e Gomes (2007). Apresento a Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR) de Fourez (1997), utilizada nesta pesquisa. Por fim, apresento também a subunidade intitulada “Aproximações entre CTS e ACT”, com o objetivo de mostrar a paridade entre os movimentos CTS e o ACT, a fim de subsidiar o uso da IIR, oriunda da ACT, no enfoque CTSA.

Na terceira unidade, intitulada “Abordagem CTSA, o Ensino de Ciências e o Lixo Eletrônico”, trago sínteses de trabalhos científicos publicados em periódicos da área que contemplam estes temas: o Ensino de ciências, a temática lixo eletrônico, e a abordagem CTSA. O objetivo desta unidade foi mostrar aos pares um breve panorama desses resultados e assim revelar informações como, estratégias metodológicas, resultados e conclusões que possam subsidiar esta pesquisa, o pensar a Educação em Ciências e as práticas docentes.

Na quarta unidade apresento o percurso metodológico, sendo esta pesquisa qualitativa com os pressupostos da pesquisa participante de Demo (1982) que teve como estratégia metodológica uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade. Apresento também a caracterização do espaço educacional e dos sujeitos investigados, os instrumentos da coleta de dados, a estratégia metodológica utilizada para a análise dos dados, a qual está pautada em Creswell (2010), ou seja, a análise interpretativa. Por fim, o planejamento da prática pedagógica desenvolvida.

Na quinta unidade faço um relato da experiência pedagógica que vivenciei ao aplicar a IIR em uma turma de ensino fundamental de uma escola pública do município de Abaetetuba/PA. Para isso, utilizei o material empírico produzido no decorrer das atividades desenvolvidas, como anotações no meu diário de campo, nos diários de campo dos sujeitos participantes da pesquisa, registros fotográficos e áudios.

A sexta unidade apresento a análise interpretativa do material empírico produzido, intitulada: “Construindo um “olhar” sobre a estratégia metodológica da IIR: análise interpretativa da prática desenvolvida no espaço escolar”, na qual

discuto os “olhares” dos alunos sobre o lixo eletrônico, por meio da análise do conhecimento prévio, a construção do conhecimento científico, como também apresentar análises da minha prática docente ao aplicar a IIR, no viés do professor reflexivo.

Por fim, a sétima unidade, traz as considerações finais por meio da apresentação de ponderações que emergiram durante a construção do meu “olhar” ao desenvolver esta pesquisa.

2 O MOVIMENTO CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE (CTSA) E A EDUCAÇÃO: ORIGENS, IMPLEMENTAÇÃO E PERSPECTIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Esta unidade traz inicialmente um breve histórico sobre as origens do movimento CTS, em como sua repercussão na América Latina e no Brasil, a fim de situar o leitor sobre o contexto histórico, cultural e econômico no qual surgiu e as premissas que fundamentaram sua origem. Em seguida, apresento os reflexos desse movimento no campo educacional, mais especificamente no Ensino de Ciências, dando ênfase para as contribuições desse enfoque para a formação cidadã de educandos, como também, mostrando a abordagem temática como um viés para alcançar esse objetivo. Em seguida, informações científicas sobre o tema lixo eletrônico, de maneira a subsidiar um maior entendimento sobre a temática e trazer mais solidez teórica para esta pesquisa.

Dando prosseguimento, esta unidade também apresenta estratégias de ensino que promovem o enfoque CTS/CTSA no Ensino de Ciências, dando ênfase a Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR) de Fourez (1997), a qual foi adotada nesta pesquisa. E por fim, as aproximações entre o enfoque CTS e o movimento ACT.

2.1 Breve histórico do movimento CTS: origens e repercussões na América-Latina e no Brasil

A Revolução Industrial e a Revolução Científica, nos séculos XVII e XVIII, levaram a um expressivo crescimento na produção do conhecimento científico desencadeando mudanças significativas na estrutura e na economia da sociedade (LEITE; FERRAZ, 2011). O aprofundamento desse conhecimento foi intensificado no período da Guerra Fria e a ciência e a tecnologia eram vistas como promissoras do desenvolvimento econômico e do bem estar social (CEREZO, 2004), apresentadas à sociedade como atividades neutras, autônomas e livres de interferência externa (GARCÍA et al., 1996). Entretanto, os sucessivos desastres ambientais como acidentes nucleares, derramamentos de petróleo, vazamento de resíduos poluentes,

entre outros, levou a sociedade a questionar esta mitificação da máquina e a concepção de linearidade da ciência (BAZZO, 2015).

Esse sentimento de insatisfação deu origem ao movimento CTS, o qual também foi instigado pelas “investigações de Rachel Carson (1980) ¹em torno dos efeitos nocivos do DDT nos seres humanos e em outras espécies, e ao impacto do seu livro *Primavera Silenciosa* sobre grupos de cidadãos, e em particular de educadores, que foram sensíveis em seus apelos e argumentos” (VILCHES et al., 2011, p. 180). Outra obra publicada que também contribuiu para este cenário foi o livro, *A Estrutura das Revoluções Científicas*, de Thomas Kuhn, publicado em 1962 (AULER; BAZZO, 2001; CERREZO, 2004).

Cerezo (2004) afirma que nesse contexto surgiu a necessidade de revisar a política científico-tecnológica, refletir sobre a neutralidade da ciência, a influência da ciência e da tecnologia na sociedade. A partir desse sentimento de insatisfação surgiram os movimentos sociais e políticos opostos ao sistema, que levantaram como principal bandeira a oposição contra a tecnologia moderna e o Estado tecnocrático. De acordo com Bazzo (2015, p. 124) a quebra dessas concepções aconteceu nos finais dos anos de 1960, em que a ciência e a tecnologia tornam-se objetos de análises e de debate público e iniciavam-se nos Estados Unidos os primeiros movimentos para “decifrar as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, chamadas, na época, STS – *Science, technology and society*” (BAZZO, 2015, p. 185).

Segundo Garcia et al. (1996) o movimento CTS foi mais latente nos países da América do Norte e da Europa. O enfoque das discussões promovidas pelos grupos desses continentes apresentava-se de forma diferenciada, por isso foram classificadas em duas tradições: a tradição europeia ou acadêmica e a tradição americana ou social.

Sobre o assunto Bazzo (2015) pontua que a tradição europeia teve suas origens nas instituições acadêmicas na Europa, a qual considerou principalmente os fatores sociais antecedentes e enfatizou a ciência em seus estudos, assumindo um caráter teórico e descritivo e para suas explicações utiliza-se das ciências sociais

¹ Rachael Carson (1907-1964), bióloga, escritora e pesquisadora norte-americana, natural do Estado do Maine. Autora do livro *Silente Spring* (Primavera Silenciosa), o qual se tornou um dos maiores best-sellers de todos os tempos, por apresentar dados científicos comprovados sobre crimes e agressões ecológicas, como por exemplo, a morte de pássaros ocasionados por resíduos de agrotóxicos e intoxicações em humanos (MOURA, 2008-2009, p. 46-47).

(sociologia, psicologia, antropologia). De acordo com Santos e Ichikawa (2004) a tradição europeia nasceu com o “Programa Forte” de sociologia do conhecimento científico.

O “Programa Forte” tem como representantes principais David Bloor, Barry Barnes e David Edge. Este programa originou-se na universidade de Edimburgo na década de 70, o qual objetivou criar um método científico para o trabalho do sociólogo da ciência. Esse método fundamentava-se nos seguintes pressupostos: identificar os fatores sociais que influenciam as descobertas científicas; utilizar da imparcialidade para avaliar a veracidade ou a falseabilidade sobre as informações estudadas; usar da simetria para as explicações sobre as teorias sejam essas verdadeiras ou falsas; e usar informações de outros campos do conhecimento, como a sociologia, para fundamentar os argumentos usados em suas explicações, portanto, propiciando a flexibilidade (STRIDER, 2012).

Segundo Strider (2012) o “Programa Forte” apresentava como foco central avaliar os fatores que influenciam a produção do conhecimento científico da ciência, como exemplo, a conjuntura sociopolítica da época analisada, interesses sociais, crenças políticas e religiosas, entre outros. Assim, os parâmetros que definem o que seja conhecimento científico ou não variam de acordo com o espaço e o tempo.

A tradição americana originou-se na institucionalização administrativa e acadêmica dos Estados Unidos, e buscou valorizar as consequências sociais da ciência e da tecnologia, dando mais ênfase à tecnologia e ao caráter prático e valorativo (BAZZO, 2015).

Linsingen (2015) diz que as duas tradições se complementam e assim possibilitam o desenvolvimento de uma visão crítica da ciência e da tecnologia, auxiliando nas novas perspectivas traçadas sobre Ciência e Tecnologia na sociedade.

Na América Latina, o movimento CTS se desenvolveu de forma diferenciada em consequência da diversidade da região. Essa situação pode ser exemplificada quanto à questão da Ciência e Tecnologia, pois os países desenvolvidos (tanto europeu como norte-americano) investem mais em atividades de Ciência e Tecnologia, em contrapartida, na América Latina há baixo investimento. Essa diferença também se evidencia nas pesquisas, já que tanto o financiamento quanto

a execução ficavam a cargo do Estado, enquanto nos Estados Unidos a maior parte desse processo está a cargo das empresas privadas (VACCAREZZA, 2004).

A partir de 1950, a América Latina buscou formular sua política científica e tecnológica, e o resultado desse processo foi a institucionalização da pesquisa científica e tecnológica e de distintos mecanismos de desenvolvimento do setor, como por exemplo, “sistemas de fomento de P&D, legislação de transferência de tecnologia, planejamento da ciência, métodos de diagnósticos de recursos, sistema de definição de prioridades tecnológicas, etc”. A partir dessa reformulação os resultados mais importantes nesse período foram a profissionalização das atividades científicas, a criação de organismos de promoção e planejamento de ciência e tecnologia, criação de organismos setoriais de pesquisa tecnológica em áreas prioritárias para as economias nacionais e importantes laboratórios tecnológicos nas grandes empresas públicas (VACCAREZZA, 2004, p. 52).

E ainda, de acordo Vaccarezza (2004), no final de 1950 e durante as duas décadas seguintes, as atividades voltadas para a ciência e a tecnologia foram financiadas quase exclusivamente pelo Estado. Nesse período existia uma separação entre a pesquisa acadêmica e a atividade tecnológica. No decorrer da década de 80, essa conjuntura passou por mudanças expressivas, tais como: houve diminuição da função reguladora e reprodutiva do Estado; abertura das economias dos países latino-americanos ao comércio e a competitividade internacional.

Nesse contexto, no final da década de 60, nasceu o PLACTS (Pensamento Latino-Americano de Ciência, Tecnologia e Sociedade) como crítica a situação da ciência e tecnologia e sobre aspectos da política estatal em C&T (Ciência e Tecnologia). O PLACTS tem o objetivo de promover a reflexão crítica sobre a situação da ciência, da tecnologia e de alguns aspectos da política sobre o assunto; critica a relação de dependência instaurada pelos países industrializados diante dos menos desenvolvidos, na perspectiva de mudanças positivas em prol do bem-estar social dos cidadãos e a promoção do crescimento econômico, entretanto, sem a participação pública (VACCAREZZA, 2004; ZAUITH et al., 2011).

Para Auler; Bazzo (2001) e Linsingen (2007), os países Latino-americanos apresentam um contexto social diferente dos países desenvolvidos, pois a maior parte da população encontra-se afetada por inúmeros problemas de cunho socioeconômico, como o analfabetismo e a baixa qualidade de vida. Diante dessa

realidade, o movimento CTS vem assumindo outras perspectivas e apresentando como principal reivindicação o desenvolvimento científico-tecnológico direcionado para os problemas sociais locais, questionando a transferência acrítica de conhecimentos científicos e de tecnologia de países desenvolvidos e objetivando construir uma cultura de participação social. Porém, ainda aponta-se uma carência na evolução na área CTS na América Latina, “uma carência que talvez se explique pela escassa atenção dada aos problemas da ciência e da tecnologia ao longo do processo educacional do indivíduo” (VACCAREZZA, 2004, p. 79).

Com relação ao surgimento, no Brasil, de reflexões sobre as relações CTS, Invernizzi e Fraga (2007, p. 1) apontam que:

No Brasil, como em outros países da América Latina, as reflexões sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade ganharam fôlego nos anos de 1960-1970. Entretanto, o desenvolvimento acadêmico do campo CTS só se iniciou timidamente a partir dos anos de 1980 e, ainda hoje, as universidades brasileiras possuem um número bastante reduzido de programas de educação superior inteiramente dedicados ao estudo das inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade, e esses se localizam quase que exclusivamente no nível da pós-graduação.

Esse movimento ampliou a sua importância no começo da década de 90, estando presente no campo educacional, compondo os currículos de ciências e sendo foco temático em pesquisas de educação científica (SANTOS, 2008). Atualmente, é possível observar algumas ações que estão promovendo a expansão do movimento CTS, como a criação de linhas de pesquisas em diversos cursos de graduação e pós-graduação, com a integração de disciplinas nesses cursos voltados para o enfoque CTS; cursos de formação de professores na perspectiva CTS, em especial no ensino de Ciências para o Ensino Fundamental e Médio (MORAES; ARAÚJO, 2012).

No Brasil, as orientações sobre CTS sempre estiveram presentes implicitamente nos currículos de ciências, uma vez que o ensino de ciências sempre objetivou a formação para a cidadania. Essas recomendações somente apresentaram-se de maneira explícita nos documentos oficiais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais do ensino fundamental e médio, nos últimos vinte e um anos (SANTOS, 2007b). Nos PCN, as orientações sobre as relações CTS podem ser evidenciadas na área Ensino de Ciências, Matemática e suas Tecnologias, que

antes se denominava apenas de Ensino de Ciências e Matemática (MORAES; ARAÚJO, 2012).

Essa nova concepção da imagem da ciência e da tecnologia promovida pelo movimento CTS, busca tratar o desenvolvimento científico/tecnológico não como atividade autônoma, mas revelando as nuances que estão imbricadas nesta relação, ao considerar a proximidade existente entre a ciência e a sociedade e desmistificar a ciência e a tecnologia no contexto social, de forma a mostrar que são interações humanas que influenciam e são influenciadas por interesses, valores e impactos sociais (CEREZO, 2004). Essa compreensão sobre C & T permitiu a quebra do contrato social, isto é, o modelo linear de progresso, que tem como premissa “o desenvolvimento científico (DC) gera desenvolvimento tecnológico (DT), este gerando desenvolvimento econômico (DE) que determina, por sua vez, o desenvolvimento social (DS – bem-estar social)” (AULER, 2007).

Esse modelo linear de progresso, definido como a concepção clássica das relações entre ciência e tecnologia com a sociedade, pauta-se em uma concepção essencialista e triunfalista. Neste caso, a ciência tem a função de contribuir para o bem-estar social, na busca exclusiva da verdade, sendo que para isso, é necessário se manter livre de interferências de valores sociais. Portanto, “Ciência e tecnologia são apresentadas como formas autônomas da cultura, como atividades valorativamente neutras, como uma aliança heroica de conquista cognitiva e material da natureza” (PALACIOS et al., 2003, p. 119).

Esse movimento reivindicou decisões mais democráticas sobre questões que envolvam a Ciência e a Tecnologia, com a participação de diversos atores sociais, e assim tornando-a menos tecnocráticas. Portanto, diante dessa nova percepção da ciência e da Tecnologia, Samagaia e Peduzzi (2004, p. 273) apontam os diversos objetivos do movimento CTS:

[...] o exercício da comunicação oral e escrita e do pensamento lógico e racional para a solução de problemas forçando o posicionamento individual, a valorização da tomada de decisão, o aprendizado colaborativo/cooperativo em atividades grupais, o exercício da responsabilidade social através da discussão da ética na tomada de decisão e da relação custo-benefício do progresso científico, o exercício da cidadania trazendo à tona uma decisão integralmente tomada por membros da sociedade, a flexibilidade cognitiva no envolvimento de diferentes aspectos da ciência e o

incremento do interesse em atuar em questões sociais através da verificação dos resultados dessas decisões no cotidiano mundial.

O movimento CTS proporcionou a realização de estudos no campo CTS ou estudos sociais da ciência e da tecnologia. Esses estudos “compõem um campo de trabalho interdisciplinar orientado à compreensão do fenômeno científico-tecnológico em sua relação com o contexto social, tanto no que concerne aos fatores econômicos, políticos e culturais” (SANTOS; ICHIKAWA, 2004, p. 241). Portanto, objetiva “compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto desde o ponto de vista de seus antecedentes sociais como de suas consequências sociais e ambientais” (PALACIOS et al., 2003, p. 123).

Esses estudos e programas CTS, desde o seu início, estão sendo elaborados com base em três grandes direções: no campo da pesquisa, no campo das políticas públicas e no campo da educação. A primeira refere-se aos estudos CTS realizados na academia, por meio de reflexões sobre ciência e tecnologia no campo da filosofia e sociologia, promovendo uma nova visão não essencialista e socialmente contextualizada de atividades científicas como processo social. A segunda direção defende a regulação social da ciência e da tecnologia, a fomentação de políticas públicas que possibilitem a abertura dos processos de tomada de decisão sobre questões científico-tecnológicas. Por fim, a terceira direção, o campo da educação caracteriza-se pela promoção e introdução de programas e disciplinas com enfoque CTS, na educação básica e universitária, em diversos países (CEREZO, 2004; BAZZO et al., 2003). Esta última direção, apresentamos de maneira mais detalhada no tópico a seguir.

2.2 O Enfoque CTS e o Ensino de Ciências

Os questionamentos sobre a ciência, a tecnologia e seus reflexos na sociedade, promovidos pelas correntes de ativismo social e de pesquisa acadêmica, não ficaram alheios ao campo da educação. No final dos anos 60, o âmbito educacional passou a reivindicar uma nova forma de entender a ciência e a tecnologia. A partir disso, na década de 70, surgiram propostas voltadas para uma educação CTS no ensino médio e superior, a qual levaria uma visão mais crítica e contextualizada sobre ciência e tecnológica no ensino de ciências (CEREZO, 2004).

No período entre 1970 a 1980, o enfoque CTS foi amplamente disseminado, estando em vários lugares ao mesmo tempo. Esse acontecimento resultou-se do consenso entre os educadores sobre a necessidade de inovar a educação científica, por motivos, a saber: “a) valorização da cultura ocidental e o papel da ciência escolar em sua transformação; b) necessidade de formação política; c) apresentação de abordagens interdisciplinares; e d) demanda de preparação vocacional e tecnocrática” (ZAUITH et al., 2011, p. 23).

As propostas curriculares para o ensino de ciências que surgiram nesse período tinham um enfoque expressivamente ambientalista e apresentavam uma visão crítica sobre o modelo de desenvolvimento, ao levar em consideração o agravamento dos problemas ambientais gerados pelo modelo de desenvolvimento capitalista, o enfoque meio ambiente ganhou destaque e foi adicionada a letra A de ambiente na sigla CTS, passando a ser denominada também, Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente/CTSA (SANTOS, 2007). “Para alguns essa incorporação é desnecessária, uma vez que essas consequências ambientais formam uma parte essencial das relações CTS”. (VILCHES et al., 2011).

O movimento CTSA e a Educação para a sustentabilidade surgiu mediante aos apelos da sociedade frente à emergência planetária revelada por inúmeras investigações científicas que convergiam para uma grave degradação do meio ambiente, nesse sentido a educação com o enfoque CTSA busca enfatizar os problemas ambientais causados pelo desenvolvimento científico-tecnológico, formar para a cidadania, isto é, desenvolver a capacidade de tomada de decisão sobre questões socioambientais em prol de um futuro sustentável.

Nesta pesquisa optei por usar a sigla CTSA², uma vez que tenho a intenção de enfatizar as consequências ambientais que estão imbricadas na produção, consumo e descarte dos aparelhos eletroeletrônicos, visando sensibilizar os discentes sobre a importância da aquisição e o destino final consciente e ecologicamente correto desses produtos, e promover a capacidade de tomada de decisão fundamentada na ciência e na tecnologia sobre a temática.

Sobre a importância de enfatizar as questões ambientais, Moraes e Araújo (2012, p. 57) apontam que:

² Daqui por diante para conformar com diversos autores que usam CTS e outros que usam CTSA, eu referirei CTS/CTSA.

[...] além das discussões sobre a Ciência e a Tecnologia, os debates sobre as questões ambientais ganham força e se ampliam no atual contexto mundial, pois nota-se que os impactos dos avanços científicos e tecnológicos se fazem sentir tanto na sociedade quanto no meio ambiente, afetando intensamente as relações que se verificam entre os seres humanos e o habitat social e natural, o que fortalece e justifica a ampliação das propostas de Educação Ambiental.

Para Bazzo et al. (2003) essa nova percepção da ciência e da tecnologia tem como objeto central de estudo os aspectos sociais da ciência e da tecnologia, principalmente no que diz respeito as consequências sociais e ambientais. Aponta o enfoque CTSA como sendo uma área de trabalho recente, consolidada, abrangente, de cunho crítico e interdisciplinar.

Acerca do significado do enfoque CTS ou CTSA no Ensino de Ciências, Bernardo et al. (2011, p. 375-376) trazem a seguinte interpretação:

Ao longo das últimas décadas, embora existam pontos de consenso entre os pesquisadores que se dedicam a esses estudos, as interpretações sobre o que seria o ensino de ciências via CTS ou CTSA vêm passando por várias transformações, o que caracteriza esse enfoque como um campo em permanente construção e reconstrução. De fato, a unanimidade sobre o significado do enfoque CTS para o ensino de ciências é algo que está distante de ser alcançada e essa pluralidade de entendimentos pode ser fruto da complexidade que envolve as relações CTS e das diferentes concepções dos teóricos que se dedicam a interpretá-la.

Dessa forma, trazer para essa pesquisa os diferentes entendimentos dos estudiosos da área sobre os objetivos do enfoque CTSA no Ensino de Ciências torna-se primordial para a percepção dessa amplitude, assim como, para a compreensão de que maneira esse enfoque contribui para a formação dos jovens na realidade vivenciada atualmente.

O Ensino de Ciências com enfoque CTS visa à educação científica do indivíduo. Nessa perspectiva, a educação científica está voltada para a formação cidadã, a qual apresenta como objetivo central o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão sobre questões que envolva a ciência e a tecnologia na sociedade e o desenvolvimento de valores (AULER, 2003; BAZZO, 1998; MORTIMER 2000; SANTOS, 2011; SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

Santos et al. (2004, p. 4) define CTS, como sendo:

[...] uma abordagem que leva em conta que fatores econômicos, políticos e culturais têm influência sobre a mudança científico-

tecnológica, e que essa mudança científico-tecnológica também tem consequências para a sociedade e para o meio ambiente [...].

A educação na perspectiva CTS, de acordo com Acevedo Díaz et al. (2003) além de propiciar a tomada de decisão, esta também objetiva aumentar a capacidade de compreensão científica; elevar o interesse pela ciência e tecnologia; promover a contextualização social do estudo da ciência por meio de reflexões sobre ciência, tecnologia e sociedade; proporcionar aos alunos o desenvolvimento do pensamento crítico e a resolução de problema.

Para Auler (2007, p. 1) a educação CTS visa:

Promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais, discutir as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência-tecnologia (CT), adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico, formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados, capazes de tomar decisões informadas e desenvolver o pensamento crítico e a independência intelectual.

No entendimento de Delizoicov; Angotti e Pernambuco (2011, p. 148), o enfoque CTSA no ensino de ciências deve proporcionar:

A compreensão da não neutralidade da ciência, da utilização múltipla de seus produtos, de sua política de financiamento comprometida com interesses de várias ordens, externos ao seu âmbito, de sua relação com outras instâncias sociais, dos diferentes impactos resultantes da utilização maciça de tecnologias, das questões éticas geradas [...] pode constituir importante subsídio para tomadas de decisão.

Segundo Palacios et al. (2003) a organização da sociedade atual, a maior parte, fundamenta-se na gestão democrática, sendo assim, não somente os representantes legítimos do povo, como também os demais cidadãos, têm que ter conhecimento para expressar opiniões, e se for o caso, tomar decisões e que estas estejam fundamentadas nesse saber. Apoiado nessa ideia, Palacios et al. (2003, p. 142) defende que:

[...] o objetivo de educação CTS no âmbito educativo e de formação pública é a alfabetização para propiciar a formação de amplos segmentos sociais de acordo com a nova imagem da ciência e da tecnologia que emerge ao ter em conta seu contexto social.

Contudo, diante da amplitude dos objetivos do enfoque CTS/CTSA para a Educação em Ciências, trago uma pequena tessitura dos três componentes da tríade CTS presentes nas propostas curriculares (Ciência, Tecnologia e Sociedade), visando enriquecer esse entendimento (SANTOS; MORTIMER, 2002; FAGUNDES; PINHEIRO; VAZ, 2009; SANTOS; SCHENETZLER, 2010).

A respeito da Ciência, o enfoque CTS mostra a importância do educando compreender a natureza da ciência, uma vez que isso possibilita o entendimento de suas implicações sociais. Para isso, o currículo deve abranger aspectos sobre história, filosofia e sociologia das ciências, na perspectiva de mostrar o caráter temporário e instável das teorias científicas, dessa forma, os alunos conseguirão perceber que o conhecimento científico é contestável e não pode ser visto como verdade absoluta, o que contribui para o desenvolvimento da visão crítica da ciência e a quebra do mito do cientificismo. Nesse sentido, o ensino CTS promove uma abordagem ampla da ciência e revela ao discente que as aplicações da ciência podem ser avaliadas por meio da análise de opiniões divergentes de especialistas (SANTOS; MORTIMER, 2002; SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

Com relação à Tecnologia, esta é vista como sendo aplicação da ciência, portanto, é reduzida a uma ciência aplicada. No entanto, esse entendimento não considera as implicações sociais, econômicas e culturais envolvidas no processo tecnológico, o que leva ao enfraquecimento do estudo crítico da tecnologia, e a promoção da visão restrita sobre a epistemologia desse campo de conhecimento (FOUREZ, 2003; ACEVEDO-DÍAZ, 1996).

Por fim, o ensino de CTS quanto à Sociedade, objetiva levar o aluno a entender qual o seu papel na sociedade, com a intenção que este se perceba enquanto cidadão, que tem poder de voz e suas opiniões e decisões têm grande influência nas questões coletivas, uma vez que vivemos em uma sociedade democrática. Sendo assim, os currículos CTS devem estar apoiados em temas científicos ou tecnológicos de relevância social, pois o educando poderá vivenciar na escola situações que proporcione discutir, formar opiniões e tomar decisões sobre questões problemas (SANTOS; MORTIMER, 2002; SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

Contudo, nos currículos CTS “os conceitos são sempre abordados em uma perspectiva relacional, de maneira a evidenciar as diferentes dimensões do conhecimento estudado, sobretudo as interações entre ciência, tecnologia e sociedade” (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 11). Nesse sentido, os conteúdos de ciências devem ser trabalhados de forma interdisciplinar, de maneira a abordar os aspectos social, ambiental e cultural. Porém, quando o aspecto social não é contemplado no estudo das aplicações da ciência e da tecnologia, segundo Santos e Mortimer (2002, p. 12) pode levar:

[...] uma falsa ilusão de que o aluno compreende o que é ciência e tecnologia. Esse tipo de abordagem pode gerar uma visão deturpada sobre a natureza desses conhecimentos, como se estivessem inteiramente a serviço do bem da humanidade, escondendo e defendendo, mesmo que sem intenção, os interesses econômicos daqueles que desejam manter o *status quo*.

Essa compreensão sobre o ensino CTS pode ser mais bem esclarecida na comparação de aspectos característicos do Ensino Clássico e do Ensino CTS defendidos por Zoller e Wattson (1974) sintetizados no Quadro 1.

QUADRO 1: Aspectos enfatizados no ensino *clássico* de ciências e no ensino de CTS.

Ensino <i>Clássico</i> de Ciências	Ensino de CTS
1. Organização conceitual da matéria a ser estudada (conceitos de física, química e biologia).	1. Organização da matéria em temas tecnológicos e sociais.
2. Investigação, observação, experimentação, coleta de dados e descoberta como método científico.	2. Potencialidades e limitações da tecnologia no que diz respeito ao bem comum.
3. Ciência, um conjunto de princípios, um modo de explicar o universo, com uma série de conceitos e esquemas conceituais interligados.	3. Exploração, uso e decisões são submetidas a julgamento de valor.
4. Busca da verdade científica sem perder a praticabilidade e a aplicabilidade.	4. Prevenção de consequências em longo prazo.
5. Ciência como um processo, uma atividade universal, um corpo de conhecimento.	5. Desenvolvimento tecnológico, embora impossível sem a ciência, depende mais das decisões humanas deliberadas.
6. Ênfase à teoria para articulá-la com a prática.	6. Ênfase à prática para chegar à teoria.
7. Lida com fenômenos isolados, usualmente do ponto de vista disciplinar, análise dos fatos, exata e imparcial.	7. Lida com problemas verdadeiros no seu contexto real (abordagem interdisciplinar).
8. Busca, principalmente, novos conhecimentos para a compreensão do mundo natural, um espírito caracterizado pela ânsia de conhecer e compreender.	8. Busca principalmente implicações sociais dos problemas tecnológicos, tecnologia para a ação social.

Fonte: Zoller; Wattson, 1974³.

³ Trabalho originalmente publicado por Uri Zoller e Fletcher Wattson (1974) em artigo intitulado *Technology education for nonscience students in the secondary school*, na revista *Science Education*, página 110. A tradução para a língua portuguesa foi feita por Santos e Schnetzler (2010) e publicada no livro *Educação em Química: um compromisso com a cidadania*, página 66.

Ao analisar o Quadro 1, de acordo com Santos e Schnetzler (2010) no ensino clássico de ciências a organização curricular fundamenta-se no conteúdo específico de ciências, o qual é centrado na concepção de ciências universal, sem considerar as aplicações sociais. Enquanto o ensino CTS prima pela organização conceitual apoiado em temas sociais, pela aquisição da capacidade de julgamento, e pelo desenvolvimento de uma visão de ciências voltado para o bem social, levando em consideração os interesses coletivos.

Sobre o assunto, Ribeiro (2016, p. 34) ao analisar esse quadro comparativo do ensino clássico de Ciências e o ensino de CTS em sua pesquisa, argumenta que:

A ideia aqui não é a de falar da soberania do ensino CTSA sobre o ensino clássico de Ciências, mas sim de observar as possibilidades da abordagem CTSA para trabalhar em sala de aula temas de interesse social, possibilitando o reconhecimento e a resolução de problemas pelo desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão.

Nessa perspectiva, Euler (2010) destaca que trabalhar os conteúdos de ciências no prisma da compreensão de temas de cunho significativo mostra-se potencialmente transformador no processo da formação cidadã dos discentes, uma vez que os conteúdos dos manuais didáticos, da maneira como são apresentados, revelam-se incapazes de contribuir para a construção do entendimento de questões ligadas a vida dos estudantes. Entretanto, não está sendo defendida a “supressão do ensino de conceitos das disciplinas. Contudo, estes elementos deixam de ter um fim em si e/ou apenas uma finalidade futura, passando a constituir-se em meios, em ferramentas para a compreensão de temas socialmente relevantes” (AULER, 2003, p. 10).

No ensino de ciências existem três modalidades de CTS: o CTS como complemento curricular; o CTS como complemento em matérias; e ciência e tecnologia por meio de CTS (GONZÁLEZ GARCÍA et al., 1996). Na primeira modalidade, matérias com enfoque CTS são acrescentadas no currículo tradicional, de maneira optativa ou obrigatória, permitindo ao estudante refletir sobre problemas sociais, ambientais, culturais, entre outros, objetivando desenvolver a criticidade e informar sobre ciência e tecnologia. Na segunda modalidade, o complemento CTS será acrescentado nos temas tradicionais do ensino de cada disciplina específica, incluindo o CTS como um eixo transversal, por meio de unidades curtas de CTS, como acompanhamento do manual do professor. E a última modalidade, consiste

em reformular os conteúdos da ciência escolar sob uma ótica CTS. Inicialmente é selecionado um problema relevante para a vida do aluno, para o seu papel como cidadão, após isso é feita a seleção e estruturação do conhecimento científico-tecnológico para que o estudante possa entender um problema social sobre C & T e tomar uma decisão (CEREZO, 2004).

Ao analisar essas modalidades de CTS propostas para o Ensino de Ciências, evidencia-se que independentemente de qual modalidade irá compor o currículo, o professor é o principal agente articulador na sua implementação no espaço escolar, visto que será o intermediador no processo de ensino e aprendizagem do aluno, na perspectiva de alcançar os objetivos propostos pela educação com enfoque CTS. Sobre o assunto, Pinheiro et al. (2007, p. 77) salienta que:

[...] o professor é o grande articulador para garantir a mobilização dos saberes, o desenvolvimento do processo e a realização de projetos, nos quais os alunos estabelecem conexões entre o conhecimento adquirido e o pretendido com a finalidade de resolver situações-problema, em consonância com suas condições intelectuais, emocionais e contextuais.

Há que considerar também que o Ensino de Ciências na perspectiva CTS transcende o espaço escolar; a escola irá proporcionar ao discente o primeiro contato, o despertar inicial no aluno de uma postura questionadora e crítica sobre situações que envolva a ciência e a tecnologia, e que este tenha condições de desenvolver e aprofundar os seus posicionamentos sobre essas questões. Portanto, esse processo “passará a ser entendido como a possibilidade de despertar no aluno a curiosidade, o espírito investigador, questionador e transformador da realidade” (PINHEIRO et al., 2007, p. 77).

Para a promoção da educação CTS são necessárias mudanças no conteúdo, nas metodologias e nas atitudes dos integrantes sociais que participam do processo de ensino e aprendizagem. Esse processo tem como objetivo principal promover a alfabetização científica e tecnológica, a fim de desenvolver a capacidade de decisão, a criticidade e a autonomia intelectual nos alunos (CEREZO, 2004).

Contudo, para que os objetivos da educação CTS sejam alcançados no espaço escolar, o professor deve utilizar conteúdos de natureza sociocientífica, por meio do uso de temas, além da elaboração e implementação de estratégias didáticas que possibilitem o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão nos discentes (SILVA, et al., 2011).

Sobre a natureza das estratégias didáticas, Martins e Paixão (2011, p. 152) afirmam que:

[...] o ensino de orientação CTS pode apresentar um elevado número de estratégias com vista a responder às necessidades socioculturais dos jovens que passam por: trabalho de grupo, aprendizagem cooperativa, debates em pequeno e grande grupo evidenciando problemas e dilemas, discussões centradas em ideias dos alunos, tomada de decisões concretas sobre assuntos tecnocientíficos. Também os recursos a explorar podem passar por visitas de estudo contextualizadoras que proporcionem contacto direto com o meio; situações práticas e testes experimentais que recriem ou simulem ambientes e/ou testes previsões; material histórico preferencialmente provenientes de fontes primárias e que reporte a situações sociais, económicas, documentários e notícias.

Essas estratégias didáticas apontadas para um Ensino de Ciências pautado nos preceitos da abordagem CTSA, oportunizam ao discente ser o elaborador de seu conhecimento, atuar como ator principal no processo de ensino e aprendizado, de tal maneira que o conhecimento científico passa a ter significado, ser útil para a sua vida prática, diante de situações simples/complexas do cotidiano que precisam de uma solução fundamentada em saberes de ciência e tecnologia. Nessa perspectiva, a Educação em Ciências consegue oportunizar aos estudantes uma formação que se direciona para o desenvolvimento da autonomia, da reflexão, da criticidade, da tomada de posição (decisão), isto é, para uma formação cidadã com valores morais, éticos e ambientais.

Portanto, o enfoque CTSA evidencia e valoriza a formação cidadã plena dos educandos. Dessa forma, vejo a importância de trazer para essa pesquisa um aprofundamento teórico sobre aspectos da formação cidadã. Por isso, apresento em seguida à subunidade: Enfoque CTSA e a formação cidadã.

2.3 Enfoque CTSA e a formação cidadã

Vários estudiosos da área como, Santos e Schnetzler (2010); Auler (1998); Bazzo (1998); Mortimer (2000); Santos (2011); Acevedo Díaz et al. (2003); Delizoicov et al. (2011), entre outros, corroboram que o enfoque CTS/CTSA no Ensino de Ciências tem como objetivo principal formar cidadãos críticos com capacidade de avaliar e tomar decisões conscientes sobre questões que envolvam Ciência e Tecnologia.

Segundo Santos e Mortimer (2001) o reconhecimento da não neutralidade da ciência, das limitações e responsabilidades dos cientistas, assim como, a Ciência e a Tecnologia como processos sociais, levou a sociedade perceber que a atividade científica necessita de um controle social na perspectiva democrática, isto é, abranger um número cada vez maior de cidadãos na tomada de decisão sobre Ciência e Tecnologia. “Essa necessidade do controle público da ciência e da tecnologia contribuiu para uma mudança nos objetivos do ensino de ciências, que passou a dar ênfase na preparação dos estudantes para atuarem como cidadãos no controle social da ciência” (SANTOS; MORTIMER, 2001, p. 2).

Para Moraes e Araújo (2012, p. 58):

A conscientização dos estudantes para perceberem os problemas sociais e ambientais decorrentes dos impactos gerados pela Ciência e Tecnologia deve assumir um papel de destaque entre os objetivos educacionais pretendidos quando se leciona sob os preceitos do movimento CTSA.

Nessa perspectiva, a educação científica revela-se como primordial no processo de desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão, visto que proporcionará a elucidação dos jovens sobre aspectos científicos, tecnológicos e sociais, bem como, o seu papel nessa conjuntura, “como indivíduo capaz de provocar mudanças sociais na busca de melhor qualidade de vida para todos” (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p. 56).

A tomada de decisão defendida pelo enfoque CTSA tem sido postulada na prática docente como promotora da participação. Essa participação está vinculada a ideia de processos decisórios, ou seja, de acordo com a concepção de participação fundamentada. A fundamentação necessária para o indivíduo adquirir essa capacidade decisória não deve estar vinculada somente ao campo científico e tecnológico, pois “tentar compreender e decidir, unicamente via aumento de conhecimento técnico/científico, significa um retorno à tecnocracia” (AULER, 2011, p. 82), portanto nos currículos a tomada de decisão tem sido fomentada por meio da discussão e aprofundamento de temas (temas controversos, temas sociais e temas sociocientíficos). Sobre essa questão, Auler (2011, p. 83) diz que:

Processos de discussão e tomada de decisão (real ou simulada), fundamentados apenas em critérios técnico-científicos, reforçarão o mito da neutralidade/superioridade das decisões tecnocráticas, negligenciando a amplitude do tema, bem como os valores (econômicos...) envolvidos. Separar “fatos científicos” de “juízos de

valor”, algo muito caro para o positivismo/cientificismo, reduzindo as discussões sobre temas contemporâneos a “fatos científicos”, silenciando outras discussões, cristaliza concepções tecnocráticas, colocadas a serviço da maximização do lucro privado [...] os problemas ambientais. Esses não podem ser dissociados de um modelo “civilizatório”, pautado por valores consumistas, da obsolescência programada, pano de fundo da degradação socioambiental.

As sociedades democráticas para promoverem a democracia necessitam da participação esclarecida dos seus cidadãos nas comunidades onde estão inseridos (CACHAPUZ, 2012), já que a tomada de decisão remete a participação dos indivíduos em debates públicos que visam à busca de soluções que atendam aos interesses da maior parte da coletividade. Portanto, esse esclarecimento permite o desenvolvimento da capacidade de julgar (SANTOS; MORTIMER, 2001).

Sobre a faculdade de julgar, Canivez (1991) apud Santos e Mortimer (2001) relaciona-a a dois tipos de juízos: o crítico e o político. O crítico visa julgar as questões que são de caráter universal, como leis e os princípios éticos universais dos direitos humanos, sendo assim, os critérios para o julgamento já estão estabelecidos. Enquanto o político objetiva julgar sobre questões de interesse particular, assim os critérios utilizados para avaliar e tomar decisão sobre a situação problema não se limitam somente às leis e os pressupostos morais, pois busca promover a diversidade de ideias a fim de ajustar os interesses particulares ao coletivo.

Sobre o assunto, Santos e Schnetzler (2010) argumentam que a educação possibilita ao aluno ter acesso às leis de maneira a propiciá-lo a compreender o seu significado e aplicação, como também, oportuniza ao educando desenvolver a capacidade de argumentação e exposição de ideias. Dessa forma, o processo educacional contribui para a formação cidadã, pois o aluno adquire a capacidade de fazer julgamento crítico e político.

Nesse sentido, para o espaço escolar proporcionar aos discentes essa habilidade, Santos e Schnetzler (2010, p. 35) afirmam que:

[...] percebe-se que, para desenvolver a faculdade de julgamento, o professor necessita trazer problemas e estimular o debate, a fim de que os alunos possam discutir os diferentes tipos de soluções. Consequentemente, precisamos valorizar as respostas dos alunos, ao invés de se admitir apenas um tipo de resposta estereotipada, dentro do modelo apresentado pelo professor.

Existem diferenças entre a solução de problema de cunho escolar e a tomada de decisão diante de um problema da vida real. Essas diferenças são apresentadas no quadro 2, o qual foi elaborado por Zoller e Watson (1974) apud (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p. 76).

QUADRO 2: Comparação entre a solução de problema escolar e a tomada de decisão ante o problema da vida real.

Solução de problema escolar	Tomada de decisão de problemas da vida real
1. Definição completa do problema.	1. Definição imperfeita do problema.
2. Resultado 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. Conhecimento construído.
7. Algoritmos.	7. Descoberta.

Fonte: Zoller; Watson, 1974.⁴

A solução de um problema escolar requer a objetividade, ou seja, o uso de passos rígidos na solução de questões acadêmicas, pois o aluno precisará somente, ter acesso a informações. Por outro lado, a solução de problemas reais está vinculada a um caráter preponderantemente subjetivo, lançando mão do julgamento de valor (SANTOS; MORTIMER, 2001; SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

Além do desenvolvimento da capacidade de julgar, Santos e Schnetzler (2010) ressaltam que se faz necessário promover no educando a conscientização quanto aos seus deveres na sociedade, com o objetivo de elevar o interesse dos discentes sobre assuntos comunitários, os quais passem a se comprometer com essas questões e se empenhem na busca de soluções para os problemas identificados.

⁴Trabalho originalmente publicado por Uri Zoller e Fletcher Wattson (1974) em artigo intitulado *Technology education for nonscience students in the secondary school*, na revista *Science Education*, página 110. A tradução para a língua portuguesa foi feita por Santos e Schnetzler (2010) e publicada no livro *Educação em Química: um compromisso com a cidadania*, na página 76.

De acordo com Santos e Mortimer (2001) essa conscientização sobre o controle social da ciência e da tecnologia, demanda uma educação de valores éticos vinculados à responsabilidade social, ao levar em consideração o bem comum coletivo, a qual tem sido denominada de “educação para a ação social responsável”. O Ensino de Ciências para promover a ação social responsável deve dar ênfase para questões que abarcam valores e princípios éticos, pois estes aspectos fundamentam a tomada de decisão responsável. Nesse sentido, a educação deve ultrapassar a barreira do ensino conceitual e promover a formação de atitudes e valores.

Sobre o desenvolvimento de valores Santos e Mortimer (2002, p. 5) discorrem que:

Esses valores estão vinculados aos interesses coletivos, como os de solidariedade, de fraternidade, de consciência do compromisso social, de reciprocidade, de respeito ao próximo e de generosidade. Tais valores são, assim, relacionados às necessidades humanas, o que significa um questionamento à ordem capitalista, na qual os valores econômicos se impõem aos demais.

Para a apropriação de valores pelo indivíduo, Santos e Mortimer (2002) trazem como exemplo, o consumo de produtos químicos, a tomada de decisão sobre qual/como consumir. Essa decisão pode ser tomada levando em consideração não somente a eficácia e os fins dos produtos, mas os seus efeitos ambientais e sobre a saúde humana, o valor econômico, e os aspectos éticos vinculados à produção e comercialização. Portanto, o debate estabelecido em sala de aula sobre essas questões contribuirão para a formação crítica dos alunos.

Auler (2011) aponta o uso de temas em sala de aula como promotor da formação cidadã. Santos e Mortimer (2001, p. 13) corroboram com essa ideia ao fazer referência à importância do uso de temas para o desenvolvimento de atitudes e valores:

A adoção de temas envolvendo questões sociais relativas à C&T, que estejam diretamente vinculadas aos alunos, nos parece ser de primordial importância para auxiliar na formação de atitudes e valores. Para isso, parece ser essencial o desenvolvimento de atividades de ensino em que os alunos possam discutir diferentes pontos de vista sobre problemas reais, na busca da construção coletiva de possíveis alternativas de solução.

Sobre a adoção de temas de relevância social, Santos (1992) destaca que os aspectos sociais abarcados pela temática devem estar atrelados a questões da

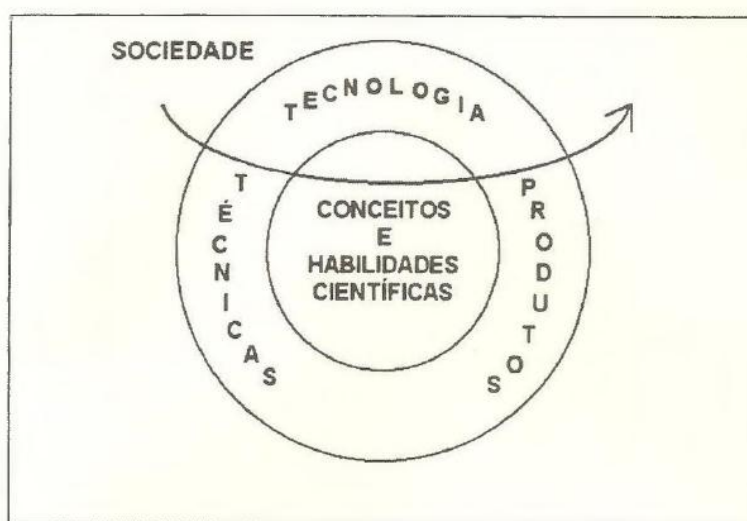
ciência e da tecnologia que estejam vinculadas ao cotidiano dos discentes. O autor também chama atenção para a prática metodológica, pois além dos aspectos relacionados ao tema, as atividades implementadas em sala de aula devem promover o diálogo, a exposição de diferentes pontos de vistas sobre possíveis alternativas para solucionar os problemas identificados. Santos e Mortimer (2000, p. 13) explicam que:

[...] a abordagem dos temas é feita por meio da introdução de problemas, cujas possíveis soluções são propostas em sala de aula após a discussão de diversas alternativas, surgidas a partir do estudo do conteúdo científico, de suas aplicações tecnológicas e consequências sociais.

De acordo com Santos e Mortimer (2002) os currículos CTSA são desenvolvidos em torno de temas científicos ou tecnológicos de relevância social e potencialmente problemáticos. Os temas CTSA também são denominados de sociocientíficos, pois abrangem questões de cunho político, econômico, histórico, cultural, ético, social e ambientais relacionados à ciência e a tecnologia.

Sobre os temas sociocientíficos abordados nos projetos CTS Santos e Schnetzler (2010) apontam que independentemente da abrangência da quantidade de conteúdos específicos de ciências, estes apresentam a configuração proposta por Aikenhead (1990) representada na Figura 1.

Figura 1- Sequência da estrutura dos materiais de CTS



Fonte: Aikenhead (1992, p. 28), modificado de Eijkelhof e Kortland (1987).⁵

⁵ EIJKELHOF, H; KORTLAND, K. Physics in its personal, social and scientific context. Bulletin of Science, Technology e Society, 7, p. 125-136, 1987.

Essa configuração está organizada de acordo com a seguinte sequência: 1) um problema sociocientífico é introduzido; 2) análise de uma tecnologia relacionada ao tema sociocientífico; 3) definição do conteúdo científico em função do tema sociocientífico e da tecnologia introduzida; 4) estudo da tecnologia correlata em função do conteúdo apresentado; e 5) discussão da questão social original (SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

Acerca da natureza dos temas abordados, Santos e Mortimer (2002) apontam que os de caráter controversos, isto é, circundado por opiniões divergentes, são vistos como relevantes. Silva e Carvalho (2007, p. 5) corroboram com essa ideia ao expor que:

Desenvolver trabalhos educativos que considerem a discussão de questões sociocientíficas controversas em sala de aula oferece excelentes oportunidades para nos aproximarmos das reais condições de produção da Ciência e das suas relações com a Tecnologia, com a sociedade e com o meio ambiente. Essas relações só podem ser compreendidas a partir das suas dimensões éticas e políticas, o que nos leva, necessariamente, ao encontro de controvérsias de diferentes naturezas.

Nos estudos desenvolvidos por Santos e Mortimer (2009), os temas sociocientíficos recebem a denominação de aspectos sociocientíficos (ASC). Os ASC são abordados na perspectiva humanística, ou seja, propiciar aos alunos pensamentos reflexivos e críticos sobre ciência e tecnologia, no sentido de se perceberem na sociedade, qual o seu papel nesse contexto, mediante os desafios postos pela ciência e tecnologia. Dessa forma, visa promover o desenvolvimento de atitudes e valores que leve a elucidação e libertação das condições sociais vigentes.

A diversidade de questões que envolvem a sociedade brasileira possibilita a elaboração de uma vasta lista de temas sociocientíficos que podem ser trabalhados em sala de aula pelo professor. Santos e Mortimer (2002, p. 11) fizeram esse levantamento e propõem os seguintes temas:

(1) exploração mineral e desenvolvimento científico, tecnológico e social. Questões atuais como a exploração mineral por empresas multinacionais [...]; (2) ocupação humana e poluição ambiental, na qual seriam discutidos os problemas de ocupação desordenada nos grandes centros urbanos, o saneamento básico, a poluição da atmosfera e dos rios [...]; (3) o destino do lixo e o impacto sobre o ambiente, o que envolveria reflexões sobre hábitos de consumo na sociedade tecnológica; (4) controle de qualidade dos produtos químicos comercializados, envolvendo os direitos do consumidor, os riscos para a saúde [...]; (5) a questão da produção de alimentos e a

fome que afeta parte significativa da população brasileira, a questão dos alimentos transgênicos; (6) o desenvolvimento da agroindústria e a questão da distribuição de terra no meio rural, custos sociais e ambientais da monocultura; (7) o processo de desenvolvimento industrial brasileiro, a dependência tecnológica num mundo globalizado; (8) as fontes energéticas no Brasil, seus efeitos ambientais e seus aspectos políticos; (9) a preservação ambiental, as políticas de meio ambiente, o desmatamento.

Dentre os temas propostos por Santos e Mortimer (2002), chamo atenção para o tema lixo, pois a pesquisa aqui apresentada trás como temática, o lixo eletrônico. Portanto, este tema que é de abrangência mundial é indicado com potencial relevância para ser trabalhado no espaço escolar, uma vez que vivemos em uma sociedade tecnológica e extremamente consumista, o que leva a necessidade do desenvolvimento de pensamentos críticos, mediante reflexões sobre o destino e os impactos que o lixo eletrônico ocasiona ao ambiente, a fim de propiciar a aquisição de hábitos de consumo consciente sobre artefatos tecnológicos. A seguir, faço uma breve apresentação sobre o tema Lixo Eletrônico.

2.3.1 O tema lixo eletrônico

O avanço das indústrias de equipamentos elétricos e eletrônicos, nas últimas décadas, tem elevado significativamente a produção de produtos eletroeletrônicos de maneira a tornar-se indispensável na vida prática do ser humano. Essa popularização atrelada à rápida obsolescência dos modelos gera uma quantidade expressiva de resíduo de equipamento eletroeletrônico (REEE), lixo eletrônico ou e-lixo (DIAS et al., 2014).

Os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) são definidos como substâncias ou objetos dependentes de corrente elétrica ou campo eletromagnético para funcionar, isso inclui todos os componentes, subconjuntos, materiais consumíveis que fazem parte do equipamento original no momento do descarte, o qual pode ser ocasionado por não funcionamento, custo de reparação, inovação tecnológica e curto ciclo de vida (UNIÃO EUROPEIA, 2003).

De acordo com Xavier e Carvalho (2014), a Comunidade Europeia sugere que os equipamentos eletroeletrônicos sejam classificados em onze categorias. Essa classificação tem como objetivo facilitar e apresentar o potencial de risco de cada

classe de produto considerando especificidades como: vida útil, composição por tipo de material, porte do equipamento, entre outros. A classificação foi revisada e uma nova versão da diretiva foi publicada (2012/19/EU), a qual é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1: Categorias dos REEE segundo a Diretiva nº 19 de 2012 da Comunidade Europeia.

Categoria	Exemplo de equipamentos
1. Eletrodomésticos de grande porte	Refrigeradores, freezers, fogões, máquinas de lavar e de secar roupas, micro-ondas, máquina de lavar louças, equipamento de ar condicionado.
2. Eletrodomésticos de pequeno porte	Aspirador de pó, ferro de passar roupa, torradeiras, fritadeiras, facas elétricas, relógios de parede e de pulso, secador de cabelo.
3. Equipamentos de TI e comunicação	Mainframes, impressoras, minicomputadores, computadores pessoais, laptop, calculadoras, aparelho de fax, netbooks, celular, telefone, tablete.
4. Equipamentos de consumo e painéis fotovoltaicos	Aparatos para rádio e TV, câmera de vídeo, gravadores hi-fi, amplificadores de áudio, instrumentos musicais, painéis fotovoltaicos.
5. Equipamento de iluminação	Luminárias para lâmpadas fluorescentes (exceto luminárias domésticas), lâmpadas fluorescentes, lâmpadas fluorescentes compactas, lâmpadas de vapor de sódio, lâmpada de halogêneo.
6. Ferramentas eletroeletrônicas	Serras, esmeril, furadeiras, máquinas de corte, parafusadeiras, ferramentas de atividade de jardinagem, máquinas de solda.
7. Equipamentos de lazer, esporte e brinquedos	Trens e carros elétricos, vídeo game, console de videogame, computadores para ciclismo, corrida, e outros esportes, equipamentos de esporte.
8. Equipamentos médicos	Equipamentos de radioterapia, cardiologia, diálise, medicina nuclear, análise de laboratório, freezers.
9. Instrumentos de monitoramento e controle	Detector de fumaça, regulador de aquecimento ou resfriamento, termostatos, equipamentos de monitoramento para uso doméstico ou industrial.
10. Caixas de autoatendimento	Dispenseres (caixas de autoatendimento) de bebida, produtos sólidos, dinheiro, entre outros.
11. Outros	Outras categorias não consideradas anteriormente.

Fonte: Xavier e Carvalho (2014, p. 4).

Os resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos podem conter mais de mil substâncias diferentes. Essa composição está organizada em materiais metálicos, cerâmicos e poliméricos. Os materiais metálicos podem ser organizados em metais preciosos (ouro, prata, paládio e platina), metais base (cobre, alumínio, níquel, estanho, zinco e ferro) e metais tóxicos (mercúrio, berílio, índio, chumbo, cádmio, arsênio e antimônio). Os materiais cerâmicos são os óxidos refratários como sílica, alumina, óxidos alcalinos e alcalinos-terrosos. E os materiais poliméricos são, por

exemplo, PVC (policloreto de vinila) e polietileno, os quais compõem teclados, mouses, monitores, entre outros (MORAES, et al., 2014).

Portanto, os REEE não podem ser tratados como resíduo comum, estes devem passar por tratamento e método de reciclagem especial, a fim de evitar à contaminação ambiental e prejuízos a saúde humana. Porém, comumente o destino final desses resíduos é o **solo em lixões ou aterros**, o qual pode ocasionar impactos indiretos à saúde humana, uma vez que a qualidade do solo e das águas superficiais e subterrâneas pode ser comprometida ao entrarem em contato com os metais pesados e os produtos químicos presentes nesse tipo de lixo. A contaminação pode acontecer quando estes são lixiviados pelo chorume oriundo dos resíduos orgânicos depositados no local (GOUVEIA et al., 2014).

Outros destinos do REEE são a incineração e a reciclagem. A **incineração** também apresenta riscos à saúde, pois produz substâncias tóxicas, como gases, partículas, metais pesados, dioxinas e furanos emitidos diretamente na atmosfera. Dessa forma, pode provocar a contaminação do ar, do solo e da água. A **reciclagem** permite reaproveitar a matéria-prima presente nos REEE na fabricação de um novo produto, no entanto, este processo também produz subprodutos tóxicos que podem afetar o meio ambiente e pôr em risco a saúde. A reciclagem compreende as seguintes etapas: desmontagem, segregação de metais ferrosos, não ferrosos e plásticos, reciclagem e recuperação de materiais de valor e tratamento e disposição de materiais perigosos e resíduos (GOUVEIA et al., 2014).

Os metais tóxicos presentes nos REEE apresentam ação neurotóxica no ser humano. O chumbo, por exemplo, provoca efeitos agudos em crianças, como sintomas gastrointestinais, graves efeitos neurológico, encefalopatia e até a morte (GOUVEIA et al., 2014). A tabela 2, apresentada a seguir, traz as principais substâncias tóxicas presentes nos resíduos eletroeletrônicos e seus efeitos nos seres humanos.

Tabela 2: Efeitos das substâncias tóxicas, presentes nos REEE, em seres humanos.

Substância	Via de contaminação	Efeito
Cádmio	Manuseio	Dermatite
	Inalação e ingestão de alimento e água contaminada	Disfunção renal, comprometimento pulmonar, nos ossos e no fígado

Tabela 2: Efeitos das substâncias tóxicas, presentes nos REEE, em seres humanos.

(conclusão)

Chumbo	Ingestão de alimento e água contaminada, inalação e manuseio	Disfunção renal, anemia, alterações no sistema nervoso e reprodutivo, alterações no fígado e aumento da pressão sanguínea
Cristal líquido	Manipulação	Dermatite
CFCs	-	Destroi a camada de ozônio, causando efeitos indiretos ao ser humano
Mercúrio	Ingestão de alimentos, como peixes e crustáceos contaminados, inalação e manuseio	Lesões renais, alterações neurológicas, alterações no sistema digestivo
Níquel	Manipulação	Dermatite
	Ingestão de água e alimentos contaminados	Alterações no sistema digestivo
	Inalação de poeira contendo este metal	Alterações de células sanguíneas, alterações renais e comprometimento pulmonar
Poeira de carbono e negro de fumo	Inalação de poeira	Comprometimento pulmonar
PVC	Manipulação	Dermatite
	Inalação de dioxinas e furanos decorrentes de incineração	Alterações no aparelho reprodutivo e no sistema linfático, ação teratogênica e carcinogênica
Retardantes de chama bromados	Manipulação	Diversos efeitos em animais que ainda estão em avaliação para seres humanos foram observados em exposições crônicas, entre eles efeitos neurotóxicos, no sistema endócrino e imunológico
	Inalação	Inalação de dioxinas e furanos decorrentes de incineração
Antimônio	Manipulação	
	Inalação de poeira contendo esse metal	Irritação do trato respiratório e substância potencialmente carcinogênica

Fonte: Gouveia et al. (2014, p. 118-119).

Para Xavier (2014, p. 39):

O contato com agentes contaminantes ao longo da cadeia reversa de equipamentos eletroeletrônicos podem ocorrer em diferentes etapas e em distintas intensidades. O contato direto com metais pesados durante a etapa de desmontagem dos aparatos resulta na absorção da pele e possível contaminação por bioacumulação nos organismos. Por outro lado, a queima de material provoca a liberação de material tóxico. Dessa forma, o uso de equipamentos de proteção pode minimizar ou eliminar os impactos decorrentes da destinação (reuso,

reciclagem e outros) ou disposição final (aterro e incineração), dos equipamentos eletroeletrônicos pós-consumo.

Os equipamentos eletroeletrônicos, ao longo dos anos, estão apresentando ciclo de vida cada vez mais curto, visto que a evolução tecnológica constatada nas últimas décadas está acelerando o processo de obsolescência induzida e/ou programada desses produtos. A obsolescência induzida consiste na substituição de produtos ainda em condição de uso por modelos com melhor desempenho ou design mais atraente. A obsolescência programada caracteriza-se pela redução do ciclo de vida do produto, devido à utilização de materiais menos resistentes (XAVIER, 2014).

O ciclo de vida inicia-se com a extração de minérios para a fabricação dos equipamentos, os quais serão distribuídos, vendidos, consumidos e no final da vida útil, os destinos podem ser a reutilização, reciclagem ou dispostos em aterros (XAVIER; CAVARLHO, 2014).

A fase de **pré-produção** compreende a extração de matérias primas e a produção de insumos, no que tange a aquisição de recursos, transporte e transformação de recursos em materiais ou energia. A **produção** corresponde à transformação dos materiais e componentes, a montagem e o acabamento. A **distribuição** acontece em três momentos: embalagem, armazenagem e transporte. O **uso** requer energia para o funcionamento dos equipamentos, o qual continua em uso até ser descartado definitivamente, devido ao mau funcionamento e obsolescência tecnológica. Por fim, a **destinação** acontece quando o produto ao final da vida útil é descartado por meio do recolhimento, triagem, separação e encaminhamento dos materiais para a reciclagem ou dispostos em aterros (XAVIER; CARVALHO, 2014).

Sobre o ciclo de vida dos equipamentos eletrônicos, Xavier e Carvalho afirmam (2014, p. 6):

A venda dos equipamentos é a etapa do ciclo na qual o consumidor exerce o papel mais importante, pois é ele que regula o mercado, comprando equipamentos procedentes de empresas sustentáveis que tenham respeito pelo consumidor, que atestem a qualidade e confiabilidade de seus produtos e que também se mostrem preocupados com o seu descarte.

A diminuição de impactos ambientais decorrentes do encurtamento do ciclo de vida dos eletroeletrônicos, também pode acontecer por meio da gestão de

resíduos, ao priorizar a reutilização desses equipamentos com a prática do reuso. Para isso, é necessário promover a manutenção das funcionalidades a partir da prática de ações como: reparo, recondicionamento e remanufatura. Outra ação que minimiza os impactos ambientais é o investimento em tecnologias que visam à elaboração de equipamentos que trate e separe o material que compõem os REEE, uma vez que esta ação diminui a extração de materiais das reservas naturais (XAVIER; CARVALHO, 2014).

A regulamentação da gestão ambiental de REEE tem como primeira referência histórica a Convenção da Basileia, estabelecida em 1989, com o objetivo de constituir critérios de harmonização internacional da movimentação de resíduos perigosos entre os países. Desde então, aconteceu inúmeras discussões sobre a temática, o que levou a comunidade Europeia, em 2002, elaborar diretrizes sobre a gestão de resíduos perigosos, além da criação de regulamentações específicas sobre a gestão de resíduos eletroeletrônicos em muitos países do continente Europeu (XAVIER, 2014).

Entretanto, alguns países desenvolvidos, como Estados Unidos, Canadá, Austrália, Japão e Coreia, exportam os seus resíduos eletroeletrônicos para os países em desenvolvimento, tais como China, Índia e Paquistão, dessa forma infringindo a Convenção da Basileia. No entanto, os países em desenvolvimento não são aptos tecnologicamente e socialmente para receber e tratar esses resíduos, o que resulta na utilização de métodos simples de reciclagem, mecanismos ineficazes de controle da poluição, levando, por sua vez, a poluição ambiental e impactos significativos à saúde da população que residem nesses locais (XAVIER, 2014).

No Brasil, “a destinação ambientalmente adequada de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) foi ordenada no país mediante critérios estabelecidos pela PNRS, Lei Federal nº 12.305/2010, regulamentada pelo Decreto Federal nº 7.404/2010” (GUARNIERI; SEGER, 2014, p. 69). Segundo Ewald et al., (2014) a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) visa o correto gerenciamento da cadeia reversa de eletroeletrônicos. A cadeia reversa caracteriza-se como sendo um conjunto de organizações ou empresas, que de forma isolada ou de sequência encadeada de procedimentos ou operações que visam coletar, armazenar, selecionar, processar ou transferir a manufatura reversa de resíduos

eletroeletrônicos para a transformação, inserção de materiais na cadeia produtiva e disposição final.

De acordo com Miguez (2012, p. 33):

A política diz que os consumidores devem realizar a coleta seletiva dos resíduos sólidos e disponibilizar para a coleta das empresas titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Estas empresas devem articular com as empresas geradoras dos resíduos sólidos, a implementação da estrutura necessária para garantir o fluxo de retorno dos resíduos sólidos reversos, oriundos dos serviços de limpeza urbana. Além disso, devem disponibilizar postos de coleta para estes resíduos e dar a destinação final ambientalmente adequada aos rejeitos.

Dessa forma, a logística reversa acontece mediante responsabilidade compartilhada considerando o ciclo de vida do produto, em que os consumidores, após o uso, deverão efetuar a devolução dos produtos eletroeletrônicos e seus componentes para os comerciantes ou distribuidores, por sua vez estes deverão devolvê-los ao fabricante ou importadores, os quais terão a responsabilidade de dar a destinação final ambientalmente adequada de seus resíduos (LEMOS; MENDES, 2014).

No Brasil o manejo desses resíduos ainda é muito deficitário, pois ainda não existe uma estrutura adequada de coleta e divulgação sobre a destinação correta desse lixo, o que contribui para que os brasileiros não tenham o hábito de dar o destino adequado ao lixo eletrônico que produzem e acabam depositando junto ao resíduo comum, levando risco ao ambiente e conseqüentemente à saúde (Dias et al., 2014). Segundo Xavier e Carvalho (2014, p. 10) a coleta e o pré-processamento ainda não apresentam “padrões de eficiência que garantam a sustentabilidade econômica a partir da atuação de catadores”.

Sobre o assunto, Bortoleto (2014, p. 20) diz que “o curto tempo de vida dos EEE, a sua periculosidade e a problemática dos catadores mostram que somente a reciclagem desses resíduos não satisfaz as premissas da sustentabilidade estabelecida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)”. Além do que, segundo Xavier e Carvalho (2014) a maior parte das categorias de REEE não é planejada para “considerar os critérios de sustentabilidade. Propostas de DfX (Design for eXcellence, onde X= Produtividade, Testabilidade, Viabilidade Econômica) raramente são incluídas no desenho do produto”, de modo a produzir produtos sustentáveis sob a perspectiva do consumo e pós-consumo.

Contudo, a sustentabilidade somente será alcançada mediante análise do Ciclo de Vida para implementar e avaliar medidas de prevenção de REEE, uma vez que a prevenção evita coleta, tratamento e descarte desnecessário, além de incentivar o uso eficiente de energia no setor industrial, o que diminui a demanda por matéria prima. Dessa forma, a prevenção de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos na perspectiva do desenvolvimento sustentável versa por mudanças nos padrões de produção e consumo, de modo a levar o setor produtivo e a população desperdiçarem menos, consumirem somente o necessário e reutilizarem matérias que seriam descartadas (BORTOLETO, 2014).

2.4 Enfoque CTSA e estratégias de ensino

Acevedo-Díaz (2008) pondera que os indivíduos, incluindo principalmente os estudantes, ainda têm uma visão deturpada da natureza da ciência, no que configura o seu significado, a construção e desenvolvimento do conhecimento científico, os métodos utilizados para validar e promover o conhecimento, os valores incumbidos nas atividades científicas desenvolvidas, a relação com a tecnologia, bem como, os vínculos com a sociedade.

Sobre essa questão, Ferst (2013) argumenta que a construção da concepção de ciência real pelos alunos perpassa principalmente pelo professor, de como este ministra os conteúdos escolares. Essa prática está relacionada diretamente ao processo formativo do docente, se este teve uma formação crítica fundamentada em princípios teóricos, epistemológicos e práticos que proporcione habilidade e competência para promover estratégias de ensino que objetivam formar discentes elucidados sobre a natureza do conhecimento científico e sua influência no cotidiano.

Ferst (2013) ao analisar artigos nacionais e internacionais conclui que existe uma tendência no setor educacional em construir currículos com orientações de ensino e aprendizagem que revele as relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, pois o enfoque CTSA contribui para a construção de uma visão adequada e real sobre a natureza da ciência, portanto, formando indivíduos críticos e aptos em tomar decisões.

Os assuntos abordados nos currículos de caráter CTSA apresentam características de cunho multidisciplinar, de forma que evidencia a relação existente entre os conceitos e principalmente as interações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Essas evidências abrangem questões social, cultural e ambiental, correlacionadas com a ciência e a tecnologia, isto é, de que maneira essas questões influenciam a condução dos conteúdos trabalhados, como também, a C&T direcionam essas mesmas questões; além de considerar as variações existentes entre as relações da tríade CTS, no que diz respeito à época e ao lugar (SANTOS; MORTIMER, 2002).

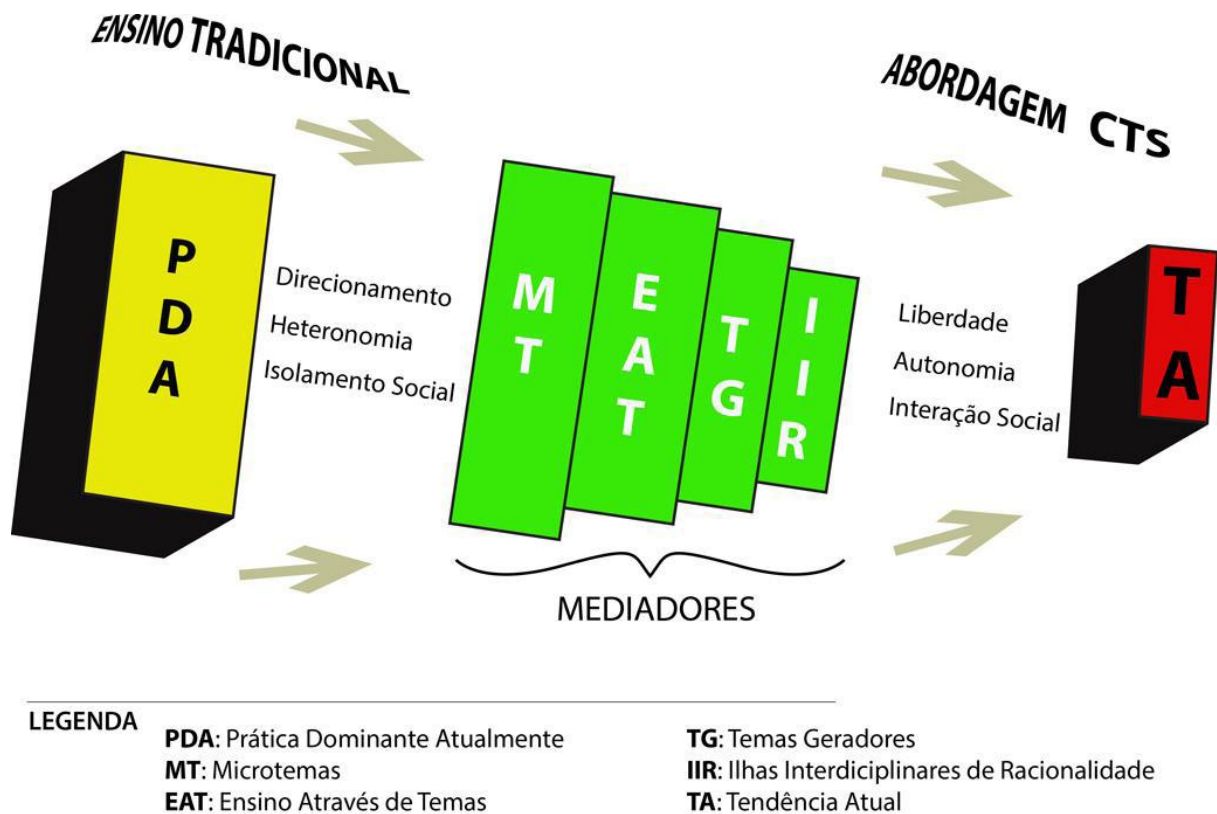
Sobre o assunto, Santos e Schnetzler (2010) apontam que são diversificadas as estratégias de ensino abordadas nos cursos CTS, que podem ser demonstrações, levantamento de questionamentos, palestras, experimentos em laboratório, entre outras. Esse ensino envolve atividades dinâmicas com envolvimento do aluno, como por exemplo, projetos individuais e de grupos, elaboração de redação de cartas destinadas às autoridades, pesquisa no campo do trabalho, ação comunitária. Nessas estratégias, o professor é o administrador de classe, visto que terá a função de administrar o tempo e as atividades que serão desenvolvidas e nesse contexto os alunos adquirem mais autonomia na produção do seu próprio conhecimento.

Além das estratégias citadas, Santos e Schnetzler (2010) pontuam mais algumas: realização de visitas a indústrias e a museus, estudo de caso sobre questões reais da sociedade, realização de entrevistas, produção de relatório de dados, utilização de material audiovisual (filmes, jogos, slides). Essas estratégias contribuem para que o aluno consiga exercer a cidadania, uma vez que estimula os discentes a participar das atividades propostas pelo professor, e com isso, o processo de ensino e aprendizagem promove a desconstrução e reconstrução do conhecimento pelo educando.

As estratégias de ensino desenvolvidas na perspectiva CTSA ultrapassam as barreiras impostas pelo Ensino Tradicional na área de ciências, o qual é caracterizado pela reprodução da seguinte sequência: conteúdo, exemplos, exercícios e provas; tal prática de ensino ainda é dominante em todos os níveis educacionais (BRITO; GOMES, 2007). Com o objetivo de romper com esse modelo educacional vigente e promover um ensino de ciências com uma nova postura que

atenda as necessidades atuais, Brito e Gomes (2007) propõem um esquema que representa o caminho percorrido entre o Ensino Tradicional até a abordagem CTS, isto é, a Tendência Atual (TA). Esse esquema é apresentado na figura 2.

Figura 2: Representação da trajetória do ensino tradicional até a abordagem CTS proposto por Brito e Gomes (2007)



Fonte: Brito e Gomes (2007, p.6).

Na figura 2, tem-se inicialmente a Prática Dominante Atualmente (PDA), a qual é representada pelo Ensino Tradicional. Na representação esquemática o PDA tem três características: **Direcionamento**, **Heteronomia** e **Isolamento Social**. O direcionamento caracteriza-se pela relação existente entre professor e aluno, sendo que essa relação tem uma única direção, o professor é o detentor do conhecimento e o aluno é o receptor. Nesse contexto, o diálogo é restrito, portanto, não oportuniza os conhecimentos prévios dos educandos, a troca de saberes e a construção de conhecimentos significativos para os discentes, uma vez que valoriza a transmissão unidirecional de informações, o que leva a promoção da segunda característica: a heteronomia (BRITO; GOMES, 2007).

Para Brito e Gomes (2007) no ensino tradicional a heteronomia prevalece no processo de ensino e aprendizado, pois os alunos são fortemente dependentes do direcionamento do professor na realização das atividades. Isso acontece devido à ideia de supremacia do conhecimento científico e o professor é visto como detentor desse conhecimento. Por fim, a terceira característica, o isolamento social, é resultado da prática metodológica desenvolvida pelo professor, a qual valoriza a memorização, o individualismo e o introspectivismo.

No lado oposto ao PDA tem-se a Tendência Atual (TA), representada pela abordagem CTS. Segundo Brito e Gomes (2007) a abordagem CTS se enquadra na perspectiva da tendência atual, em virtude de promover uma formação voltada para o entendimento das questões sociais do conhecimento científico e tecnológico, assim atende as reais necessidades da sociedade atual.

A Tendência Atual apresenta três características principais: **Liberdade**, **Autonomia** e **Interação Social**. Com relação à primeira característica, na perspectiva da TA os alunos terão Liberdade para emitir opiniões e dialogar, e em consonância com o conhecimento científico outros saberes também serão considerados no processo de ensino e aprendizado. Nesse processo, a segunda característica, a Autonomia, é de suma importância para a construção do conhecimento, pois o professor terá a função de orientar e dar as condições necessárias para que o discente possa adquirir autonomia e construir conhecimentos significativos. E a última característica, a Interação Social, acontece quando o aluno traz para os conteúdos questões sociais, promovida pelo diálogo em sala de aula. A interação também contribui para uma aprendizagem significativa (BRITO; GOMES, 2007).

A transição do PDA ao TA deve acontecer gradualmente, ao considerar que tanto os alunos quanto os professores estão atrelados fortemente à prática metodológica promovida pelo modelo de Ensino Tradicional. Dessa forma, para intermediar o processo de transição, Brito e Gomes (2007) propõem as seguintes estratégias metodológicas: Microtemas (MT), Ensino Através de Temas (EAT), Temas Geradores (TG) e Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade (IIR).

Os Microtemas (MT) compreende a utilização de temas atuais de interesse social, que pode ser um artigo de jornal, reportagens, entre outros, os quais são usados pelo professor com o objetivo de instigar a curiosidade e o interesse dos

alunos com relação ao assunto que irá ser estudado em sala de aula. “Aplicada ao ensino de ciências, esboça, ainda que de forma tênue, a perspectiva CTS” (BRITO; GOMES, 2007, p. 7).

O Ensino Através de Temas (EAT), uma proposição relatada por Brito (2004) ocorre em três etapas: **apresentação, aprofundamento e produção-avaliação**. Na primeira etapa, o professor apresenta à turma o tema que pode ser por meio de palestra, filme, vista de estudo, entre outros, partindo de situações do cotidiano do aluno, dando ênfase para questões locais ou regionais, a fim de estimular a curiosidade para a investigação que acontecerá posteriormente. Nesse primeiro momento, o professor irá identificar o que mais chamou atenção dos alunos, pelo fato de ser interessante ou pela não compreensão dos mesmos.

As informações coletadas na primeira etapa serão usadas pelo professor na segunda etapa, o aprofundamento, no qual acontece o estabelecimento da conexão entre os pontos destacados e os conceitos científicos correspondentes. O aprofundamento permitirá o detalhamento do tema e o esclarecimento de dúvidas. A terceira etapa, a produção-avaliação, os alunos elaborarão produtos, que podem ser vídeos, textos, entre outros, que terão como base o conhecimento construído nos debates em sala de aula, como também, nas pesquisas realizadas. Nesse processo, o professor será o intermediador e a avaliação será contínua (BRITO, 2004).

O Tema Gerador (TG) surge por meio de investigação temática (FREIRE, 1987). A abordagem temática caracterizada por Freire (1987) está vinculada aos problemas reais, a qual recebeu a denominação de Tema Gerador e tem como ponto de partida a vida pregressa dos discentes. Essa abordagem objetiva colocar em discussão a realidade vivida pelos educandos e por meio do diálogo de suas condições de existência promover a reflexão e o desenvolvimento do pensamento crítico. O Tema Gerador é obtido por meio da investigação temática, o qual é trabalhado interdisciplinarmente e problematizado pelo professor conjuntamente com os discentes.

Delizoicov (1991) sistematizou essa proposta metodológica em cinco etapas: 1ª etapa: **levantamento preliminar**; 2ª etapa: **análise das situações e escolha das codificações**; 3ª etapa: **diálogos decodificadores**, 4ª etapa: **redução temática**; e 5ª etapa: **trabalho em sala de aula**. Na primeira etapa, é realizado um levantamento da real situação da comunidade por meio de conversas e observações para melhor

conhecer o ambiente onde vivem os alunos, no que diz respeito a questões sociais, econômicas e culturais. Na segunda etapa, realiza-se a análise das situações e escolhas das codificações; as situações escolhidas visam encerrar contradições enfrentadas pela comunidade. Na terceira etapa realiza-se a investigação temática, por meio de diálogos com os sujeitos participantes a fim de obter o tema gerador.

Dando continuidade à sequência de atividades, na quarta etapa será elaborado o programa (que deverá ser desenvolvido na quinta etapa), a qual acontecerá na sala de aula. Esse programa será construído pela equipe multidisciplinar da instituição de ensino, e cada especialista ficará responsável em reduzir o tema ao seu campo de conhecimento, assim constituindo-se unidades de aprendizagem que estarão conectadas em sequência. E na última etapa, acontecerá o desenvolvimento da temática em sala de aula tendo como apoio o material didático elaborado. Nesse momento a temática volta ao aluno, mas como um problema a ser decifrado (DELIZOICOV, 1991).

Sobre o TG, Brito e Gomes (2007, p. 8) dizem que:

[...] em geral é feita uma investigação temática, em que os alunos escolhem os temas mais relevantes para serem discutidos e a partir daí são organizados os *Temas Geradores*. Esses temas englobam o que se quer discutir do assunto, dentro do contexto que o gerou, levando a pesquisas e fortalecendo o senso crítico dos estudantes. Para a fase de organização do conhecimento e para auxiliar na pesquisa, os alunos colhem dados sobre o assunto, geralmente consultando a comunidade. Durante o processo há discussões em sala, com o professor auxiliando. Na fase final, acata-se a preferência da turma sobre como colocar em prática os resultados das discussões realizadas e do conhecimento construído.

Dentro da proposta de EAT tem-se também a proposta temática de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), os três momentos pedagógicos: **problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento**. Essa proposta apresenta convergências com a EAT e com a proposta de Brito (2004), pois “apesar das diferenças já observadas, as semelhanças quanto à formação para a cidadania, na perspectiva das tendências atuais no ensino de ciências, que norteia a elaboração do quadro, garantem posição equivalente para essas propostas” (BRITO; GOMES, 2007, p. 8).

A problematização inicial caracteriza-se em apresentar situações reais e problematizar as ideias expostas pelos alunos, a fim de obter os conhecimentos

prévios dos alunos sobre as questões em pauta. Nesse momento, o professor irá questionar as discussões, lançar dúvidas e instigar o aluno ir à busca de outros conhecimentos, a fim de resolver o(s) problema(s) identificado(s). Na segunda etapa, a organização do conhecimento, os alunos irão estudar os conhecimentos (material) organizados pelo professor, sob a sua orientação, com o objetivo de desenvolver a compreensão científica sobre as situações problematizadas. E o último momento, a aplicação do conhecimento, as situações iniciais serão reinterpretadas, como também outras que vierem a surgir no decorrer do material estudado (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011).

Sobre o assunto, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) discorrem que a abordagem temática deve possibilitar a realização de rupturas no decorrer da formação do educando. Essa ruptura acontece entre a cultura primeira e a cultura elaborada: a cultura primeira está direcionada ao conhecimento do senso comum, já a cultura elaborada está relacionada aos conceitos, modelos e teorias produzidas pela ciência. A ruptura caracteriza-se pela transformação do entendimento que o aluno tem sobre o tema, isto é, no primeiro momento a interpretação fundamenta-se na cultura primeira e no decorrer da realização das atividades acontece à apropriação da cultura elaborada, portanto, o processo de construção do conhecimento deve partir da realidade do aluno. Essa questão é sintetizada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011, p. 194) da seguinte maneira:

[...] a abordagem dos conceitos científicos é ponto de chegada, quer da estruturação do conteúdo quer da aprendizagem dos alunos, ficando o ponto de partida com os temas e as situações significativas que originam, de um lado, a seleção e organização do rol de conteúdos, ao serem articulados com a estrutura do conhecimento científico, e, de outro, o início do processo dialógico e problematizador.

E por fim, a Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR) proposta por Gérard Fourez (1997), a qual é apresentada detalhadamente na subunidade 2.4.1, uma vez que foi a estratégia metodológica escolhida para ser desenvolvida nessa pesquisa, ao considerar também que na concepção de Brito e Gomes (2007, p. 9) “essa é a proposta que mais se aproxima das tendências atuais” que compõem a transição do PDA ao TA.

2.4.1 Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR)

A educação no Brasil, atualmente, fundamenta-se no ensino disciplinar, ou seja, o conhecimento é compartimentalizado e compõem as disciplinas escolares. Entretanto, segundo Fourez (1997) o ensino disciplinar não valoriza o contexto no qual os conceitos científicos foram elaborados, bem como, o elo existente entre eles. Dessa forma, quando ensinados nos espaços educacionais, os alunos não conseguem relacioná-los e compreender que estes estão intimamente interligados e que são explicações de fenômenos naturais e/ou situações presentes no seu cotidiano, logo passando a não ter significado e importância na sua vida prática. Nesse contexto, a fragmentação do conhecimento leva a restrição do saber-fazer do professor da educação básica, pautado fundamentalmente na transmissão e memorização de fragmentos de informações.

Na tentativa de vencer as barreiras colocadas pelo ensino disciplinar e assim proporcionar um ensino-aprendizado para os alunos que atenda as necessidades da vida prática, Gérard Fourez (1997) propõe a Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR), a qual visa promover o ensino interdisciplinar e a Alfabetização Científica e Técnica/Tecnológica (ACT). Para o mesmo autor, a ACT desenvolve no aluno a autonomia, o domínio e a comunicação, de maneira a possibilitá-lo adquirir a capacidade de interagir, de posicionar-se e tomar decisões diante de situações problemas no seu cotidiano.

Com relação à metáfora que acompanha os termos Ilha de Racionalidade, Fourez (1997, p. 69, **tradução minha**) diz:

Como metáfora, essa noção evoca o conhecimento emergente em um oceano de ignorância. Construindo uma ilha de racionalidade, sabemos, que, fora do que será necessário, nossas representações terminam em caixas-pretas. A noção também evoca a racionalidade no sentido em que um modelo discutível e modificável, possivelmente em receptáculo, está focalizado em sua relevância para o projeto que o estrutura (e não como uma função de uma verdade abstrata e/ou geral).

As representações, as caixas-pretas, poderão ser reveladas ou não. A revelação está atrelada aos objetivos e interesse do grupo que está desenvolvendo o projeto. “Uma caixa-preta aberta significa a obtenção de modelos que possam relacionar os fatos conhecidos, gerando explicações” (NERING et al., 2002, p. 7).

Fourez (1997, p. 106-107) diz que a IIR é a:

Construção de representações do mundo que estão estruturadas e organizadas em função de um projeto humano (ou de um problema a resolver), em um contexto específico e para destinatários específicos, apelando para várias disciplinas, com a intenção de chegar a um resultado original não dependendo das disciplinas de origem, mas sim do projeto que se tem.

Portanto, a IIR é uma metodologia de ensino que consegue relacionar conhecimentos de diversas disciplinas com situações cotidianas, com o objetivo de criar uma modelização (representação) de uma situação vivenciada pelos alunos. “As representações são construídas em função do contexto, do destinatário, do projeto envolvido e, principalmente, da intenção de se chegar a um resultado final (geralmente apresentado na forma de um produto final)” (SCHMITZ, 2004, p. 38). Este modelo visa promover a ACT e possibilitar aos alunos o desenvolvimento do saber-fazer e o poder-fazer mediante situações concretas diárias, quer dizer, oferecer subsídios necessários para a compreensão e significados práticos de teorias científicas trabalhadas no ensino de ciências.

Para Fourez (1995) a interdisciplinaridade é abordada em duas perspectivas: com a ideia de “superciência” e como prática particular. Segundo o autor:

A grande diferença entre a primeira e a segunda perspectiva consiste em que a primeira, ao pretender relacionar diferentes disciplinas em um processo supostamente neutro, mascara todas as questões “políticas” próprias da interdisciplinaridade: a que disciplinas se atribuirá maior importância? Quais serão os especialistas mais consultados? De que modo a decisão concreta será tomada? E assim por diante. Pelo contrário, na segunda perspectiva, a interdisciplinaridade é vista como uma prática essencialmente “política”, ou seja, como uma **negociação** entre diferentes pontos de vistas, para enfim **decidir** sobre a representação considerada como a adequada tendo em vista a ação. Torna-se evidente, então, que não se pode mais utilizar critérios externos e puramente “racionalis” para “mesclar” as diversas disciplinas que irão interagir. É preciso aceitar confrontos de diferentes pontos de vista e tomar uma decisão que, em última instância, não decorrerá de conhecimentos, mas de um risco assumido, de uma escolha finalmente ética e política (FOUREZ, 1995, p. 136-137, **grifos do autor**).

Sobre essas perspectivas, Fourez argumenta que a primeira perspectiva não pode ser considerada uma “superciência”, uma vez que ao mesclar diferentes disciplinas apenas consegue-se produzir um novo enfoque sobre um problema particular, quer dizer, um novo paradigma. Em contrapartida, a segunda perspectiva é definida pelo autor como sendo uma prática política que permite a negociação de

diferentes pontos de vistas e interesses diversos, dentro de um projeto que parte do cotidiano e a tomada de decisão é feita de maneira democrática e ampla.

A IIR é desenvolvida de acordo com os pressupostos da segunda perspectiva pontuada por Fourez. De acordo com Schmitz (2004, p. 37-38) a “abordagem interdisciplinar, não objetiva desconsiderar a contribuição das disciplinas. Pelo contrário, ela chama no conhecimento especializado das disciplinas ajuda para esclarecer os pontos importantes e necessários para resolver a situação”. Neste caso, são identificados os conhecimentos científicos de cada disciplina que poderá contribuir no esclarecimento e aprofundamento do projeto.

Nesse contexto, Fourez (1997) traz reflexões sobre a influência do avanço tecnológico na participação democrática da população nas decisões. Pontua que a expansão da tecnologia para diversos setores da sociedade faz com que a população precise conhecer as implicações que envolvem a tecnologia, sejam estas positivas e negativas, para que tenha condições de participar, emitindo opiniões e decisões, assim não ficando limitada às decisões dos especialistas. Para o autor, a falta de conhecimentos científicos e tecnológicos pela população está tornando a participação que deveria ser democrática em tecnocrática, pois quem decide são os especialistas, já que a maior parte da população não apresenta as condições mínimas necessárias para emitir opiniões e tomar decisões fundamentas na ciência e na tecnologia. Além do mais, o modelo de ensinar empregado nos espaços educacionais também contribui para este cenário, posto que os alunos não sejam instigados a participar e emitir opiniões.

Em vista disso, a interdisciplinaridade apresenta-se como um meio para a promoção da Alfabetização Científica e Técnica e a efetivação de uma participação democrática na sociedade, pois os alunos terão acesso a conhecimentos científicos diversificados de maneira ampla e inter-relacionados, o que leva o favorecimento do desenvolvimento da capacidade de utilizar as leis e/ou conceitos científicos para a compreensão e a busca de soluções de situações problemas do cotidiano e emitir opiniões fundamentadas sobre questões de ciência e tecnologia (BETTANIN, 2003).

A alfabetização científica e técnica na visão de Fourez (1997) caracterizam-se como sendo o desenvolvimento da capacidade da tomada de decisão frente situações do dia a dia, como também ter a capacidade de compreender e participar de decisões tomadas por especialistas, como por exemplo, a implantação de uma

hidrelétrica. Para isso, o ensino de ciências deve ser apresentado aos alunos de maneira interessante, que estes consigam enxergar as possibilidades, vantagens e desvantagens que este conhecimento proporciona na sua vida prática; compreender o contexto nos quais foram elaborados e como podem ser implementados nas situações atuais. Contudo, a alfabetização científica e técnica “significará, sobretudo, que se tomará consciência de que as teorias e modelos científicos não serão bem compreendidos se não se sabe por que, em vista de que e para que foram inventados” (Fourez, 1997, p. 81).

Segundo Fourez (1997) a ACT apresenta três principais objetivos pedagógicos: o domínio, a comunicação e a autonomia. O *domínio* é definido como sendo o desenvolvimento da capacidade de compreensão sobre um determinado assunto, ou seja, ter acesso a conhecimentos significativos que possibilite o indivíduo tomar decisões e oriente o seu saber-fazer na vida prática, portanto, este passa a ter responsabilidade diante de situações concretas. Já a *comunicação*, caracteriza-se como sendo o desenvolvimento da capacidade de se relacionar com outro em sociedade, isto é, a promoção da argumentação e do diálogo, de maneira a contribuir para que este se posicione e revele o seu ponto de vista, como também oportunizá-lo conhecer a opinião de seus pares. Contudo, cabe ressaltar que é primordial a aquisição do domínio pelo cidadão para que se instaure a comunicação. E por fim, a *autonomia*, sendo que esta é vista como ter a capacidade de resolver situações do cotidiano sozinho, sem a interferência de um especialista, ter a capacidade de tomar decisões diante de pressões sociais e naturais. O desenvolvimento do domínio e da comunicação pelo indivíduo proporciona a aquisição da autonomia sobre situações cotidianas.

Para Bettanin (2003), o desenvolvimento dessas habilidades e competências proporcionadas pelo domínio, autonomia e comunicação não está restrito à escola; o indivíduo durante toda a sua vida, antes, durante e depois de sua permanência na escola desenvolve essas características, mas o espaço escolar é fundamental para potencializá-las. Para isso, o professor deve lançar mão de metodologias de ensino que as favoreçam, como exemplo, o uso da IIR em suas aulas, dentre outras.

No desenvolvimento da IIR, a *comunicação* pode ser promovida por meio da integração do aluno ao seu grupo de trabalho. No grupo de trabalho, o aluno vai se relacionar com os demais alunos, dialogar e argumentar sobre a pesquisa que estão

realizando. Outro momento da metodologia que os alunos desenvolvem a comunicação é a consulta aos especialistas, pois é estabelecido o diálogo entre especialista e aluno, este último deve procurar elucidar as suas dúvidas sobre o seu problema de pesquisa, além dos debates promovidos na sala de aula que também auxiliam no desenvolvimento da comunicação pelos os alunos (BETTANIN, 2003).

Segundo Bettanin (2003), o *domínio* pode ser constatado no decorrer do desenvolvimento da IIR, mas principalmente quando o aluno se posiciona durante os debates desenvolvidos, a exposição de ideias: se estas apresentam o uso adequado dos termos científicos, se estão em consonância com a questão problema e se o aluno consegue relacionar os conhecimentos de diversas áreas para responder a problemática pesquisada. Sobre a *autonomia* o referido autor argumenta que:

Para um **indivíduo ser autônomo é fundamental o conhecimento**. Como sabemos, é impossível que a escola trabalhe com todos os conhecimentos necessários para todas as decisões que o indivíduo precisará tomar durante a sua vida. Daí a importância do trabalho interdisciplinar na formação escolar. **A formação interdisciplinar estimula nos estudantes competências básicas que lhes permitam desenvolver a capacidade de continuar aprendendo**, isto é, que eles adquiram o hábito de buscar informações que lhe são necessárias para posteriormente tomar decisões em qualquer situação do seu cotidiano (BETTANIN, 2003, p. 52, **grifo meu**).

Todo esse processo acontece mediante a *negociação* realizada entre professor e aluno, pois “tornar possível às comunicações e os debates organizados e precisos em torno de um projeto - pode ser percebida como o resultado de uma ‘negociação’ entre diferentes perspectivas disciplinares, com critérios provenientes do projeto e não das disciplinas” (FOUREZ, 1997, p. 107). Portanto, a negociação compromissada torna-se essencial para o bom andamento da IIR, pois determinará os caminhos que deverão ser percorridos para o desenvolvimento do projeto. Neste caso, o professor deixa de ter o papel de selecionar os conteúdos e repassar conceitos e fórmulas prontas e passa a ser o mediador, o interlocutor do conhecimento, orientando os alunos na busca do conhecimento. Schmitz (2004) aponta que durante a negociação o professor deve ter cautela para não induzir e direcionar as escolhas dos alunos, e assim não transformar a IIR do aluno em uma IIR do professor.

No próximo tópico apresento as etapas que compõem a metodologia da IIR, bem como, os procedimentos e os objetivos de cada etapa.

2.4.1.1 Etapas da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR)

Essa estratégia metodológica de ensino apresenta várias etapas com o objetivo de orientar e delimitar as atividades desenvolvidas em sala de aula, visando assegurar que o trabalho não se torne muito abrangente e alcance os objetivos propostos. Para Fourez (1997) esta proposta metodológica não deve ser vista como uma receita pronta e que deva ser seguida a risca pelo professor, mas um modelo de ensino flexível, sem obrigatoriedade da linearidade, adaptável às especificidades de cada espaço educacional. Ao desenvolver as etapas da IIR, o professor não deve ser visto como mero organizador do projeto, mas como um especialista que também deve ser consultado e dar as suas contribuições para elucidar as dúvidas dos alunos.

Segundo Schmitz (2004, p. 6) o professor no desenvolvimento da IIR:

[...] deveria indicar como os conteúdos estudados nas disciplinas envolvidas no projeto podem ajudar no processo; indicar bibliografias e/ou especialistas; fazer uma abordagem inicial procurando ampliar o horizonte dos atores envolvidos e cruzar os saberes oriundos das várias disciplinas. Mas no momento oportuno, deixar espaço para o rigor e o aprofundamento necessário que o conhecimento disciplinar e a escola exigem.

Antes de iniciar a IIR, na fase preliminar, é importante que o professor defina a situação na qual a IIR será construída, ou seja, o contexto, os destinatários, a finalidade do projeto, o produto final e o tempo disponível. “Fazendo uma análise mais detalhada nesta etapa, o professor elabora a Situação-Problema verificando as condições de aplicabilidade do projeto com relação ao material didático, recursos humanos, fontes de informação, tempo disponível, etc.” (Schmitz, 2004, p.68). Esta fase pré-eliminar caracterizada pela organização inicial e a definição da situação problema foi caracterizada por Schmitz como sendo a *Etapa Zero*.

Para Schmitz (2004), o *contexto* refere-se à realidade cotidiana vivenciada pelos discentes, por exemplo, o espaço escolar e a região onde os alunos residem. Nesse caso, o professor deve levar em consideração o espaço físico da escola, os recursos materiais e humanos disponíveis para o desenvolvimento do projeto, os princípios e valores dos participantes da IR, como também os interesses dos discentes; a situação-problema abordada pela IIR pode estar em consonância ou não com o contexto vivenciado pelos alunos. Em relação à *finalidade do projeto*, o

autor diz que “os critérios de construção do modelo interdisciplinar serão diferentes” (Schmitz, 2004, p. 69), e devem estar de acordo com os objetivos definidos e os destinatários. Já os *destinatários* correspondem ao grupo social o qual o projeto está direcionado, com quem buscará manter um elo de comunicação. Com relação ao produto final, isto é, o tipo de produto que será produzido ao final do projeto, pode ser: cartaz, síntese escrita, folder, peça de teatro, jogos didáticos, cartilha, entre outros. Por último tem-se o *tempo disponível*, representando o tempo necessário para o desenvolvimento das atividades propostas, dessa forma, todas as etapas devem ser planejadas de acordo como o tempo que o professor tem, considerando a hora-aula, o calendário escolar, entre outros fatores, de maneira a possibilitar a finalização do projeto e alcançar os objetivos propostos.

Fourez (1997) propõem oito etapas que visam orientar o desenvolvimento da IIR pelo professor, as quais são apresentadas a seguir.

1ª Etapa - Elaboração do “clichê” da situação em estudo: esta etapa é caracterizada como sendo o primeiro contato dos alunos com a situação em estudo, na qual o tema é problematizado. Esta etapa é definida por Fourez (1997, p. 113) como sendo o “conjunto de representações (corretas ou errôneas) que a equipe de investigação tem da técnica”. Nesse momento perguntas são levantadas pelo grupo, as quais representam as indagações dos alunos, portanto, as ideias prévias que os mesmos têm sobre o assunto abordado. As perguntas devem emergir de maneira espontânea, abrangendo questões gerais até às mais específicas.

Para Schmitz (2004, p. 97) esta etapa deve ser direcionada no sentido de alcançar os seguintes objetivos:

Fazer a construção de um conhecimento novo a partir do que já conhecemos; fazer uma contextualização da Situação-Problema; responder perguntas do tipo: do que se trata? Ou o que deve ser levado em conta?; fazer, de forma explícita, uma representação inicial do problema, envolvendo os saberes das várias disciplinas e da vida cotidiana; e classificar as ideias que são: compartilhadas, objetos de debate e juízo de valor, pois elas poderão ajudar na elaboração das listas do panorama espontâneo (etapa seguinte).

2ª Etapa - O panorama espontâneo: caracterizado pela delimitação, refinamento e aprofundamento do clichê, sendo desenvolvido pelos alunos de maneira espontânea com orientação do professor. A construção do panorama deve estar voltada para uma abordagem global, não se restringindo as disciplinas, mas ao projeto que está

sendo desenvolvido. Segundo Fourez (1997) o desenvolvimento dessa etapa envolve as seguintes ações:

- A. Lista de atores envolvidos:** levantamento de pessoas ou grupos sociais que podem estar relacionado ao projeto, como: professores, estudantes, especialistas, outras pessoas da comunidade, familiares, entre outros.

Esta etapa foi exemplificada por Nering et al. (2002, p. 11) em sua pesquisa sobre a construção de uma IIR em torno de um “banho saudável”, apresentando a seguinte lista de atores envolvidos:

Os alunos (os que gostam ou não de tomar banho), os consumidores (pais de alunos, professores, diretores), os produtores de energia, os fornecedores de água, os fabricantes de chuveiros, os fabricantes de produtos de higiene, os que compram e vendem tais produtos, materiais relacionados a um banho, os técnicos de usinas elétricas, publicitários, entre outros.

- B. Busca de normas e condições impostas pela situação:** levantamento de leis e/ou normas sobre o tema em questão, como técnicas, éticas, locais ou culturais. Nesse momento, o professor juntamente com os alunos fará o levantamento das normas e/ou leis que podem ser implícitas ou/e explícitas sobre a questão estudada na situação problema. Ainda relacionado a um banho saudável, “como exemplo podemos citar as regras sobre datas de validade, normas de qualidade e segurança de chuveiros a gás ou elétricos, preocupação com a preservação do meio ambiente, etc” (NERING et al., 2002, p. 11).

- C. Listas de jogos de interesse e das tensões:** questionar relações de custo e benefício, vantagem e desvantagem, valores e escolhas sobre a situação-problema.

Exemplos de tensão: entre os prazeres de um banho e o seu custo e suas conseqüências sobre a saúde; problemas na pele e cabelo e conseqüências não imediatas no meio ambiente; interesses dos consumidores versus interesses dos industriais (NERING et al., 2002, p. 11).

- D. Lista de “caixas pretas”:** nesta etapa o grupo define as caixas pretas.
- E. Lista de bifurcações:** caracteriza a escolha de estratégias utilizadas pelo grupo que darão prosseguimento as atividades. Os alunos estarão perante inúmeros caminhos que poderão ser seguidos, os quais serão apresentados e

discutidos, e a escolha é pautada em critérios definidos pelo grupo. Nering et al. (2002, p. 11) traz em sua pesquisa os seguintes exemplos:

Os diferentes tipos de chuveiro, as opções sobre a forma de aquecimento da água, a importância dada à segurança, à durabilidade, ao preço, algumas escolhas técnicas sobre o material do chuveiro, sobre a instalação de um fusível ou um fio terra.

F. Lista de especialistas e de especialidades envolvidas: listam-se os especialistas que poderão ser consultados com o objetivo de esclarecer dúvidas dos grupos acerca de suas caixas pretas, visando refinar e aprofundar o conhecimento sobre a situação-problema.

De acordo com Schmitz (2004, p. 104) os objetivos da segunda etapa são:

Ampliar o panorama espontâneo, através do levantamento das listas apontadas anteriormente; fazer os alunos perceberem que o projeto não envolve somente o aspecto científico, mas sim que o elemento humano está presente no projeto de vários modos; permitir que os alunos façam um levantamento dos atores, das normas, das posturas e tensões, das caixas pretas, das bifurcações e dos especialistas existentes em torno do problema.

3ª Etapa - Consulta aos especialistas e às especialidades: o grupo define os especialistas que serão consultados, bem como as caixas pretas que poderão ser abertas. Essa escolha deve ser orientada pelas necessidades do grupo diante das caixas pretas formadas, visando à interdisciplinaridade.

Para esta etapa, Schmitz (2004, p. 123) apresenta em sua pesquisa os objetivos, a saber:

Escolher os especialistas e especialidades a serem consultados; além de o especialista responder as perguntas colocadas pelos alunos, mostrar como o ponto de vista dele, pode fazer alterar o panorama inicial sobre a Situação-Problema; indicar a importância de consultar vários especialistas, para conseguir explicar as questões colocadas; promover a abertura de algumas caixas pretas (não todas) fazendo uso de princípios disciplinares; os alunos devem vivenciar e perceber que o(s) ator (es) envolvido(s), constantemente se encontra(m) diante de bifurcações e que as escolhas podem ser de ordem técnica, ética ou política; promover os objetivos operacionais (bom uso das caixas pretas, o bom uso de modelos simples, o bom uso dos especialistas e o bom uso da negociação...); identificar os conhecimentos que podem ajudar a esclarecer a Situação-Problema (dimensão utilitária) e os conhecimentos que satisfazem a nossa curiosidade (dimensão cultural).

4ª Etapa - Descendo sobre o terreno: nesta etapa o grupo vivencia a situação-problema na prática, não ficando somente na teoria, pois deve contribuir para a

aquisição de experiências pessoais de situações concretas do cotidiano. O descer o terreno pode ser promovido por meio de visitas, pesquisas, leituras de artigos e revistas, entrevistas, entre outras atividades.

Segundo Schmitz (2004, p. 125) nesta etapa objetiva-se “fazer com que o aluno tenha uma noção mais concreta da situação; ampliar o panorama espontâneo; mostrar a dimensão humana presente no projeto; fazer o contexto do projeto interagir com o contexto escolar”.

5ª Etapa - Abertura aprofundada de algumas caixas pretas e a identificação de princípios disciplinares que sustentam uma tecnologia: neste momento o professor poderá trabalhar disciplinas específicas, aprofundando conceitos científicos que estejam relacionados ao tema em estudo. Outras caixas pretas poderão ser abertas, se necessário com ajuda de especialista, ao considerar a complexidade dos conhecimentos envolvidos.

Os objetivos apontados por Schmitz (2004, p. 126) são o “bom uso das caixas pretas; o bom uso dos modelos simples; o acesso a linguagens e modelos científicos e técnicos padronizados; reduzir o risco do projeto permanecer na superficialidade”.

6ª Etapa - Esquematização global da tecnologia: a finalidade desta etapa é a produção de uma síntese parcial do que já foi desenvolvido na IIR, é um representar teórico da situação vivenciada até o momento, a qual constitui os resultados parciais dessa metodologia. Essa síntese pode ser desenho, fluxograma, teatro, mapa conceitual, texto dissertativo, resumo, vídeo, entre outros, os quais poderão representar teoricamente o que foi trabalhado e aprendido até o momento.

Schmitz (2004, p. 130) aponta que nesta etapa têm-se como objetivos:

Organizar e selecionar os dados das pesquisas; apresentar resultado das pesquisas; assinalar os pontos importantes do projeto; servir de referencial para a construção da representação; estabelecer as condições de contorno do projeto; estabelecer critérios para as tomadas de decisão; ajudar a promover uma *negociação compromissada*; mostrar que os conhecimentos não são fechados e acabados.

7ª Etapa - Abrir algumas caixas pretas sem a ajuda de especialistas: caixas pretas serão abertas sem a ajuda de um especialista, os conhecimentos serão aprofundados com o recurso disponível, como internet, livros, artigos, entre outros. Esta etapa é caracterizada pela autonomia das equipes, pois os estudantes serão os

responsáveis pelo aprofundamento do conhecimento a respeito de suas caixas pretas, tomando decisões e avaliando os resultados obtidos. Neste momento, “os alunos constroem modelos aproximados e provisórios, que apesar de não conter todo o rigor necessário, eles tratam de situações do cotidiano além de produzir um sentimento de autonomia”. (SCHMITZ, 2001, p. 17)

De acordo com Schmitz (2004, p. 116) esta etapa visa “promover autonomia dos alunos; fazer o bom uso dos modelos simples; fazer o bom uso dos especialistas; promover o acesso a linguagens e modelos científicos e técnicos padronizados”.

8ª Etapa – Síntese da ilha de racionalidade produzida: esta última etapa consiste na elaboração do produto final, que pode ser um texto, relato, síntese, vídeo, teatro, entre outros. Para Fourez (1997) nesta etapa quatro questões devem ser respondidas: esse conteúdo estudado ajuda a negociar com o mundo tecnológico examinado? Este conhecimento dá certa autonomia no mundo científico-técnico e na sociedade em geral? Esses saberes obtidos ajudam a discutir com maior precisão as decisões a tomar? De que maneira isto fornece uma representação de nosso mundo e de nossa história que permite melhor situar-nos e comunicar-nos com os outros? As respostas obtidas são usadas para avaliar se a IIR promoveu uma educação voltada para a formação cidadã.

Para esta etapa têm-se os seguintes objetivos:

Fazer resumos e simplificações; considerar as condições de contorno estabelecidas pela Situação-problema; promover uma negociação compromissada; apresentar uma solução para a situação problema (não significa dar a resposta para uma pergunta); elaborar um produto final. (SCHMITZ, 2004, p. 131).

Contudo, a Ilha Interdisciplinar de Racionalidade de Fourez (1997) na proposta de Brito e Gomes (2007) promove uma formação discente em consonância com os preceitos do enfoque CTSA, de acordo com as necessidades da sociedade atual. No entanto, o CTS e o ACT são tradições diferentes o que leva a presença de ideias contraditórias e comuns. Nesse sentido, para fundamentar a escolha dessa estratégia metodológica para este estudo, apresento na unidade 2.5 as aproximações entre CTS e ACT, com o objetivo de justificar estarem atrelados nesta pesquisa.

2.5 Aproximações entre CTS e ACT

O movimento CTS ou CTSA emergiu em um contexto diferente do movimento ACT. O CTS surgiu mediante críticas ao modelo de desenvolvimento científico e tecnológico, enquanto a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) nasceu por pressões sociais advindas de diversas questões, como por exemplo, econômicas (AIKENHEAD, 1997). Ademais, “o enfoque CTS é mais amplo e cresceu dentro e fora do campo educacional, enquanto a ACT teve como berço a educação científica” (RICARDO, et al., 2004, p. 4).

Sobre o CTS ou CTSA e o ACT, Fourez (1997, p.18, **tradução minha**) diz o seguinte:

Em certos meios se fala menos de ACT que do movimento “Ciência, Tecnologia e Sociedade” (CTS). Às vezes a realidade designada é a mesma, mas a eleição das palavras aporta matizes. CTS traz à consciência um problema que não era considerado como tal há meio século: os vínculos que os polos designam. Enquanto que ao falar de uma ACT (como da promoção de uma cultura científica e tecnológica) não questiona o lugar das ciências e das tecnologias na sociedade, o movimento CTS o faz, ao menos implicitamente.

Portanto, para Fourez (1997) a abordagem CTS apresenta abrangência maior do que a ACT no Ensino de Ciências, pois além de promover a aquisição de conhecimentos científicos, também questiona e proporciona o desenvolvimento de pensamentos críticos sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade. Entretanto, apesar da divergência aqui apresentada, Santos (2007) salienta que tanto as premissas da abordagem CTS quanto os preceitos da ACT têm similaridades, quando enfatizam a função social do ensino de Ciências. Autores como Sousa (2007) e Ricardo et al. (2004) revelam características que são comuns aos dois movimentos, aproximando o CTS ao ACT.

Segundo Ricardo et al. (2004) no início da década de noventa, em um dos relatórios da *National Science Teachers Association* (NSTA), pode ser constatado uma das primeiras relações entre o CTS e o ACT, visto que este documento aponta que a promoção da educação científica por meio de estratégias CTS oportuniza a criação de cidadania alfabetizada cientificamente para o século 21. Outros documentos também evidenciam esta aproximação, como por exemplo, o Projeto 2061 – *Science for All Americans* – organizado pela *American Association for the*

Advancement of Science (AAAS), ao dizer que a pessoa alfabetizada cientificamente tem a consciência de que a ciência, a matemática e a tecnologia são construtos humanos interdependentes com limitações e poderes, a qual faz uso do conhecimento científico para propósito individual e social. Portanto, “ao que parece, a abordagem CTS desde o início incorporou a alfabetização científica e tecnológica ao seu campo conceitual” (RICARDO et al., 2004, p. 3).

Sendo assim, essa incorporação da ACT no campo conceitual CTS pode ser evidenciada em pesquisas realizadas e publicadas por diversos estudiosos da área, os quais afirmam que a abordagem CTS ou CTSA apresenta como principal premissa no Ensino de Ciências a promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) por meio da aquisição de conhecimentos científicos e tecnológicos, agregando atitudes e valores fundamentais para o exercício da cidadania (SANTOS e MORTIMER, 2002; SANTOS e SCHNETZLER, 2010; PINHEIRO, SILVEIRA e BAZZO, 2007; STRIEDER, 2008; BOCHECO, 2011; CACHAPUZ et al., 2011).

Santos e Mortimer (2002) sinalizam que a ACT promovida pela abordagem CTS propicia ao aluno a apreensão de conhecimentos científicos e o desenvolvimento de habilidades, tais como: comunicação escrita e oral, a auto-estima, tomada de decisão, o pensamento lógico para solucionar problemas, aprendizado cooperativo, exercício da cidadania, responsabilidade social e interesse em atuar em questões sociais.

Euler e Delizoicov (2001, p. 123) caracterizam Alfabetização Científica e Tecnológica da seguinte maneira:

[...] o rótulo Alfabetização Científica e Tecnológica abarca um espectro bastante amplo de significados traduzidos através de expressões como popularização da ciência, divulgação científica, entendimento público da ciência e democratização da ciência. Os objetivos balizadores são diversos e difusos. Vão desde a busca de uma autêntica participação da sociedade em problemáticas vinculadas à CT, até aqueles que colocam a ACT na perspectiva de referendar e buscar o apoio da sociedade para a atual dinâmica do desenvolvimento científico-tecnológico. Em outros termos, há, por um lado, encaminhamentos mais próximos de uma perspectiva democrática e, por outro, encaminhamentos que direta ou indiretamente respaldam postulações tecnocráticas.

Sob essa perspectiva, a Alfabetização científica e Tecnológica pode ser promovida de duas maneiras: no sentido reducionista e ampliado. No primeiro, a

ACT é reduzida ao ensino de conceitos, entendimento de artefatos tecnológicos e científicos na dimensão apenas técnica. Entretanto, nessa perspectiva não se considera a existência de mitos, tais como: superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, perspectiva salvacionista da Ciência e Tecnologia (CT) e determinismo tecnológico. Abordar e discutir sobre esses mitos contribui para uma “leitura da realidade”, e não fazer isso colabora para mantê-los ocultos. Na segunda perspectiva, a ampliada, os conteúdos são vistos como a ponte de ligação para a promoção da compreensão de temas socialmente relevantes, e assim ajudar na superação dos mitos. Na visão de Auler, a ACT deve ser desenvolvida na perspectiva ampliada (AULER; DELIZOICOV, 2001).

A Alfabetização Científica e Tecnológica/Técnica (ACT) na perspectiva de Fourez (1997) fundamenta-se em “três propósitos: a autonomia do indivíduo (componente pessoal), a comunicação com os demais (componente cultural, social, ético e teórico), e uma certa gestão do meio ambiente (componente econômico)” (1997, p.61, **tradução minha**). Dessa forma, um indivíduo alfabetizado científico-tecnologicamente possui autonomia, uma vez que o conhecimento adquirido lhe permite negociar suas decisões diante de pressões naturais ou sociais, como também habilidade de comunicar-se e “decidir”, e certo domínio e responsabilidade para resolver situações concretas da vida diária. Esses pressupostos norteiam a estratégia metodológica, a Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR), os quais se direcionam para o objetivo principal: a promoção de uma cultura científica e tecnológica, o que eleva a autonomia do cidadão na sociedade atual.

Fourez (1997) aponta alguns critérios que promovem a ACT, tais como: o bom uso dos especialistas; o bom uso de “caixas pretas”; o bom uso de modelos simples; o uso e invenção de modelos interdisciplinares: as ilhas de racionalidade; o bom uso de metáforas e comparações; o bom uso de traduções; o bom uso da negociação; o bom uso da articulação entre conhecimento e decisões; e o uso adequado de debates técnicos, éticos e políticos.

Sobre o assunto, Sousa (2007, p. 62) argumenta que:

A ACT, praticada pedagogicamente através das IIR, e o ensino CTS podem ser aproximados como abordagens que promovem uma cultura científica e tecnológica crítica para a maior quantidade de pessoas possível. Os objetivos dos estudos CTS são semelhantes aos da IIR, sendo a ACT seu principal ponto de ligação.

Segundo Sousa (2007, p. 62, **grifos meu**), as características que aproximam o CTS a ACT podem ser evidenciadas nas seguintes comparações:

Promover o **entendimento público das ciências e suas tecnologias** relaciona-se ao **domínio** diante de situações problemáticas a serem resolvidas; desenvolver a **capacidade de tomada de decisões** dos estudantes vincula-se à **autonomia** do indivíduo para uma parceria com os especialistas; auxiliar os estudantes a **atuarem como cidadãos responsáveis** liga-se à ideia de **responsabilidade e compromisso com problemas sociais**. Perpassam ainda a estas habilidades a aquisição da **capacidade de comunicação** e a **negociação** para a formação do cidadão, o que também é estimulado pelos estudos CTS.

Contudo, Sousa (2007) conclui que a estratégia metodológica, a Ilha Interdisciplinar de Racionalidade, proposta por Fourez (1997) mostra-se com valoroso potencial para a mudança da atual perspectiva da educação científica, isto é, substituir o ensino tradicional pautado em conteúdos estruturados em paradigmas particulares e assumir um trabalho orientado por projetos fundamentados nos propósitos da ACT, os quais contribuem para a aquisição de valores e o desenvolvimento da prática cidadã plena. “As IIR, como prática pedagógica fundada nos princípios CTS, constituem uma alternativa em que essas finalidades podem ser alcançadas” (SOUSA, 2007, p. 63).

Para Ricardo et al. (2004) existem evidências de aproximações entre o CTS e o ACT, já que ambos visam modernizar o ensino de ciências e se opor a tecnocracia, por meio do uso de argumentos científicos para fundamentar as tomadas de decisões políticas; como também os objetivos gerais de ambos são semelhantes.

Mediante o exposto, torna-se justificável o uso da estratégia metodológica, a Ilha Interdisciplinar de Racionalidade, como prática promotora dos objetivos abarcados pela abordagem CTSA, principalmente no que se refere uma formação consolidada nos preceitos da educação cidadã, no que tange “colocar em discussão qual sociedade queremos e quais valores estarão em jogo: isto teria que estar por traz de qualquer inovação no campo educacional” (RICARDO et al., 2004, p. 6).

A próxima unidade traz uma breve síntese de pesquisas realizadas e publicadas que fazem menção, no mesmo estudo, ao ensino de ciências, ao enfoque/abordagem CTS/CTSA e ao tema lixo eletrônico. Com isso, busquei

construir um panorama que revele as estratégias metodológicas utilizadas e os resultados alcançados.

3 ABORDAGEM CTS, O ENSINO DE CIÊNCIAS E O LIXO ELETRÔNICO

Nesta unidade apresento sínteses de pesquisas científicas realizadas no cenário brasileiro que tem como enfoque o tema sociocientífico lixo eletrônico, o Ensino de Ciências e a abordagem CTS/CTSA. O levantamento dos trabalhos realizados aconteceu por meio de consultas *on line*, no site google acadêmico, buscando as seguintes palavras-chaves: lixo ou resíduo eletrônico/eletroeletrônico ou e-lixo, CTS/CTSA e Ensino de Ciência, de maneira concomitante nos títulos, nos resumos e/ou nas palavras-chave. Para refinar a busca foi realizada a leitura do resumo de cada trabalho. A pesquisa teve como parâmetro de corte a data mais antiga de publicação, sendo assim esse levantamento considerou trabalhos publicados do ano de 2012 até 2018. Foram identificados quinze trabalhos, os quais são apresentados a seguir.

Pereira et al. (2012) utilizaram em sua pesquisa o tema sociocientífico “descarte de equipamentos eletroeletrônico” numa abordagem CTS no ensino profissionalizante de química, em uma turma do segundo ano do colégio técnico da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). A temática foi trabalhada em sala de aula por meio de uma sequência didática composta por sete etapas: apresentação de imagens aos alunos de disposição e reciclagem inadequadas de equipamentos eletroeletrônicos; desmontagem de um microcomputador; leitura de um artigo; elaboração de um roteiro; caracterização dos íons presentes nas placas eletrônicas; e elaboração de relatórios e aplicação de questionário. Estas atividades proporcionaram aos alunos uma visão interdisciplinar sobre o tema, a qual contribuiu para a formação geral e profissional dos alunos e professores envolvidos.

A pesquisa de Fabri e Foggiatto (2013) visou proporcionar aos alunos uma alfabetização científica e tecnológica numa abordagem CTS. A investigação teve como público alvo, 16 alunos de uma turma do 2º ano do 2º ciclo, antiga 4ª série, de uma escola municipal da cidade de Ponta Grossa/PR. O estudo foi desenvolvido em duas fases: pré-diagnóstico e elaboração e desenvolvimento de atividades. A pesquisa revelou que as escolas precisam formar para a cidadania, de maneira que os alunos consigam participar das discussões sobre os problemas gerados pelo avanço tecnológico e apresentar alternativas para solucionar tais problemáticas.

O estudo de Melo et al. (2013) objetivou analisar o desenvolvimento de estratégias didáticas realizadas com alunos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro sobre o consumo de dispositivos eletrônicos e os problemas gerados com a disposição final desses em aterros comuns. O trabalho foi realizado em turmas da 2ª e 3ª séries do Ensino Médio Integrado ao Curso Técnico em Eletrônica e Informática. Esse estudo foi desenvolvido em três momentos: pesquisa bibliográfica, realização de seminário e promoção de debates em sala de aula, aplicação de questionário investigativo. A análise dos dados coletados revelou que este trabalho, realizado por meio da abordagem CTS e apoiados na prática da Educação Ambiental (EA), contribui para a discussão de valores significantes à sociedade, sendo assim a problemática discutida apresenta-se como uma importante estratégia para a promoção do ensino-aprendizagem dos alunos, numa perspectiva crítica, criativo e participativo.

Abreu (2014) desenvolveu, aplicou e analisou uma proposta pedagógica embasada nos pressupostos da educação CTS, a fim de promover a partir do tema resíduo eletrônico a habilidade da argumentação, conceitos de eletroquímica e discussões sobre causas e consequências da produção desse resíduo. Os sujeitos da pesquisa foram 40 alunos de uma turma de 3º ano do Ensino Médio, de uma escola pública de Coordenaria Regional de Ensino de Planaltina no Distrito Federal. Ao analisar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o descarte final dos equipamentos eletroeletrônicos foi constatado a falta de conhecimentos científicos sobre as substâncias e materiais componentes dos aparelhos eletrônicos. As discussões promovidas em sala de aula proporcionaram a incorporação de conhecimentos relacionados às questões CTS e o desenvolvimento de habilidades e valores fundamentais para a tomada de decisão. Assim, as atividades desenvolvidas contribuíram para o desenvolvimento do letramento científico, uma vez que ampliou as compreensões sobre a temática e incorporou os conceitos químicos nos argumentos dos discentes.

O trabalho de Martins et al. (2014) tem como objetivo identificar se os livros didáticos de química selecionados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2015, abordam a problemática do descarte de pilhas e baterias no conteúdo de eletroquímica, além de identificar se a temática é abordada na perspectiva do enfoque CTS/CTSA; se os conceitos de eletroquímica são relacionados com as

questões do cotidiano; e se os livros apresentam textos, figuras e charges que relacione a Educação Ambiental (EA). Para tanto, foi realizado o diagnóstico em quatro coleções de livros didáticos selecionados pelo PNLD/2015, por meio da análise de conteúdo de Bardin. Os resultados obtidos apontam que os livros investigados apresentam o tema com diferentes aprofundamentos, sendo que a coleção, Química Cidadã, se destacou devido se aproximar das exigências presentes nos documentos oficiais, o que envolve tema gerador, interdisciplinaridade vinculada às questões de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

Friedrich (2014) traz os seguintes objetivos em sua pesquisa: realizar uma inserção do tema lixo eletrônico durante a formação inicial de acadêmicos do curso de Licenciatura em Química da UFSM; elaborar e executar um projeto de extensão envolvendo o tema lixo eletrônico; estruturar um sítio eletrônico (*website*) envolvendo a Química e o lixo eletrônico; organizar e executar um curso de formação continuada para professores de Química. A pesquisa foi organizada em três momentos: o desenvolvimento de uma atividade de extensão relacionada ao tema lixo eletrônico, a realização de inserções deste tema na formação inicial de professores de Química e elaboração e execução de um curso de formação continuada que abordou a temática em questão.

Friedrich (2014) concluiu em sua pesquisa que o tema lixo eletrônico pode ser abordado de diferentes maneiras no espaço escolar e revela-se como uma possibilidade para o ensino de Química. Os docentes que participaram do curso de formação continuada apontaram que o desenvolvimento das atividades propostas contribui para a sua formação profissional, uma vez que trouxe novas ideias e estratégias de ensino para atuar em sala de aula.

Silva et al. (2015) trazem em seu artigo o relato de uma experiência em aula de ciências com estudantes dos anos finais do ensino fundamental de um colégio Mafrense em Mafra/SC, no ano de 2012. Este artigo tem como objetivo elaborar uma proposta para o Ensino de Ciências em uma perspectiva CTS, visando à investigação do descarte de resíduos tecnológicos por uma comunidade escolar. A campanha desenvolvida foi composta pelas seguintes atividades: envio de informativo aos pais dos alunos, coleta dos resíduos tecnológicos, coleta de dados, análise dos dados, destinação final dos resíduos tecnológicos, participação em feiras de ciências e abordagem dos conteúdos curriculares. Esta experiência possibilitou

demonstrar o correto destino final dos resíduos eletrônicos, desenvolver o pensamento crítico e a formação cidadã dos discentes.

A pesquisa desenvolvida por Teixeira e Cintra (2015) apresenta como objetivo investigar os conhecimentos acerca da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) e dos pressupostos da logística reversa dos resíduos eletrônicos compartilhados por um grupo de estudantes de um curso técnico de eletrônica. Para a coleta de informações foi utilizado à pesquisa *survey*⁶ em formato de questionário semiaberto. O questionário foi elaborado por meio da plataforma Google Docs®, sendo constituído por 20 questões. Para construir os perfis dos sujeitos investigados tomaram como referência três perspectivas de análise: perspectiva consumo, perspectiva tecnológica científica e cidadã, ambas elaboradas com base no currículo CTS proposto por Mortimer e Santos (2002).

Com base nas análises dos dados obtidos, Teixeira e Cintra (2015) concluíram que os discentes participantes da pesquisa são consumidores ávidos por inovações tecnológicas, fazem uso constante dos recursos tecnológicos disponíveis nos celulares, possuem conhecimento de nível básico para intermediário sobre os componentes químicos presentes nos eletrônicos, a maior parte desconhece os pressupostos da logística reversa, e apontam os fabricantes, as empresas de reciclagem e os consumidores como os responsáveis pelo descarte correto desses resíduos. Assim, esse estudo revela a potencialidade da temática para ser trabalhada na sala de aula, sendo que esta deve ser pautada por vertentes de cunho social, político, econômico, tecnológico e ambiental.

Cardoso et al. (2016) elaboraram e desenvolveram uma proposta centrada no tema Lixo Eletrônico, como base nos pressupostos da educação CTS, a qual foi analisada tendo como base a matriz de referência de Strieder (2012). Mediante esta avaliação esse estudo objetivou apresentar os avanços e as lacunas da proposta desenvolvida. A intervenção curricular foi desenvolvida em nove turmas de 2º ano do Ensino Médio, em uma escola pública federal de Brasília/Brasil. As aulas abordaram conceito de oxidação, relação entre avanço tecnológico, consumo e lixo eletrônico, entre outros. Os resultados revelaram que o desenvolvimento da proposta

⁶ Segundo Freitas et al. (2000) , o método da pesquisa *survey* deve ser utilizado quando se busca obter informações ou dados sobre um grupo de pessoas, cujo instrumento de investigação ocorre por meio da aplicação de um questionário.

oportunizou aos alunos adquirirem informações importantes para a promoção de pensamentos reflexivos sobre a produção, consumo e descarte de aparelhos eletroeletrônicos.

Lacerda et al. (2016) desenvolveram um estudo exploratório sobre a compreensão dos estudantes em relação a temática lixo eletrônico na abordagem CTS. Os sujeitos da pesquisa foram 23 estudantes do 2º período da Licenciatura em Química da universidade Estadual de Goiás. A pesquisa foi desenvolvida em dois momentos: levantamento inicial das percepções dos estudantes sobre lixo, coleta seletiva e lixo eletrônico e no segundo momento a exibição de três vídeos de curta duração sobre a história dos eletrônicos, o consumismo, valores humanos e vida em sociedade, e reflexão sobre a relação ambiente e consumismo. Os dados foram analisados com base nos três propósitos educacionais de Strieder: racionalidade científica, desenvolvimento tecnológico e participação social. Os resultados apontam para uma evolução de uma visão CTS menos crítica para uma concepção crítica intermediária. A pesquisa também revelou a necessidade de trabalhar a abordagem de temas CTS nos cursos de formação de professores.

A pesquisa desenvolvida por Morozesk et al. (2016) teve como objetivo conhecer as concepções dos estudantes sobre o lixo eletrônico, os seus usos e sua forma de descarte. O estudo abrangeu estudantes do sexto ao nono ano, total de 110 estudantes, de uma escola pública em Vitória – ES, no ano de 2013. A pesquisa foi dividida em três momentos: levantamento das concepções prévias por meio de questionário, intervenção mediante atividades interdisciplinares desenvolvidas no laboratório de informática e avaliação por intermédio de questionários com perguntas abertas.

Na análise das concepções iniciais dos estudantes, Morozesk et al. (2016) constataram a falta de conhecimento quanto à maneira adequada de usar e descartar o lixo eletrônico, os problemas ambientais e os danos à saúde ocasionados pelo descarte incorreto desses resíduos. Após a intervenção, a maioria dos estudantes passou a conceituar e caracterizar os exemplos de lixo eletrônico, a entender a importância do descarte ecologicamente correto, e apresentar argumentos que revelam atitudes socialmente responsáveis e mudanças de hábitos no descarte desses resíduos.

O estudo de Matos et al. (2016) teve como objeto de investigação alunos de duas turmas do 2º ano do Colégio da Polícia Militar de Góias Polivalente Gabriel Issa, em Anápolis/GO. Nesse estudo foi utilizado o tema lixo eletrônico com o objetivo de sensibilizar os alunos a questionarem e pensarem sobre o consumismo exagerado, as práticas de descartes, reciclagem, e as relações de ações e políticas educacionais na perspectiva da formação cidadã. Para isso foi utilizado a metodologia dos três momentos pedagógicos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação de novos conhecimentos. Os resultados revelaram que as atividades desenvolvidas proporcionaram aos alunos o entendimento sobre as questões que envolvem a temática e oportunizaram o desenvolvimento da criticidade. Dessa forma, a educação CTSA na perspectiva Freireana, juntamente com a metodologia dos três momentos de Delizoicov mostraram-se potencializadores do processo de ensino e aprendizagem no Ensino de Ciências (MATOS et al., 2016).

A pesquisa de Estevão (2017) tratou o tema, lixo eletrônico, em um viés problematizador no ensino de Química. Inicialmente buscou conhecer as concepções de docentes e licenciados em Química do IFRJ – CDUC sobre o tema lixo eletrônico; promoveu a realização de uma oficina sobre histórias em quadrinhos e lixo eletrônico; coletivamente elaborou uma história em quadrinhos sobre o lixo eletrônico para o ensino de Química no Ensino Médio; e a história em quadrinhos elaborada foi avaliada por docentes do EFRJ-CDUC. A análise dos resultados revelou que a história em quadrinho construída possibilita a abordagem de questões sociais, ambientais e específicas da área de química de maneira contextualizada e atrelados a um contexto social. Os professores relataram que têm dificuldades para trabalhar com histórias em quadrinhos na sala de aula, mas a vejam como uma ferramenta de trabalho que pode contribuir positivamente no processo de ensino-aprendizagem de alunos no ensino de Química (ESTEVÃO, 2017).

O artigo intitulado “contextualização do ensino de química na perspectiva CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente): uma análise inicial” buscou analisar o posicionamento dos alunos sobre o lixo eletrônico, com o intuito de despertar uma nova visão desses alunos sobre consumo e posicionamento social com relação à temática. Esta pesquisa foi desenvolvida em um Colégio Estadual da cidade de Anápolis-GO, em duas turmas de segundo ano do ensino médio. A

estratégia metodológica adotada foi os três momentos pedagógicos: problematização, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Ao problematizar a temática constatou-se que uma grande parte dos discentes possui conhecimento detalhado sobre o tema, entretanto, muitos apresentavam dificuldades em colocar em prática este conhecimento. Tal fato revela a necessidade de ampliar a discussão dessa temática no espaço escolar. Os três momentos pedagógicos na perspectiva da educação CTSA possibilita uma melhor organização do conhecimento pelo aluno, desde o conhecimento prévio até a aplicação do conhecimento (SILVA et al., 2018).

O estudo de Oliveira et al. (2018) investigou o uso do laboratório de informática como ferramenta no ensino do conteúdo Lixo Eletrônico numa perspectiva CTSA com base na teoria da aprendizagem significativa⁷. A pesquisa foi desenvolvida com alunos do quinto ano do ensino fundamental de uma escola pública municipal de Alto Alegre/RR. A pesquisa aconteceu em três etapas: verificação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o Lixo Eletrônico, desenvolvimento de uma sequência didática e aplicação de uma atividade avaliativa. A partir da análise dos dados concluiu-se que ocorreu a aprendizagem significativa do conteúdo referente ao tema, sendo que o uso do laboratório de informática mostrou-se valorizador para o processo.

As pesquisas revelam que o lixo eletrônico é pouco discutido nos espaços escolares, que os alunos, em sua maioria, têm pouco conhecimento sobre o assunto, sendo que estas informações estão mais atreladas ao senso comum do que ao conhecimento científico. Nesse contexto, a implementação da abordagem CTSA no Ensino de Ciências vem se mostrando como uma possibilidade válida para trabalhar no espaço escolar o tema sociocientífico lixo eletrônico, pois esta abordagem consegue proporcionar o desenvolvimento de pensamentos críticos e mudanças de atitudes, como a tomada de decisões conscientes sobre o descarte correto desses resíduos, uma vez que os alunos passam a ter uma visão mais ampla sobre produção, consumo e descarte dos eletrônicos.

Os estudos realizados mostram que a relação de dependência do homem com os aparelhos eletroeletrônicos e as problemáticas que envolvem a produção,

⁷ Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, a qual busca explicar como a estrutura cognitiva do aluno se desenvolve durante o processo da aprendizagem.

consumo e destinação desses produtos, está ocasionando, nos últimos anos, o ganho de notoriedade dessa temática nos espaços educacionais, uma vez que são instrumentos de práticas metodológicas que visam o estudo e a contextualização do Ensino de Ciências.

Nesse sentido, as informações obtidas neste levantamento reforçam a significância de trabalhar esta temática no espaço escolar na perspectiva do enfoque CTSA no Ensino de Ciências, visto que o avanço da tecnologia atrelado à obsolescência dos produtos eletroeletrônicos está elevando a intensificação do consumismo e a produção de lixo eletrônico, o que acarreta inúmeros danos ambientais. Sendo assim, esse cenário requer a promoção de diálogo na escola, de maneira a proporcionar reflexões sobre a temática a cunho local, considerando as especificidades de cada região (estado/município), com o objetivo de oportunizar aos alunos o desenvolvimento de um “olhar” mais amplo e crítico.

Estas informações e o estudo exploratório que realizei justificam a importância do desenvolvimento da pesquisa a qual me propôs devido a um quantitativo significativo de alunos que não souberam opinar sobre o tema, e os que opinaram apresentaram informações restritas ao senso comum e desvinculado do conhecimento científico, o que leva a atitudes inapropriadas diante do lixo eletrônico que produzem.

Contudo, percebo o quão importante desenvolver o diálogo sobre o lixo eletrônico no lócus desta pesquisa, para tanto usarei a estratégia metodológica da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR) de Fourez (1997) na perspectiva do enfoque CTSA, pois esta se mostra como um instrumento valioso para discutir, avaliar e construir conhecimentos significativos sobre a temática, tanto para a formação cidadã de todos os envolvidos, quanto subsídio de estudo de futuras práticas docentes.

Para a próxima unidade deste estudo trago o percurso metodológico, o qual visa descrever os passos traçados e os instrumentos utilizados na coleta de informações desta pesquisa.

4 PERCURSO METODOLÓGICO

Nesta unidade apresento os caminhos percorridos para a realização desta pesquisa, isto é, a metodologia utilizada, além da caracterização do espaço educacional e dos sujeitos investigados, os instrumentos utilizados para a coleta de dados e para a análise dos resultados, e o planejamento da prática pedagógica desenvolvida no minicurso.

4.1 Caracterização da pesquisa

Este estudo caracteriza-se como sendo uma pesquisa qualitativa, na abordagem da pesquisa participante.

A pesquisa qualitativa tem como características básicas, o ambiente natural como principal fonte de dados a investigar e o pesquisador como fundamental instrumento nesta pesquisa. Nesse sentido, tem “como preocupação fundamental o estudo e análise do mundo empírico em seu ambiente natural. Nessa abordagem valoriza-se o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo estudada”. Portanto, na pesquisa qualitativa o fenômeno investigado pode ser mais bem compreendido ao ser analisado no contexto no qual acontece e cabe ao pesquisador observar, analisar e interpretar os dados coletados da maneira mais confiável (GODOY, 1995, p. 62).

Segundo Oliveira (2016) a pesquisa qualitativa possibilita a compreensão detalhada e aprofundada do objeto de estudo. Para Gunther (2006) o processo de pesquisa é um ato social de construção de conhecimento, sendo que essa criação da realidade investigada é vista como um ato subjetivo na elaboração de informações que possibilita a descoberta e a formulação de teorias.

A pesquisa participante de acordo com Demo (1982, p. 27):

[...] busca a identificação totalizante entre sujeito e objeto, de tal sorte a eliminar a característica de objeto. A população pesquisada é motivada a participar da pesquisa como agente ativo, produzindo conhecimento, e intervindo na realidade própria. A pesquisa torna-se instrumento no sentido de possibilitar à comunidade assumir seu próprio destino [...].

Na pesquisa participante a comunidade é convidada a pensar sobre os seus problemas, na perspectiva de enfrentá-los e buscar resolvê-los. Dessa forma, os indivíduos passam a ser atuantes no espaço onde residem e são estimulados a assumir o seu destino com autonomia (DEMO, 2004).

Importante destacar que este estudo foi iniciado com uma pesquisa exploratória, a qual visou conhecer o nível de conhecimento, opinião e atitudes dos alunos dos anos finais do ensino fundamental sobre a temática abordada. Para isso, foi elaborado e aplicado um questionário semiestruturado (Apêndice A) em quatro turmas dos anos finais do ensino fundamental, duas do oitavo ano e duas do nono ano, no ano de 2016. As turmas eram do turno matutino (manhã) e vespertino (tarde). Foram 19 alunos do 8º ano matutino, 31 alunos do 8º ano vespertino, 24 alunos do 9º ano matutino e nove alunos do 9º ano vespertino, no total 83 alunos responderam ao questionário. Cabe ressaltar que os alunos que responderam a esse questionário semiestruturado, não são os mesmos sujeitos investigados que participaram da prática pedagógica desenvolvida nesta pesquisa.

A pesquisa exploratória possibilitou a caracterização da temática, lixo eletrônico, a cunho local, no lócus da pesquisa, em uma Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio, revelando as compreensões que os alunos dos últimos anos do ensino fundamental têm sobre a temática. Nessa pesquisa constatei que os discentes, como também os familiares que moram na mesma residência, produzem lixo eletrônico descartando-os em lugares impróprios, como por exemplo, em terrenos baldios; os conhecimentos que apresentam sobre o assunto são restritos e sem fundamentação científica, além da porcentagem significativa de alunos, cerca de trinta alunos, não conseguiram responder as questões do questionário por falta de conhecimento sobre o assunto.

Portanto, as informações obtidas no estudo exploratório mostraram o quão importante à realização da prática interventiva nesse espaço educacional e contribuiu para a definição da investigação a ser realizada posteriormente, subsidiando-a, a qual é apresentada nesta pesquisa. A seguir apresento a caracterização deste estudo.

4.2 Caracterização do espaço educacional e dos sujeitos investigados

4.2.1 O Perfil do Espaço Educacional

A pesquisa foi realizada em uma Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio, mantida pela Secretaria de Estado de Educação (SEDUC) do Governo do Estado do Pará, localizada no município de Abaetetuba/PA. De acordo com Machado (2005) o município de Abaetetuba localiza-se na Microrregião de Cametá, que por sua vez integra a Mesorregião do Nordeste do Estado do Pará. A sede do município está localizada na margem direita do rio Maratauíra, afluente do rio Tocantins. A cidade está localizada por coordenadas geográficas à 1°43'31" de latitude Sul e 48°53'21" de longitude Oeste.

A escola por ser de grande porte e estar localizada na fronteira entre os bairros do centro e da periferia da cidade têm alunos matriculados que residem em diversos setores do município, como exemplo, os bairros São Lourenço, Aviação, Angélica, Centro, entre outros, além do número expressivo de alunos que residem na zona rural do município. Segundo o Instituto de Geografia e Estatística – IBGE (2010), o município de Abaetetuba se organiza em núcleo urbano e rural. O núcleo urbano é constituído por dezesseis bairros e um distrito denominado Vila de Beja. A zona rural possui vinte ilhas ribeirinhas e quarenta e nove localidades nas estradas do município.

Este espaço educacional é constituído por três prédios, sendo que o primeiro e o segundo prédio possuem dois pavimentos, e o terceiro três pavimentos. Este espaço educacional apresenta 20 salas de aula, sala dos professores, sala da coordenação pedagógica, sala da direção, secretaria, sala de vídeo, sala multifuncional, laboratório multidisciplinar, laboratório de informática, biblioteca, banheiros, cantina, salão de recreação e quadra poliesportiva coberta. A infraestrutura deste espaço escolar permite matricular, por ano letivo, um número expressivo de alunos. Atualmente, no ano letivo de 2017, têm 1938 alunos matriculados.

Trabalho como professora de Ciências Físicas e Biológicas (CFB) e Biologia nesta escola aproximadamente há nove anos. A minha experiência docente vivida

neste espaço subsidiou a proposta de pesquisa aqui apresentada, portanto, o minicurso foi desenvolvido nesta instituição de ensino devido a minha aproximação com os docentes e alunos que compõem a comunidade escolar, e por conhecer a realidade vivenciada neste lugar.

4.2.2 Os sujeitos investigados

Os sujeitos investigados nesta pesquisa foram convidados a participar do minicurso “Meio Ambiente e Lixo Eletrônico: conhecer para preservar”, no contra turno. São alunos matriculados em uma turma do 9º ano do ensino fundamental do turno matutino. Esta turma tem 38 alunos matriculados, mas participaram do minicurso somente 35 alunos. Por meio da aplicação de um questionário (Apêndice A), foi possível identificar que os alunos têm idade entre 14 a 18 anos; a proporção entre o sexo masculino e feminino é igual; há alunos que residem no mesmo bairro onde a escola está localizada, como também em bairros vizinhos e na zona rural.

O minicurso foi composto por seis encontros. A frequência dos sujeitos participantes ficou da seguinte maneira: do total de 35 alunos, somente 26 obtiveram 75% de frequência, portanto, considero como sujeitos desse estudo 26 discentes.

O critério usado para a escolha da série para a realização da pesquisa está condicionado ao conteúdo abarcado pela temática. Ao fazer o levantamento sobre série/conteúdo programático foi possível constatar que os assuntos trabalhados no nono ano contemplam conceitos científicos relacionados ao lixo eletrônico, visto que segundo Brasil (1998), o nono ano faz parte do quarto ciclo da educação básica, o qual visa estudar, como por exemplo, a composição química do lixo; tabela periódica; poluição e seus impactos; doenças ocasionadas por intoxicação por metais pesados, entre outros.

Ao conversar com o professor de CFB responsável pelos nonos anos na referida escola, este se interessou pela proposta e sugeriu que o minicurso fosse realizado em somente uma turma, a qual foi selecionada pelo professor. A participação dos alunos nas atividades do minicurso foi incluída no processo avaliativo do 3º bimestre da disciplina. Isso justifica a seleção de uma turma para a realização do minicurso.

O minicurso aconteceu à tarde, no contra turno da turma. Para isso, foi elaborado pela coordenação pedagógica da escola e entregue aos alunos um aviso (Anexo A), o qual teve por objetivo comunicar os responsáveis dos alunos sobre a realização do minicurso, horário e obrigatoriedade do uniforme. O professor da turma e eu, a professora pesquisadora, esclarecemos aos discentes: os alunos que não pudessem participar do minicurso deveriam justificar a ausência para o professor da turma, e este passaria outras atividades avaliativas, a vista de não prejudicar o processo avaliativo do aluno.

Com o objetivo de esclarecer os responsáveis dos discentes matriculados na referida turma sobre a finalidade do minicurso, como também garantir a autorização do uso do material empírico produzido durante as atividades, foi entregue a cada aluno o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B), os quais trouxeram devidamente assinado, assim garantindo ética no desenvolvimento deste estudo.

Desde o início, na organização e durante a realização do minicurso, tive o apoio necessário da direção, coordenação pedagógica e professores da escola. Dispuseram-me os recursos materiais necessários, como também, foi disponibilizada a sala de vídeo onde aconteceram os encontros e a sala de informática para a realização das pesquisas na internet pelos alunos.

4.3 Instrumentos da coleta de dados e da análise dos resultados

4.3.1 Coleta de dados

A coleta de dados aconteceu em dois momentos: o estudo exploratório e a realização da pesquisa no espaço escolar, o minicurso. No primeiro momento a coleta de dados aconteceu por meio da elaboração e aplicação de um questionário semiestruturado. Os resultados obtidos foram importantes para caracterizar a temática no lócus da pesquisa, conhecer o entendimento de alunos sobre o tema, se era significativo à realização da prática pedagógica interventiva, ou seja, o segundo momento da pesquisa.

No segundo momento, a realização do minicurso aconteceu durante seis encontros. Para a coleta de informações e a produção do material empírico foram utilizados os seguintes instrumentos: registros fotográficos dos momentos que compuseram o minicurso, gravação de áudios das apresentações dos grupos e das discussões realizadas durante as atividades, anotações no diário de campo da professora pesquisadora, sínteses das pesquisas realizadas pelos grupos e registradas em seus respectivos diários de campo, questionário semiestruturado para os alunos, elaboração de cartazes, elaboração do banner e os desenhos elaborados pelos grupos.

A partir da pesquisa bibliográfica e do material empírico produzido durante o desenvolvimento da IIR no espaço escolar foi elaborado um livro sobre a experiência vivenciada, direcionado a professores do ensino fundamental, com o objetivo de oferecer um material que subsidie a prática docente a fim de contribuir para o Ensino de Ciências. O livro é composto pelas seguintes seções: Apresentação; O que é CTSA?; Por que ensinar ciências na abordagem CTSA?; Como ensinar ciências na abordagem CTSA?; O que é a metodologia da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade?; Aproximações entre CTS e ACT; Orientações para o professor: como desenvolver uma IIR; Conhecendo o tema lixo eletrônico; Experiência vivenciada de uma Ilha no ensino fundamental de uma escola pública; e considerações.

4.3.2 Metodologia da Análise dos resultados

Para análise das informações coletadas lancei mão da análise interpretativa de Creswell (2010), na busca de compreensões e novos significados.

A análise dos dados qualitativos, segundo Creswell (2010, p. 217):

Trata-se de um processo permanentemente envolvendo reflexão contínua sobre os dados, formulando questões analíticas e escrevendo anotações durante todo o estudo. Ou seja, a análise de dados qualitativos é conduzida concomitantemente com a coleta dos dados, a realização de interpretações e a redação de relatório. Enquanto as entrevistas são realizadas, por exemplo, o pesquisador pode estar analisando uma entrevista coletada anteriormente, escrevendo anotações que podem ser finalmente incluídas como narrativa no relatório final, e organizando a estrutura do relatório final.

Portanto, Creswell (2010) aponta que a análise das informações coletadas deve acontecer desde o início da coleta dos dados, vislumbrando a imersão do pesquisador no material empírico produzido, na busca de extrair sentidos e significados. Nessa perspectiva, desde o primeiro ao último encontro realizado no minicurso busquei registrar no meu diário de campo as atividades realizadas, os comportamentos dos alunos durante o desenvolvimento destas, como também as minhas compreensões enquanto professora-pesquisadora, por meio da reflexão contínua durante e após a realização das atividades.

Segundo Creswell (2010) o processo de análise deve acontecer por meio dos seguintes passos, os quais estão organizados de maneira linear e hierárquica: (1) organização e preparação dos dados para análise, por exemplo, transcrição de entrevista; (2) leitura completa dos dados, a fim de obter uma percepção geral das informações obtidas; (3) codificação dos dados, ou seja, organizar material em blocos ou segmentos de texto antes de atribuir significados as informações obtidas; (4) descrever o local ou as pessoas, as categorias ou temas para análise, sendo que a descrição compreende uma apresentação detalhada do local e/ou pessoas, enquanto temas ou categorias são representações dos principais resultados do estudo e são usados para criar títulos nas seções dos resultados; (5) inter-relacionamento dos temas/descrição, o qual visa informar como a descrição e os temas serão representados na pesquisa qualitativa; e (6) interpretação dos significados de temas/descrições.

Essas etapas são “mais interativas na prática; os vários estágios são inter-relacionados e nem sempre visitados na ordem apresentada” (p. 218). Para a validação e precisão da informação coletada, o pesquisador deve incorporar estratégias de validade em sua pesquisa, tais como: triangulação de diferentes fontes de informações, com o intuito de elaborar justificativa coerente para os temas; uso da verificação dos membros, isto é, significa retornar as análises e conferir a precisão dos resultados; realizar uma descrição rica e densa, pois tornam os resultados mais realistas aumentando a sua validade; trazer esclarecimentos, o viés, entre o pesquisador e a pesquisa; apresentar informações negativas ou discrepantes as quais se opõem aos temas; passar um tempo prolongado no campo de estudo; e utilizar um auditor externo para examinar o projeto (Creswell, 2010).

Assim, os dados obtidos nesta pesquisa foram tratados por meio da triangulação das fontes de coleta de informações, como o diário de campo da professora-pesquisadora como também dos grupos, registros fotográficos e de áudios, cartazes e desenhos produzidos e questionário, de maneira a possibilitar interpretações que extraíam significados coerentes com o estudo realizado e traga a validade necessária para os dados apresentados.

4.4 Planejamento da prática pedagógica desenvolvida

Para a realização da prática pedagógica desenvolvida no espaço escolar elaborei previamente a situação-problema (Apêndice C) sendo que esta foi construída com base nas informações obtidas no estudo exploratório e o planejamento de ensino da IIR (Apêndice D). Ressalto que o planejamento inicial sofreu mudanças no decorrer da realização da IIR na sala de aula, uma vez que surgiram imprevistos que levaram a adaptações.

Na próxima unidade apresento o relato da experiência pedagógica, a aplicação de uma IIR, no espaço escolar.

5 RELATO DA EXPERIÊNCIA PEDAGÓGICA VIVENCIADA: APLICAÇÃO DA IIR NO ESPAÇO ESCOLAR

O relato desta experiência pedagógica está fundamentado no material empírico produzido durante o minicurso, por meio de registros escritos e audiovisuais, como o diário de campo da professora-pesquisadora e dos grupos de alunos, fotos e áudios das atividades desenvolvidas.

As atividades aqui descritas seguem parcialmente as etapas previstas por Fourez (1997), em virtude de considerar o contexto da situação vivenciada, como: tempo, recurso material e humano disponível, entre outros. Para tanto, me respaldo em Fourez (1997) que esclarece que as etapas não precisam ser seguidas ao pé da letra, o professor tem autonomia para usá-las como pistas metodológicas possíveis de adaptações e modificações em consonância a particularidade do espaço educacional. Nesse sentido, etapas podem ser suprimidas, outras poderão ser incluídas ou modificar a ordem das etapas, de forma que o processo possa ser adaptado ao projeto desenvolvido e também ao contexto escolar. Em seguida apresento um relato da atividade desenvolvida.

5.1 Primeiro Encontro: elaboração do “clichê” e do panorama espontâneo

O primeiro encontro aconteceu na data planejada, no dia 01 de setembro de 2017. O minicurso estava previsto para iniciar às 14h. Ao chegar à escola observei que um número significativo de alunos já estava a minha espera e isso me deixou muito animada para dar início às atividades. Nesse encontro estavam presentes vinte e sete alunos.

Exatamente às 14h dei início ao minicurso. Primeiramente, me apresentei aos alunos, relatei um pouco da minha formação acadêmica e a minha relação profissional com a escola, como também apresentei o minicurso: os objetivos, as etapas que seriam desenvolvidas, a função dos alunos e da professora durante o desenvolvimento dessas etapas. Em seguida, os alunos apresentaram-se.

Após esse momento, os discentes responderam a um questionário semiestruturado, o qual foi aplicado com o objetivo de identificar questões de cunho socioeconômico, como também os conhecimentos prévios sobre a temática. Dando prosseguimento ao minicurso, cada aluno recebeu um papel o qual continha um texto escrito, a situação-problema da IIR.

A situação-problema foi elaborada com base na pesquisa exploratória, na qual foi constatada que os alunos das séries finais do ensino fundamental, matriculados na instituição de ensino onde a pesquisa foi desenvolvida produzem lixo eletrônico e descartam em qualquer lugar, além de ter sido evidenciado a falta de conhecimento científico necessário para a tomada de decisão consciente sobre questões que envolvam a temática abordada. Diante desse contexto, a situação-problema traz a seguinte pergunta: **por que o aumento da produção de lixo eletrônico atrelado ao seu descarte incorreto prejudica o meio ambiente?**

Por meio dessa pergunta busquei instigar os alunos a pensar e refletir sobre a temática, no que tange o consumismo e sua relação com o aumento da produção do lixo eletrônico, o destino dado a esses produtos, especialmente, em relação ao município onde os alunos residem, os efeitos negativos que esse descarte acarreta ao ambiente, as ações cabíveis a cada cidadão para minimizar essa problemática, entre outras questões.

A partir da leitura do texto e a realização de algumas reflexões sobre a situação abordada na história, os alunos foram instigados a elaborar perguntas que representassem as suas dúvidas sobre a questão-problema. As perguntas foram feitas individualmente e registradas no papel que tinham recebido com a questão-problema. Esse momento representou o clichê, a “tempestade de ideias”.

Entre os alunos presentes na sala, vinte e três desses elaboraram as suas perguntas e entregaram-me. Inicialmente, percebi que os discentes sentiram dificuldades para formulá-las, mas a partir das reflexões feitas por mim, esclarecendo as dúvidas e instigando-os a pensar no tema, eles conseguiram realizar a tarefa. Cada aluno produziu em torno de três questionamentos, portanto totalizando um número significativo: cinquenta e oitos questões.

Após a elaboração do clichê, iniciamos a segunda etapa: o panorama espontâneo. A primeira ideia era escrever todas as perguntas no quadro magnético

da sala de aula, e a partir daí selecionar as caixas-pretas que seriam reveladas pela turma. Mas diante da elevada quantidade de questões, sendo que tinham questionamentos iguais na escrita e no significado, a solução encontrada por mim, professora-pesquisadora, e pelos alunos da turma foi realizar leitura de todas as perguntas e selecionar as mais significativas, as caixas-pretas que seriam reveladas, as quais foram escritas no quadro magnético (Apêndice E). Tais caixas-pretas são apresentadas no quadro 3.

QUADRO 3: Caixas-pretas selecionadas pelo grupo.

CAIXAS-PRETAS
O que devemos fazer com o lixo eletrônico?
Como ele deve ser descartado?
Podemos reaproveitar o lixo eletrônico?
O que acontece com os eletrônicos após perderem o uso?
O que é lixo eletrônico?
O que podemos fazer para evitar o acúmulo do lixo eletrônico?
Como isso nos afeta tanto?
Quais são os pontos negativos que o lixo eletrônico traz para o planeta?
O nosso país pode transformar esse lixo em algo sustentável?
Por que o lixo eletrônico polui?
Por que o lixo eletrônico prejudica tanto o meio ambiente?
Qual é o melhor lugar para se jogar o lixo eletrônico?
Existem pessoas prejudicadas por causa desse lixo?
Existem nos estados brasileiros setores responsáveis pelo recolhimento do lixo eletrônico?
Como reciclar o lixo eletrônico?
O lixo eletrônico é tóxico?
O que fazem com o lixo eletrônico?
Quais são as normas e/ou leis que regulam a produção e destino final dos aparelhos eletrônicos?
O que os países desenvolvidos fazem com o lixo eletrônico que produzem?

Fonte: Dados da pesquisa.

As questões selecionadas podem ser interpretadas da seguinte maneira: perguntas que pedem uma atitude e perguntas de caráter científico.

As perguntas que pedem uma atitude são: O que devemos fazer com o lixo eletrônico? O que podemos fazer para evitar o acúmulo do lixo eletrônico? O nosso país pode transformar este lixo em algo sustentável? Existem pessoas prejudicadas por causa desse lixo? Existem nos estados brasileiros setores responsáveis pelo recolhimento do lixo eletrônico? O que fazem com o lixo eletrônico? O que os países desenvolvidos fazem com o lixo eletrônico que produzem?

As perguntas de caráter científico são: O que é lixo eletrônico? Por que o lixo eletrônico polui? Como ele deve ser descartado? Podemos reaproveitar o lixo eletrônico? Como isso nos afeta? Quais são os pontos negativos que o lixo eletrônico traz para o planeta? O que acontece com os eletrônicos após perderem o uso? Por que o lixo eletrônico prejudica tanto o meio ambiente? Qual é o melhor lugar para se jogar o lixo eletrônico? Como reciclar o lixo eletrônico? O lixo eletrônico é tóxico? Quais são as normas e leis que regulam a produção e o destino final dos aparelhos eletrônicos?

Depois da seleção das perguntas e o seu registro no quadro magnético, constatei que havia questões que se direcionavam para a mesma pesquisa. Apesar da proximidade de significados todas foram contempladas. Intencionava com essa decisão instigar os alunos a refletir e constatar as aproximações existentes. Dessa forma, as perguntas foram agrupadas por aproximações de significado/pesquisa e foram organizadas da seguinte maneira:

Grupo 1: O que é lixo eletrônico? Como ele deve ser descartado? O que acontece com os eletrônicos após perderem o uso?.

Grupo 2: O que devemos fazer com o lixo eletrônico? Qual é o melhor lugar para se jogar o lixo eletrônico? O que fazem com o lixo eletrônico? Como reciclar o lixo eletrônico?

Grupo 3: O que podemos fazer para evitar o acúmulo do lixo eletrônico? O nosso país pode transformar esse lixo em algo sustentável?

Grupo 4: Quais são os pontos negativos que o lixo eletrônico traz para o planeta? Por que o lixo eletrônico polui? Por que o lixo eletrônico prejudica tanto o meio ambiente? O lixo eletrônico é tóxico?

Grupo 5: Existem pessoas prejudicadas por causa desse lixo?

Grupo 6: Existem nos estados brasileiros setores responsáveis pelo recolhimento do lixo eletrônico? Quais são as normas e/ou leis que regulam a produção e destino final dos aparelhos eletrônicos?

Grupo 7: O que os países desenvolvidos fazem com o lixo eletrônico que produzem?

Após essa etapa orientei os alunos a organizar-se em grupos. Foram formados sete grupos de alunos. Cada grupo escreveu o nome dos integrantes em um pedaço de papel, entregou-me e em seguida fiz o sorteio. A decisão de fazer o sorteio foi de comum acordo. Depois da formação dos grupos com a definição de suas respectivas caixas-pretas entreguei um caderno para cada equipe. Esclareci aos alunos que este caderno seria o diário de campo do grupo, para registro dos dados de suas pesquisas, isto é, anotações de informações pertinentes faladas na palestra e debates; as pesquisas realizadas na internet e livros; entrevistas com especialistas; as opiniões e angústias dos integrantes do grupo; registros das tarefas realizadas.

Pedi para cada equipe eleger um representante, sendo que este ficaria responsável pelo diário de campo e teria a incumbência de organizá-lo e levá-lo para todos os encontros. Esclareci para os alunos que todos os integrantes do grupo deveriam contribuir nas pesquisas e registrá-las no diário de campo.

Também foi realizado o levantamento de especialistas e especialidades que poderiam ser consultados. A lista de especialistas foi composta por professores de biologia, química e história, engenheiro ambiental, funcionários da Secretária de Meio Ambiente, advogado. Ficou definido como especialista, o engenheiro ambiental, funcionário da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Abaetetuba (SEMEIA - PMA), o qual ministraria uma palestra para os alunos no próximo encontro. Mas expliquei aos grupos: além do palestrante, outros especialistas poderão ser consultados, a fim de esclarecer as dúvidas referentes às suas pesquisas.

Com relação às pessoas envolvidas foram citados: fabricantes de aparelhos eletrônicos, consumidores, prefeitura, transportadores, pessoas que trabalham no lixão e no aterro sanitário, pessoas que trabalham em cooperativas de reciclagem, pessoas que reaproveitam o lixo eletrônico. A respeito às normas e as condições impostas e as posturas e tensões, os alunos tiveram dificuldades em definir, mas com a minha ajuda conseguimos apontar alguns. Para as normas e as condições impostas foram apontados: a Lei dos Resíduos Sólidos e a Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) que regula a produção e destino final de pilhas e baterias. Posturas e tensões: a decisão em ficar mais tempo com o seu aparelho celular ao invés de trocá-lo por um mais avançado.

Definimos o objetivo do projeto, a saber: sensibilizar a comunidade escolar sobre o descarte correto do lixo eletrônico. Para a concretização deste objetivo instiguei os discentes a pensar de que maneira promover essa sensibilização. Diante do silêncio dos discentes propus a participação na Feira de Ciências, entretanto, percebi na fisionomia de muitos, a rejeição. Acredito que esse sentimento surgiu pelo fato dos alunos serem tímidos e não estarem acostumados a falar em público. Então questionei como poderíamos fazer essa sensibilização. Mas apesar da rejeição de alguns alunos, a maioria concordou com a apresentação dos discentes no evento da escola e a elaboração de material de sensibilização, a definir.

Para este encontro concluo que os alunos participaram e decidiram conjuntamente com a professora coordenadora da IIR. Em certos momentos os alunos estavam muito agitados e isso dificultou o andamento das atividades, mas consegui realizar todas as etapas planejadas para este encontro. A inquietação dos alunos também foi instigada pela temperatura elevada do espaço, pois a central de ar não estava refrigerando adequadamente o ambiente.

5.2 Segundo Encontro: consulta ao especialista e descendo sobre o terreno (indo a prática)

Para este encontro, dia 04 de setembro de 2017, estava programado a palestra. O palestrante seria um representante da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (Anexo B). Esta palestra tinha como objetivo aprofundar o conhecimento sobre o tema, apresentando principalmente o contexto do lixo eletrônico no município. Entretanto, o palestrante não apareceu e isso me deixou muito angustiada. Ficamos esperando o palestrante cerca de uma hora de tempo depois do horário marcado e após dispensei os alunos.

Diante da situação, encontrei-me em um dilema: qual especialista convidar para ministrar a palestra? Sendo que esta deveria acontecer no dia seguinte. A partir de muita reflexão tomei a seguinte decisão: eu, professora-pesquisadora, irei ministrar a palestra. A minha decisão foi baseada na seguinte reflexão: também sou uma especialista, sou professora de CFB e Biologia, e já realizei uma pesquisa aprofundada sobre o tema, além do mais sou moradora do município, o que me faz

ser conhecedora da realidade local. Outro fator que contribuiu para esta decisão foi a minha ida a SEMEIA-PMA, pois conversei com alguns funcionários os quais relataram que a gestão da prefeitura não promove coleta específica de lixo eletrônico no município, sendo que esse lixo é coletado conjuntamente com o lixo doméstico e levado para o aterro sanitário municipal, o qual não apresenta a infraestrutura necessária para receber esses resíduos. Também falaram que alguns estabelecimentos comerciais da cidade têm ponto de coleta de pilhas e baterias. A partir dessa conversa passei a ter informações sobre a situação local com mais propriedade para levar e refletir conjuntamente com os alunos.

No dia seguinte, 05/09, ministrei a palestra, cuja temática “meio ambiente e lixo eletrônico: conhecer para preservar”. Para tal ação usei o recurso tecnológico, projetor de imagem, com a apresentação de slides (Apêndice F). Nos slides abordei: conceito de meio ambiente; conceito de lixo, tipos de lixo, definição de lixo eletrônico, composição do lixo eletrônico; lixo eletrônico: problemas ambientais; definição de lixo e aterro sanitário; incineração do lixo; metais pesados; substâncias dos EEE: efeitos no organismo humano; regulamentação do lixo eletrônico; e cidadania e desenvolvimento.

Antes de iniciar a palestra orientei os alunos a prestarem atenção, participar expondo opiniões e fazendo perguntas sobre as dúvidas, fazer as anotações pertinentes para responder as suas caixas-pretas; que este momento estava destinado para a promoção do diálogo sobre o tema. No decorrer da palestra observei que os grupos estavam com os seus diários de campo e faziam anotações; os alunos participaram fazendo perguntas e expondo suas opiniões.

Após a palestra, dei início ao “descendo sobre o terreno”; justifico a mudança no planejamento pelo fato de não ter ocorrido à palestra na data planejada. Foi o momento de mostrar os vídeos⁸. Os quatro vídeos correspondem a uma série de reportagens transmitidas pelo Jornal Nacional no ano de 2015 a qual aborda à

⁸ Vídeo 1: O lixo eletrônico vai chegar a 48 milhões de toneladas em 2017. Disponível em: <http://g1.globo.com/jornal-nacional/videos/t/edicoes/v/lixo-eletronico-vai-chegar-a-48-milhoes-de-toneladas-em-2017/4597345/>

Vídeo 2: Por que o Brasil não consegue reciclar o lixo eletrônico. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/4599994/>

Vídeo 3: Os países exportam o lixo eletrônico. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/4608194/>

Vídeo 4: Manuseio do Lixo Eletrônico. Disponível em: <http://g1.globo.com/jornal-nacional/videos/t/edicoes/v/manuseio-inadequado-de-lixo-eletronico-pode-ser-altamente-perigoso/4602765/>

temática com propriedade e amplitude, os quais revelam a problemática da produção e destino inadequado do lixo eletrônico no Brasil e no mundo. Percebi que nos dois últimos vídeos os alunos já estavam inquietos e impacientes, mas deu para concluir mais esta etapa.

No final das atividades, emergiu em mim um sentimento de satisfação, de dever cumprido. Apesar do calor, impaciência e agitação dos alunos em alguns momentos, estes participaram e os objetivos propostos para esse encontro foram alcançados.

Nesta turma observei a presença de alunos que se interessam, prestam atenção, participam das atividades propostas fazendo perguntas e emitindo opiniões, são ativos na sala de aula. Porém, tinham alguns alunos que não mostravam interesse, dispersando a atenção com facilidade, mantinham conversas paralelas que atrapalhavam o andamento das atividades. Estava com receio de que as equipes compostas por estes alunos não apresentassem as suas sínteses, que as perguntas não fossem elucidadas, visto que a IIR necessita de empenho e dedicação por parte dos integrantes para alcançar os objetivos propostos.

5.3 Terceiro Encontro: abrir caixas-pretas sem ajuda de especialistas

A abertura das caixas-pretas sem ajuda de especialistas aconteceu no dia 06/09/18. Esta data não estava na programação inicial da IIR, mas devido a não realização da palestra no dia 04/09 e a possibilidade de iniciar no dia 14/09 a greve dos professores vinculados a SEDUC, decidi agendar com os alunos um encontro para o dia 06/09.

Esse encontro aconteceu no laboratório de informática da escola, onde os grupos realizaram suas pesquisas na internet com a minha orientação. Este momento pode ser constatado na figura 3.

Figura 3: Os alunos participantes da pesquisa no laboratório de informática da escola



Fonte: Arquivo da autora

Ao chegar ao laboratório, os grupos se organizaram de acordo com a quantidade de computadores disponíveis. No laboratório tem vinte e cinco computadores, porém nem todos estavam com acesso à internet. Dessa forma, cada grupo ficou com uma máquina. Orientei os discentes para serem criteriosos em suas pesquisas, selecionar sites e documentos confiáveis, optarem por documentos em PDF, anotar em seus diários de campo as fontes de pesquisa.

Observei que os grupos estavam com os seus diários de campo e faziam anotações. Além da pesquisa em documentos escritos, também observei integrantes de diferentes equipes assistindo vídeos na internet que tratam sobre o tema. Constatei que os alunos gostaram de ir ao laboratório e consideraram a atividade interessante, pois eles ficaram concentrados, calmos e com foco na pesquisa que estavam realizando.

Estava programado no plano de ensino que o encontro do dia 11/09 aconteceria na biblioteca a fim de propiciar a organização das sínteses parciais pelos grupos. Porém, mediante a possibilidade do início da greve dos professores decidi antecipar esta atividade e realiza-la após a ida ao laboratório. Entretanto, os

alunos começaram a dizer que gostariam de pesquisar mais na internet e organizar o material em suas residências, como exemplo, montar a apresentação em slides.

Diante da situação decidi liberá-los após a realização da atividade do laboratório, uma vez que um dos objetivos da ACT é o desenvolvimento da autonomia, e esta atitude é vista por mim como um indício para alcançar este objetivo. Nós professores temos que instigar os alunos a ter autonomia ao realizar as atividades propostas, ir à busca de informações e tomar decisões.

5.4 Quarto Encontro: abertura aprofundada das caixas-pretas e a descoberta de princípios disciplinares e síntese da Ilha de Racionalidade produzida

O quarto encontro aconteceu no dia 11/09. Ao entrar na escola, eu não vi nenhum dos alunos da turma. Como era de costume logo encontrá-los, então pensei: será que os alunos não virão ao encontro de hoje? Confesso que estava muito ansiosa e com medo que não desse certo, que os alunos não aparecessem, até porque nos encontros anteriores, quando eu falava sobre a apresentação das pesquisas dos grupos, eles diziam que tinham muita vergonha, que não gostavam de apresentar trabalhos.

Entrei na sala, organizei as mesas com suas respectivas cadeiras, liguei o aparelho de Data show e fiquei esperando os alunos. Aos poucos eles foram chegando e passado alguns minutos do horário marcado para os nossos encontros, as apresentações começaram. Neste encontro estavam presentes 24 alunos. Inicialmente conversei com os discentes para deixá-los à vontade e instigá-los a apresentar as suas pesquisas; falei sobre as contribuições da realização da atividade para o desenvolvimento da argumentação, portanto, melhorar a capacidade de comunicação. Diante do contexto, deixei a critério dos grupos o modo de apresentação, se ia expor de seus lugares ou a frente da turma. Tomei essa decisão, pois constatei que muitos alunos tem aversão de falar em público, por timidez, nervosismo.

Após esse momento, iniciei a apresentação sobre a visão histórica do lixo, a qual trouxe informações sobre a produção do lixo na época das cavernas, na idade média, na revolução industrial e as inovações tecnológicas e seus efeitos no

ambiente. Essas informações foram apresentadas e dialogadas com o objetivo de aprofundar as caixas-pretas e ampliar os conhecimentos sobre a temática, de maneira a proporcionar reflexões a respeito da produção do lixo ao longo da história da humanidade (Apêndice G). Apontar o papel da tecnologia nesse contexto, levando os alunos a pensar e refletir sobre os efeitos da tecnologia na sociedade, os benefícios como também os seus malefícios. Nesse momento, os alunos prestaram atenção, fizeram perguntas e trouxeram conhecimentos sobre o que estava sendo exposto citando exemplos.

Em seguida, começou a apresentação dos grupos. Esse momento pode ser constatado na figura 4.

Figura 4 – Apresentação dos integrantes de um grupo.



Fonte: Arquivo da autora.

A apresentação aconteceu de maneira espontânea, isto é, no momento que os integrantes dos grupos estivessem preparados para expor as suas sínteses. O primeiro grupo que voluntariamente quis apresentar-se foi o grupo 2. Esse grupo organizou o material da apresentação em slides, fazendo uso do projetor de imagens. Os integrantes dessa equipe, desde o início das atividades se mostraram interessados, pois participaram com entusiasmo e assiduidade de todos os momentos que compuseram o minicurso. Mas para a apresentação, dos quatro integrantes, somente três se dispuseram a falar sobre respostas de suas caixas-

pretas. Entre os integrantes, duas alunas são mais desenvoltas para falar em público, sendo que uma se destacou mais, por ter uma boa oratória.

No momento da apresentação, de acordo com os integrantes do grupo, os slides continham partes escritas e imagens, porém apareceram somente as imagens. Mesmo diante dessa situação, os alunos apresentaram o resultado da pesquisa com desenvoltura e domínio e sem uso de material de apoio, como o diário de campo.

Os integrantes deste grupo identificaram que as suas perguntas (O que devemos fazer com o lixo eletrônico? Qual é o melhor lugar para se jogar o lixo eletrônico? Como reciclar o lixo eletrônico? O que fazem com o lixo eletrônico?) destinavam-se para o mesmo ponto em comum: a logística reversa. Diante dessa constatação, o grupo elaborou a seguinte pergunta: o que é a logística reversa? A explicação abordou o significado, o funcionamento, e o papel de cada setor da sociedade para a concretização da logística reversa.

Esse foi um dos momentos que podemos inferir que as atividades desenvolvidas estavam promovendo uma aprendizagem significativa, uma vez que os alunos ao abrir suas caixas-pretas e aprofundá-las passaram a conhecer melhor a temática, chegando a conclusões que levaram a elaboração de outra caixa-preta. O domínio do conhecimento os possibilitou tomar a decisão de elaborar mais uma pergunta e apresentá-la para os demais colegas de turma, assim promoveu a autonomia no desenvolvimento das atividades e na construção do conhecimento. Também foi possível observar a presença de pensamentos críticos sobre a temática.

O próximo grupo a apresentar-se foi o 7. Este grupo é composto por cinco componentes. Desses somente dois integrantes se dispuseram ir para frente da turma, sendo que um escreveu as perguntas no quadro magnético e o outro aluno expôs os resultados da pesquisa realizada.

O aluno que realizou a apresentação, o fez com desenvoltura e domínio do conhecimento pesquisado, sem fazer uso de material de apoio. Este aluno apresentou uma boa argumentação oral e pensamentos críticos e reflexivos sobre os conhecimentos adquiridos, levando aos demais alunos a pensar e refletir sobre o que os países desenvolvidos fazem com o lixo eletrônico que produzem, e como

isso afeta os seres humanos. Portanto, o domínio do conhecimento proporcionou a este aluno, representante do grupo, ter uma boa comunicação.

Em seguida, o grupo 6, composto por seis integrantes se apresentou. Esse grupo ficou responsável pelas seguintes perguntas: por que a elevação da produção de lixo eletrônico atrelado ao seu descarte incorreto prejudica o meio ambiente? Quais são as normas e leis que regulam a produção e destino do aparelho eletrônico? Existem nos estados brasileiros setores responsáveis pelo recolhimento do lixo eletrônico?

Inicialmente esta equipe não queria expor os resultados de suas pesquisas, os integrantes alegavam serem muito tímidos. Isso também aconteceu com as demais equipes que ainda não tinham se apresentado. A participação deles na atividade somente se concretizou mediante a exposição de argumentos de convencimento, para isso relatei a minha história de vida, sobre a minha timidez exagerada e conseqüentemente a dificuldade que tinha para expressar-me em público. Falei para eles, que somente conseguir vencer a timidez quando comecei apresentar com frequência os trabalhos expositivos na universidade e iniciei na docência; que a participação deles nesse momento expondo as suas pesquisas proporcionaria, ao longo do tempo, a perda da timidez e o desenvolvimento da comunicação. A partir daí, as equipes decidiram apresentar as pesquisas que realizaram, os quais fizeram uso do diário de campo. O grupo 6 fez a leitura das perguntas e as suas respectivas sínteses elaboradas.

O grupo 4 foi o próximo a expor. Este grupo foi composto por 4 integrantes, destes apenas três fizeram a leitura da síntese produzida. Esta equipe ficou responsável pelas seguintes caixas-pretas: quais são os pontos negativos que o lixo eletrônico traz para o planeta? Por que o lixo eletrônico polui? Por que o lixo eletrônico prejudica tanto o meio ambiente? O lixo eletrônico é tóxico? A equipe relacionou todas as perguntas aos **“pontos negativos do lixo eletrônico”**.

Em seguida o grupo 1 se apresentou. Esse grupo é composto por seis integrantes, mas somente quatro alunos participaram da exposição. Ao apresentarem-se os alunos fizeram uso do diário de campo. Os alunos apenas fizeram a leitura da síntese produzida. As perguntas são: o que é lixo eletrônico? Como ele deve ser descartado? O que acontece com os eletrônicos após perderem o uso? .

As duas últimas equipes que apresentarem-se foram a 5 e a 3. A equipe cinco tinha que elucidar a seguinte pergunta: existem pessoas prejudicadas por causa desse lixo? E as perguntas da equipe 3, são: o que podemos fazer para evitar o acúmulo do lixo eletrônico? O nosso país pode transformar esse lixo em algo sustentável? Nas apresentações, ambas as equipes apenas fizeram leituras no celular, de trecho de um texto retirado da internet, mas sem conseguir elucidar as perguntas. Diante da situação intervi, voltando às perguntas e levando aos alunos a refletir e apontar os conhecimentos para elucidar essas caixas-pretas. Somente a equipe 3 produziu síntese escrita sobre as suas perguntas.

Após a apresentação de todos os grupos, fizemos reflexões críticas sobre este momento, sobre as apresentações das equipes, e um sentimento de angústia tomou conta de mim. Confesso que esperava mais, na verdade eu queria mais, que os alunos tivessem mais interesse ao realizar as pesquisas e participar das atividades, que elaborassem textos mais abrangentes e de melhor qualidade. Isso por algum tempo me fez sentir fracassada na realização do minicurso, de não ter alcançado os objetivos propostos, enquanto professora orientadora das atividades. Mas depois de muita reflexão, ao olhar as produções feitas por eles como os cartazes e desenhos, a minha percepção sobre esse momento começou a mudar e passei a pensar que as produções escritas, as apresentações, os desenhos e cartazes produzidos, eram o que os alunos poderiam oferecer-me naquele momento, diante de suas limitações e hábitos resultantes de uma educação disciplinar.

Os alunos das escolas públicas apresentam muitas dificuldades para pesquisar e elaborar textos de qualidade, como também para realizar exposições orais. Estão habituados a receber fragmentos de informações e apenas fazer provas escritas que avaliam se conseguiram assimilar estas informações. Nesse contexto também percebo as minhas limitações enquanto professora oriunda de uma educação básica exclusivamente disciplinar que influenciou fortemente a minha prática docente. Apesar do aprofundamento teórico sobre a metodologia, durante alguns momentos da aplicação da Ilha fiquei em dúvida, insegura e às vezes sem saber como agir. Mas, hoje, depois de vivenciar a IIR na prática docente e diante das reflexões realizadas, me vejo mais capacitada para dar continuidade à realização dessa metodologia no espaço escolar.

5.5 Quinto Encontro: continuidade da síntese da Ilha de Racionalidade produzida - organização de grandes grupos e elaboração do produto final

Este encontro aconteceu no dia 12/09 e estavam presentes 26 alunos. No plano de ensino constava para este momento a apresentação das caixas-pretas, mas devido à greve houve uma antecipação das atividades. Primeiramente foi definido o material (produto) que seria produzido pelos grupos com o objetivo de promover a sensibilização da comunidade escolar sobre produção, consumo e descarte do lixo eletrônico e seus efeitos no meio ambiente. A partir do estabelecimento de diálogos entre a professora-pesquisadora e os alunos, ficou definido que seria feito dois cartazes e o banner, sendo que cada cartaz ficaria na responsabilidade de duas equipes, e três equipes ficariam responsáveis pela elaboração do banner da Feira de Ciências.

Inicialmente, não teve consenso sobre quais equipes ficariam responsáveis pelas atividades. Diante da situação, a solução encontrada por mim e pelos alunos da turma foi à realização de um sorteio. O resultado do sorteio apresenta-se da seguinte maneira: a elaboração do primeiro cartaz ficou na incumbência dos grupos três e seis e o segundo cartaz dos grupos quatro e sete. Posteriormente ao sorteio os dois grupos se reuniram para debater e decidir como seria este cartaz e a partir daí elaborá-lo. Para isso, os alunos receberam o material: papel cartão, caneta futura, régua, lápis, entre outros.

A configuração das equipes e o momento da elaboração do cartaz e do banner podem ser visualizados na figura 5.

Figura 5: Os integrantes de um grupo dialogando sobre a elaboração do cartaz e/ou banner



Fonte: Arquivo da autora.

Após a realização dessa tarefa e ao analisar e refletir sobre este momento cheguei a conclusão que a estratégia da IIR propõem o desenvolvimento da autonomia pelo aluno e que este consiga tomar decisões. Portanto, a opção que adotei para resolver essa problemática, o sorteio, não foi adequada. Mesmo diante de conflitos deveria instigar os alunos a aprenderem negociar. Hoje percebo isso, mas a falta de experiência não me proporcionou essa percepção.

Os grupos 1, 2 e 5 ficaram responsáveis pela elaboração do banner. Depois do sorteio os integrantes dos grupos se reuniram para dialogar e definir a estruturação do texto escrito e as imagens que iriam compor o banner.

Ao observar os alunos nos seus respectivos grupos percebi que estes estavam dialogando, expondo ideias e definindo o que seria feito nos cartazes e no banner. Em dois grupos o diálogo aconteceu de maneira harmoniosa, mas em um grupo houve conflito e confusão, alguns alunos ficaram chateados. Com relação a este último grupo ao perceber o que estava acontecendo, propus que os seus integrantes colocassem em votação as ideias e a mais votada seria contemplada. Este grupo conseguiu fazer o produto, porém ainda era perceptível o clima de conflito entre os integrantes.

Ao refletir sobre essa atividade, as situações ocorridas durante o seu desenvolvimento, percebo o quanto é importante à promoção de atividades que possibilite aos alunos o desenvolvimento das relações interpessoais: conhecer o outro, aprender a escutar as opiniões alheias e principalmente respeitá-las; cultivar a capacidade de tomar decisões democraticamente, desenvolver a comunicação, a capacidade argumentativa e favorecer a liderança. Portanto, nós professores temos que ter a consciência que devemos ultrapassar as barreiras construídas pelo ensino disciplinar, somente assim poderemos possibilitar aos jovens uma formação mais ampla e significativa para a convivência em sociedade.

As equipes iniciaram as suas atividades e ficaram de finalizar em suas residências, uma vez que teriam aula de educação física às 16h.

5.6 Sexto Encontro: entrega do produto da esquematização global da tecnologia, produto final e roda de conversa avaliativa.

O sexto encontro aconteceu no dia 13/08, com a presença de 27 alunos. Para este dia ficou acordado que os grupos “maiores” entregariam as produções que ficaram de finalizar em suas residências, os cartazes e o texto escrito do banner. Também recebi dos grupos, com referência aos sete grupos, um produto criativo que representasse o conhecimento adquirido pelos alunos com a abertura de suas caixas-pretas, o qual poderia ser um desenho, poema, história em quadrinhos ou entre outros, a critério dos integrantes dos grupos.

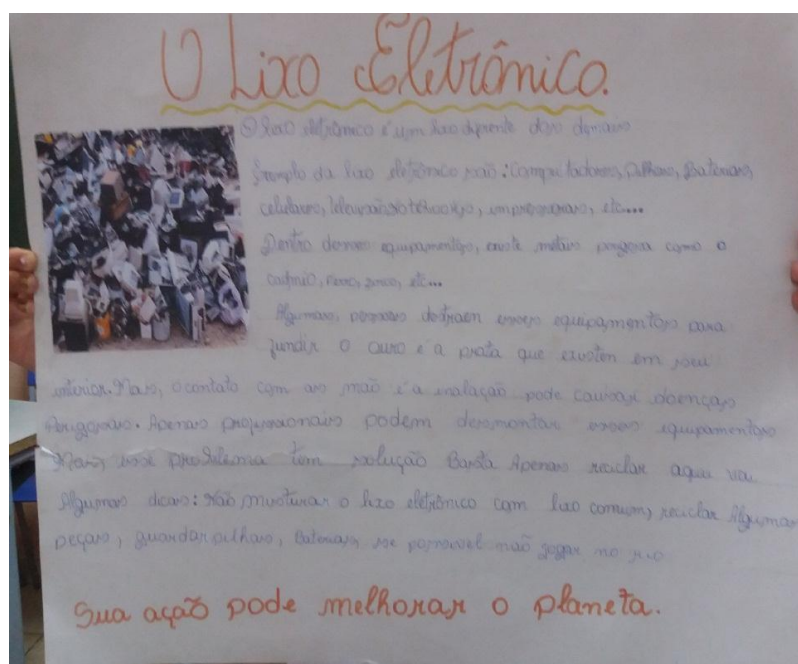
Ao chegarem à sala, os integrantes de dois grupos “maiores” entregaram-me suas produções, sendo que uma era o texto escrito que irá compor o banner e a outra o cartaz. O cartaz produzido pelas equipes 4 e 7 foi finalizado na sala no horário previsto para o encontro. As imagens dos cartazes podem ser visualizadas na figura 6 e 7.

Figura 6: Cartaz produzido pelas equipes 4 e 7



Fonte: Arquivo da autora.

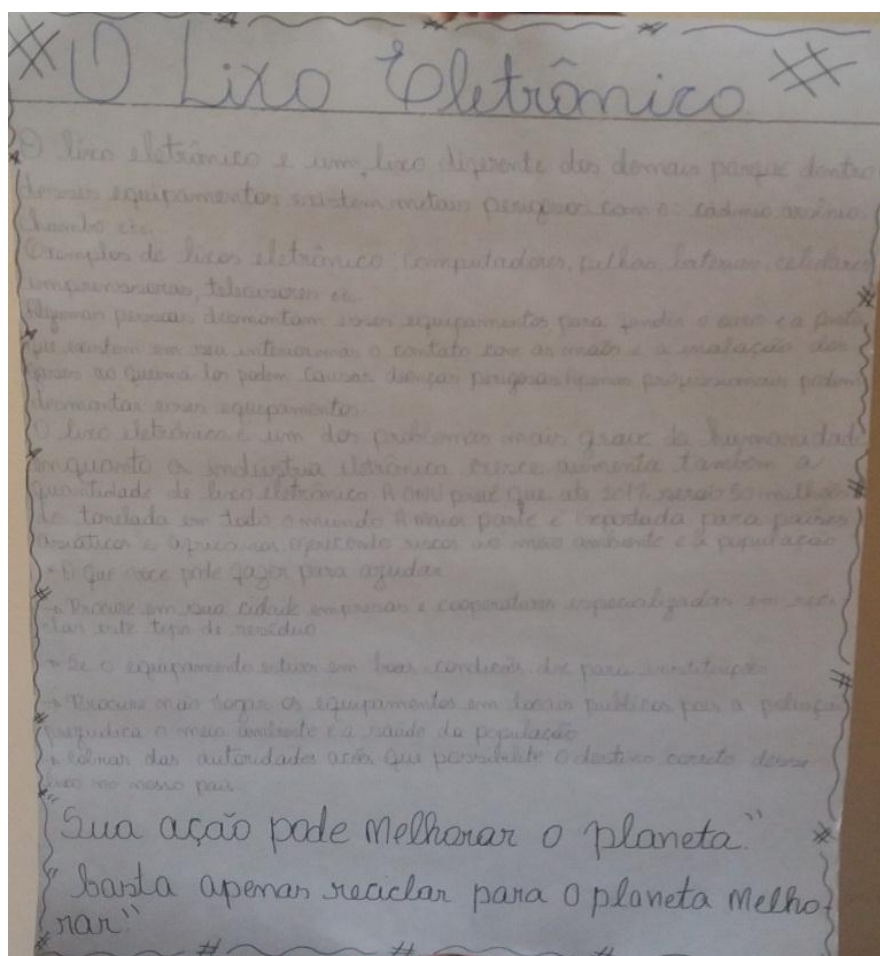
Figura 7: Cartaz produzido pelas equipes 3 e 6.



Fonte: Arquivo da autora.

Esses cartazes foram fixados em um lugar estratégico da escola onde ficaram expostos para os demais alunos. Com relação ao segundo cartaz, ao ser entregue pelo grupo, eu fiz a leitura e identifiquei alguns erros ortográficos e também precisa melhorar algumas informações trazidas no texto escrito, além de que o papel estava sujo, amassado e uma parte rasgada, a qual foi colada pelos alunos. Diante desses fatos pedi para o grupo refazê-lo e eles aceitaram sem restrições. O cartaz foi refeito e entregue pelo grupo, o qual pode ser visualizado na figura 8.

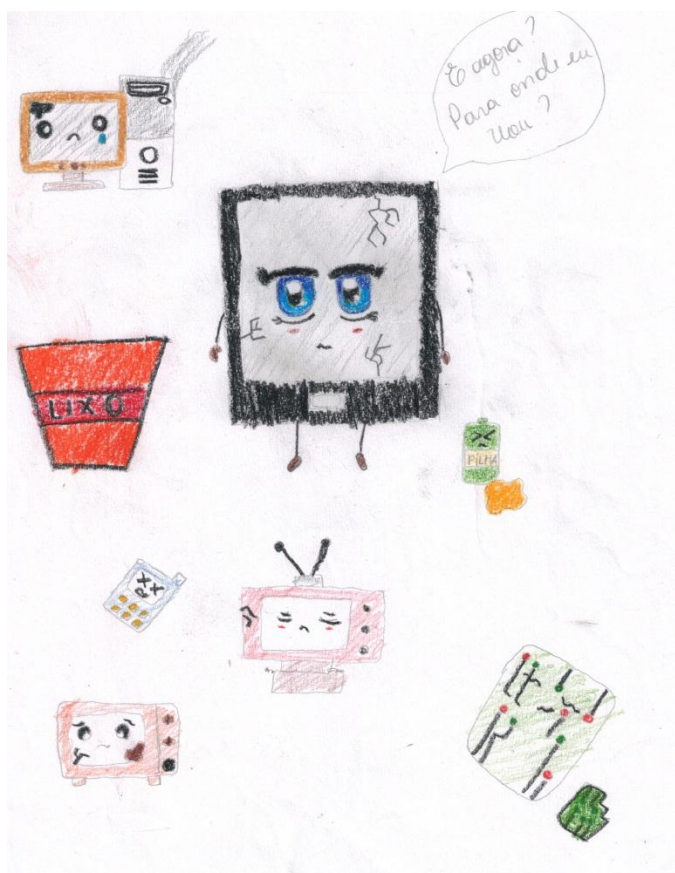
Figura 8: Cartaz refeito pelas equipes 3 e 6.



Fonte: Arquivo da autora.

Com relação à elaboração do produto criativo pelas equipes, dos sete grupos, seis o entregaram. Desses apresento dois, os quais estão dispostos na figura 9 e 10.

Figura 9: Desenho ilustrando o conhecimento adquirido com a abertura das caixas-pretas.

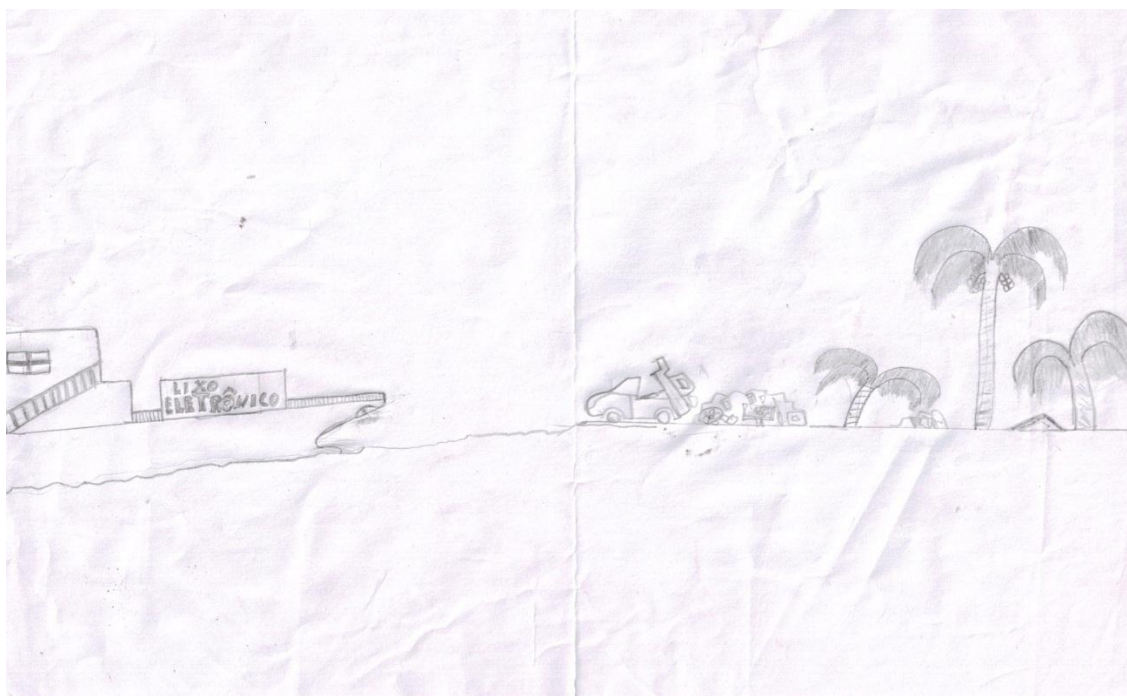


Fonte: Arquivo da autora.

Este desenho foi elaborado pela equipe 2. Nesta imagem podemos observar o desenho de aparelhos eletroeletrônicos e seus derivados, como a pilha. Uma das imagens representa uma televisão quebrada, e esta se questiona: e agora? **Para** onde vou? Esta equipe abriu as caixas-pretas que tratam sobre o destino dado ao lixo eletrônico, sobre o lugar adequado que deve ser descartado. Durante a pesquisa, a equipe também elaborou a caixa-preta referente à logística reversa. Os integrantes do grupo apontaram que o melhor destino dado aos eletrônicos deve acontecer por meio da logística reversa.

O desenho retrata a realidade atual da maioria das cidades brasileiras, ou seja, a logística reversa não funciona e o carro do lixo passa a torna-se o principal destino. Mas o lixo eletrônico na imagem encontra-se triste porque esse não é o destino mais correto, pois a maioria dos lixões e dos aterros sanitários não é apropriada para recebê-los.

Figura 10: Desenho ilustrando o conhecimento adquirido com a abertura das caixas-pretas.



Fonte: Arquivo da autora.

Este desenho foi elaborado pela equipe 7. Esta equipe ficou com a seguinte caixa-preta: o que os países desenvolvidos fazem com o lixo eletrônico que produzem? Na imagem podemos constatar que o grupo retrata sobre um dos meios usados pelos países desenvolvidos para descartar o lixo eletrônico: colocar em um navio e despachar para outros países.

A partir da análise dos desenhos e das apresentações, posso inferir que os componentes desses grupos conseguiram construir conhecimentos significativos sobre o lixo eletrônico ao abrir as suas caixas-pretas, compreendendo essa temática em um contexto mais amplo, fundamental para o desenvolvimento da cidadania.

Depois da entrega dos produtos pelos grupos, iniciei uma conversa com a turma, primeiro para escolhermos os alunos que iriam participar da feira de ciências da escola e segundo para realizamos uma roda de conversa avaliativa, com o objetivo de conhecer as opiniões dos alunos a respeito das atividades desenvolvidas, se gostaram, o que precisa melhorar e apresentar outras sugestões.

Com relação à escolha dos alunos para a feira de ciências, fiz o convite e disse que seria uma participação voluntária. Perguntei à turma: quem gostaria de participar da feira de ciências como expositor do trabalho? De imediato nenhum

aluno mostrou interesse. A partir daí tentei convencê-los a participar e depois de muito argumentar sobre a importância desse evento para o desenvolvimento deles, três alunos se dispuseram a serem os expositores do trabalho.

Ao perguntar se já tinham participado de feiras de ciências como expositores, a maioria disse que não. Os alunos já estão acomodados, são tímidos e retraídos, e cabe ao professor envolvê-los para estimulá-los a serem mais participativos e atuantes em suas comunidades, e isso começa no espaço escolar.

Na roda de conversa avaliativa, os alunos avaliaram as atividades desenvolvidas no minicurso. As opiniões, da maioria, se restringem mais: “sim” gostamos; o ponto negativo foi o “calor”; “a turma precisa melhorar”; “faltou compromisso”. Esta última fala está relacionada ao comportamento dos estudantes, os que falavam demais, atrapalhavam os colegas no momento que estavam expondo ideias, como também as brincadeiras constantes. O calor do espaço foi a maior reclamação dos alunos.

6 CONSTRUINDO UM “OLHAR” SOBRE A ESTRATÉGIA METODOLÓGICA DA IIR: ANÁLISE INTERPRETATIVA DA PRÁTICA DESENVOLVIDA NO ESPAÇO ESCOLAR

Nesta unidade trago a análise interpretativa do material empírico produzido na aplicação da IIR no espaço escolar, visando construir um “olhar” sobre essa estratégia metodológica e para isso destaco duas categorias de análise: “olhares” dos alunos sobre o lixo eletrônico: do conhecimento prévio a construção do conhecimento científico e a re-significação da prática docente (da autora deste estudo) no Ensino de Ciências. A seguir apresento as categorias.

6.1 “Olhares” dos alunos sobre o lixo eletrônico: do conhecimento prévio a construção do conhecimento científico

Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) o ser humano nasce em um ambiente circundado pelos artefatos materiais e sociais. Dessa forma, o aprendizado surge nas relações com esse ambiente que variam ao longo de sua existência, sendo que a escola é o espaço que oportuniza ao aluno entender todo esse processo, o que leva a construção de explicações e as linguagens.

“As linguagens, faladas e escritas, são usadas para construir, descrever e apresentar os processos e argumentos científicos” (2012, p. 39). Por isso, as linguagens são fundamentais para que o aluno saiba fazer ciência, falar ciência, ler e escrever ciência, de maneira que haja o encultramento científico, isto é, a passagem da linguagem comum para a linguagem científica (CARVALHO; CACHAPUZ; GIL-PÉREZ, 2012).

O encultramento científico oportuniza ao educando compreender com mais solidez fatos/situações que envolvam questões da ciência e da tecnologia e assim poder expressar opiniões e tomar decisões. Logo, o ensino do conhecimento científico e tecnológico deve está direcionado para a “apropriação crítica pelos alunos, de modo que efetivamente se incorpore no universo das representações sociais e se constitua como cultura” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMPUCO, 2011, p. 34).

Nesse sentido, esta categoria que emergiu da triangulação do material empírico deste estudo, me permitiu analisar a transposição da linguagem comum para a linguagem científica, considerando os acertos e os erros. E conhecer as contribuições da estratégia metodológica da IIR para esse processo ajudará a pensar o Ensino de Ciências para vida prática e, principalmente, para a resignificação da minha prática docente.

Para tanto, inicio esta análise trazendo uma pergunta do questionário semiestruturado (Apêndice A), com o qual objetivei identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o lixo eletrônico, a saber: para você, o que é lixo eletrônico? Os resultados obtidos são: dos 26 alunos que responderam ao questionário, 14 não souberam dizer o que seria lixo eletrônico, escrevendo *“não sei”*; *“não faço a menor ideia”*; *“não tenho nem ideia do que é lixo eletrônico”*; *“olha eu mesma não sei”*. Dos 12 que expuseram o seu entendimento, trago algumas dessas respostas: *“é o lixo das tecnologias, ou seja, os produtos eletrônicos”*; *“lixo eletrônico em minha opinião é tudo que envolve tecnologia, por exemplo, bateria de celular”*; *“pra mim lixo eletrônico é celular que não funciona mais, bateria, geladeira, tudo aquilo que quebra e não tem mais conserto”*.

Com relação a essa pergunta, chamo atenção para a quantidade expressiva de alunos que não souberam definir lixo eletrônico, sem ter a percepção que o termo eletrônico está atrelado a objetos presentes no seu cotidiano. Entretanto, segundo Santos e Mortimer (2001, p. 102) vivemos em um mundo tecnológico que influencia o comportamento humano, “os hábitos de consumo, as relações humanas, o modo de vida, as relações de trabalho, as crenças e valores são cada vez mais resultantes de demandas do desenvolvimento tecnológico”. Dessa forma, as decisões sobre ciência e tecnologia precisam ser questionadas, os alunos têm que ter acesso a uma educação que promova a aquisição de conhecimentos científicos e valores éticos voltados para o compromisso com a sociedade.

Os conhecimentos científicos são presenças constantes na vida prática dos indivíduos, seja por intermédio de objetos e processos tecnológicos, quanto à forma de explicações científicas usadas para validar ou questionar decisões de cunho econômico, político e social. A construção do conhecimento científico tem como ponto de partida e de chegada o mundo em que a vida acontece, isto é, o nosso cotidiano. Nesse sentido, “o conhecimento científico aparece como uma das formas

– nem a única nem a mais importante, mas indispensável na atualidade – de atuar e explicar criticamente” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMPUCO, 2011, p. 154).

A elaboração e abertura de caixas-pretas presentes na estratégia metodológica da IIR objetiva proporcionar aos educandos a aquisição de conhecimentos científicos e a saída da “escuridão” diante de tema/fato da vida cotidiana que envolve a ciência e a tecnologia. Sendo assim, pondero que o resultado do questionário semiestruturado justifica a elaboração pelos alunos da caixa-preta sobre o que é lixo eletrônico, pois apesar da simplicidade da pergunta, um número significativo de estudantes ainda encontravam-se na “escuridão” com relação ao significado desse termo, portanto, este fato os levou a escolhê-la para compor as caixas-pretas a serem abertas.

Nesse cenário, há que considerar também os alunos que souberam elaborar respostas condizentes com a definição de lixo eletrônico, citaram objetos eletrônicos, e dentre estes se destacou o celular, além de atrelá-lo ao adjetivo de infuncionalidade. Logo, estes discentes apresentavam entendimentos prévios corretos sobre a definição de lixo eletrônico, visto que para Dias et al. (2014) os equipamentos elétricos e eletrônicos (EEE) em desuso vão constituir o chamado resíduo de equipamentos eletroeletrônico (REEE), lixo eletrônico ou e-lixo.

Para Moraes et al. (2014) os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, também chamado de REEE e WEEE (em inglês – waste electrical electronic equipment) são compostos de componentes, periféricos, parte de equipamentos, peças de reposição, como também equipamentos eletrônicos inteiros, os quais tornam-se resíduo a partir do momento que não tem mais utilidade em sua forma original. Tendo como exemplos: refrigeradores, fornos elétricos, televisores, calculadora, aparelhos de telefonia celular, computadores, pilhas e baterias, tubos de raio catódico (CRT – cathode ray tube), peças plásticas, telas de cristal líquido (LCD – liquid crystal display), entre outros.

Tendo como referência Dias et al. (2014) e Moraes et al. (2014) também posso inferir que a abertura da caixa-preta sobre o que é lixo eletrônico, revelou que a maioria dos discentes compreendeu o significado deste termo, uma vez que este entendimento pôde ser constatado em produções diversificadas, como por exemplo, a apresentação oral, textos escritos, e em desenhos elaborados. Isso pode ser

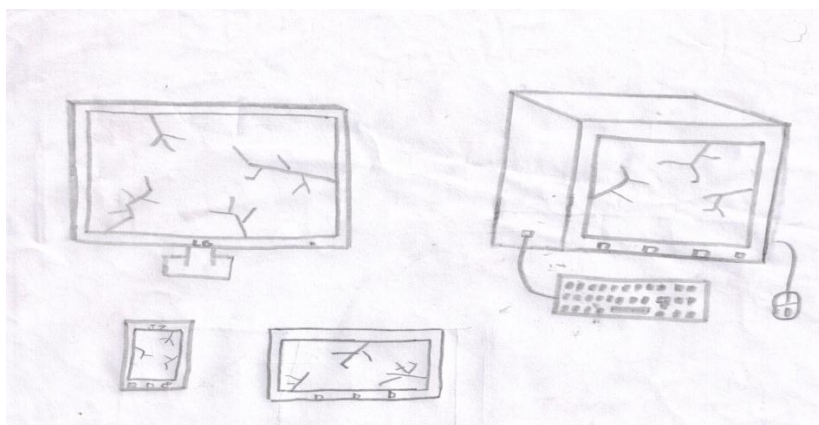
evidenciado nos trechos que seguem, na figura 11 elaborada pela equipe cinco, e na figura 9 (ver p. 112).

O lixo eletrônico é um resíduo material produzido pelo descarte de equipamentos eletrônicos e tem se tornado um grande problema ambiental quando não descartados em locais adequados. (Grupo 1)

Exemplos de lixo eletrônico: computadores, pilhas, baterias, celulares, impressoras, televisores etc. (Cartaz – grupos 3 e 6)

Nesses trechos constata-se o uso do termo *resíduo* pelos alunos para classificar o material, como também a citação de componentes como pilhas e baterias, que não são aparelhos eletrônicos, mas constituem esse tipo de lixo. Portanto, percebe-se a incorporação do termo resíduo ao vocabulário dos discentes, bem como a percepção que lixo eletrônico não se restringe apenas a aparelhos.

Figura 11: Desenho ilustrando o conhecimento adquirido com a abertura das caixas-pretas.

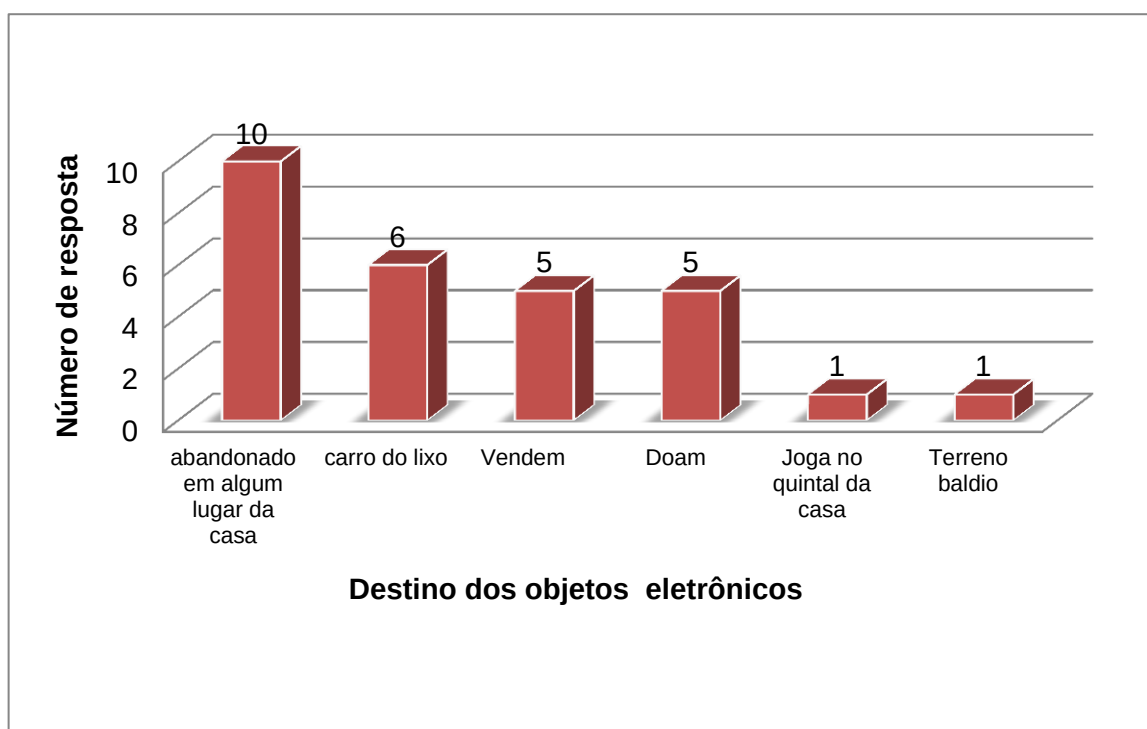


Fonte: Arquivo da autora.

A figura 11 revela com clareza que os discentes relacionam o lixo eletrônico a computador, televisão, celular, tablet, os quais estão sem condições de uso, por estarem quebrados e/ou com defeitos. Esse mesmo entendimento também é constatado na figura 9 (ver p.112). A imagem da figura 10 também carrega à mensagem da problemática do descarte do lixo eletrônico, quando ilustra o cesto do lixo e o aparelho televisor, sendo que este último “se pergunta” sobre o seu próprio destino.

Sobre o descarte do lixo eletrônico, no questionário semiestruturado (Apêndice A) foi perguntado: quando esses objetos não tem mais utilidade, o que é feito com eles? Em sua opinião há algum risco ao meio ambiente ao descartar esses objetos nesse local? Quais? Os resultados obtidos na primeira pergunta são apresentados no gráfico 1.

Gráfico 1 – Destino dado pelos alunos aos seus objetos eletrônicos



Fonte: Dados da pesquisa.

Vale ressaltar que os alunos apontaram mais de um destino para o seu lixo eletrônico, portanto, cada destino assinalado nesta análise não corresponde especificamente a um único aluno.

Com relação à pergunta: Em sua opinião há algum risco ao meio ambiente ao descartar esses objetos nesse local? Quais? Nove alunos responderam “*não sei*”; três responderam “*eu acho que não*”; e um opinou “*sim, a contaminação do solo*”; um fez menção a questão da poluição, “*sim, contribui com a poluição*”; um relacionou o descarte no carro do lixo com risco à saúde, “*esse objeto pode causar risco a saúde*”; e um acredita que o setor público municipal dará o destino correto ao lixo eletrônico, “*eu acho que o ambiente não corre tanto risco, porque quando são jogados no lixo eles são cuidados para não colocar em risco o meio ambiente*”.

Ao analisar estas respostas verifica-se que o lixo eletrônico encontra-se sem um destino final correto: um lugar na casa, o carro do lixo e terrenos baldios ainda apresentam-se como as únicas opções de descarte. Entretanto, muitos desconhecem os perigos ocultos nesse tipo de lixo, os riscos a saúde e os problemas ambientais que ocasionam. Por outro lado, identifica-se nas respostas o uso de termos científicos como *poluição* e *contaminação* para justificar a opinião dada, mas percebe-se que esse conhecimento é restrito, sem trazer informações sobre o porquê e o como.

Foi perguntado também no questionário semiestruturado: para você qual é o descarte correto desses objetos? Dezesete alunos responderam *“não sei”*, os demais apontaram: *“pra mim o descarte certo é ser jogado no caminhão do lixo”*; *“mandar para reciclagem”*; *“serem vendidos, eu acho”*; *“eles deveriam ir para alguma fábrica, e lá ter o descarte correto”*; *“acho que seria bom desmontar e revender o que se pode aproveitar ou usá-los de uma ou outra forma”*.

Chamo atenção para a quantidade significativa de alunos que não conhecem o descarte correto desse tipo de lixo, resultado este que está em consonância com a pergunta sobre a definição de lixo eletrônico, uma vez que quatorze alunos não souberam definir o termo, conseqüentemente, também não teriam conhecimento sobre o descarte. Mas, ressalto que alunos que relacionaram os objetos usados no cotidiano ao lixo eletrônico, também desconheciam este destino e/ou não tinham certeza, por exemplo, dizendo *“eu acho”*.

Outro ponto importante é o *“olhar”* que alguns alunos, cerca de três, trouxeram sobre o reaproveitamento desses resíduos, tais como: o desmontar, o vender e/ou reciclar, o reutilizar e o devolver para a fábrica. Quando o aluno diz que este lixo deve ser devolvido a fábrica, indiretamente este faz menção à logística reversa, prática importante no combate às problemáticas socioambientais decorrentes da produção e descarte de eletroeletrônicos.

Pondero que o desmontar e o reaproveitar do lixo eletrônico sinalizado por um aluno traz o *“olhar”*, que qualquer pessoa pode estar manuseando esses objetos. Porém, a abertura de caixas-pretas revelou que *[..] muitas pessoas jogam no lixão e aí elas vão querer reaproveitar as peças e se colocam em risco de doenças que podem ser adquiridas* (Grupo 2).

Essa conscientização sobre o manuseamento correto do lixo eletrônico visando o seu reaproveitamento e reciclagem também foi abordado pelos grupos responsáveis pela elaboração do cartaz. O cartaz trouxe o seguinte trecho:

Algumas pessoas desmontam esses equipamentos para fundir o ouro e a prata que existem em seu interior, mas o contato com as mãos e a inalação dos gases ao queimá-los podem causar doenças perigosas. Apenas profissionais podem desmontar esses equipamentos. (Grupos 3 e 6).

Sobre o assunto, Bortoleto (2014) afirma que os equipamentos eletroeletrônicos quando descartados em condições inadequadas, são os catadores que manuseiam de forma perigosa os seus resíduos, uma vez que desmontam os equipamentos para remover, por exemplo, cabos e placas para vender. Porém, segundo Xavier (2014, p. 39):

[...] o contato direto com metais pesados durante a etapa de desmontagem dos aparatos resulta na absorção pela pele e possível contaminação por bioacumulação nos organismos. Por outro lado, a queima de material provoca a liberação de material tóxico na atmosfera e, nesse caso, a contaminação ocorre pela a inalação dos agentes tóxicos. Dessa forma, o uso de equipamentos de proteção pode minimizar ou eliminar os impactos decorrentes da destinação (reuso, reciclagem e outros) ou disposição final (aterro e incineração), dos equipamentos eletroeletrônicos pós-consumo.

A partir dessas considerações, infiro que os alunos antes de iniciar o projeto apresentavam um “olhar” restrito com relação às problemáticas decorrentes do desmonte dos equipamentos eletrônicos sem a proteção necessária, bem como o destino correto desse lixo, no que configura os caminhos percorridos por esses resíduos e os tramites legais, isto é, o que cabe a cada setor da sociedade: as fábricas, as lojas varejistas, o governo (prefeitura) e o consumidor.

Nesse sentido, pondero que essa restrição, a “escuridão” sobre o assunto, levou os educandos a elaborar e decidir abrir as caixas-pretas: O que acontece com os eletrônicos após perderem o uso? Como ele deve ser descartado? Essa abertura revelou: *O lixo eletrônico após perder o uso é descartado indo parar no lixo. A produção de lixo eletrônico é um problema que cresce de forma proporcional e quantidade por afeção ou por falta de informação (Grupo 1).*

Muitas pessoas descartam o lixo eletrônico de forma incorreta, só jogam no quintal, no lixeiro, queimam [...] o lixo eletrônico, ele não é um lixo comum. Lixo comum, como por exemplo, é resto de comida [...] (Grupo 2).

Deve ser descartadas em locais apropriados que podem ser empresas especializadas, cooperativas de reciclagem e centros de estudos escolares - “universidades” com projetos voltados ao descarte de lixo ao meio ambiente (Grupo 1).

Acerca do descarte dos resíduos eletrônicos, Lemos e Mendes (2014, p. 53) afirmam que “é sabido que esse denominado “lixo eletrônico” (ou e-lixo) prejudica bastante o meio ambiente e que certamente o destino mais utilizado pela população ainda hoje tem sido o lixo comum, quando não as vias públicas”. Para Guarnieri e Seger (2014) o fluxo reverso dos REEE inicia-se pelo consumidor, portanto, há duas opções principais para o descarte: entrega dos resíduos diretamente a um reciclador e entrega dos resíduos nos Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) disponibilizados nos canais de venda (comerciante e distribuidor).

Com a abertura dessas caixas-pretas, os discentes identificaram o principal destino dado ao lixo eletrônico, apontaram possíveis destinos corretos e levantaram a problemática do aumento da produção desse resíduo, a qual está atrelada ao não querer fazer e/ou à falta de informação e conscientização da população. Sobre este último ponto, outra equipe também se posicionou:

*Mas por que a logística reversa, eu não sabia dessa tal de logística reversa. Ela não é tão falada por aí! Por causa dos governos. **Não existem, hoje em dia, projetos que venham idealizar na nossa cabeça a questão da logística reversa [...]** Por que nós estamos tendo a oportunidade de saber disso agora. Mas e as outras pessoas? Nós somos muitos, **mas há muitas outras pessoas que não sabem disso** (Grupo 2).*

Sobre as atribuições do poder público na elaboração e implementação de políticas públicas que atendam questões de cunho sócio ambientais, Santos (2012, p. 30) diz:

O poder público, em todos os níveis, deve priorizar a formulação de políticas públicas integradas que adotem tecnologias limpas, promovam campanhas de conscientização sobre os fatores que provocam a insustentabilidade ambiental e realizem a efetiva implementação de políticas socioambientais urbanas, com ênfase no consumo sustentável, na coleta seletiva, na reciclagem e na redução de desperdício nas atividades públicas e privadas.

Assim, o estabelecimento e a adequação de uma infraestrutura mínima, como também a elaboração de normas e procedimentos para a implementação de

sistemas de logística reversa deve ser provido pelo Estado e pela iniciativa privada (XAVIER, 2014).

É interessante verificar que os alunos apresentam uma posição crítica sobre a questão da falta de projetos que viabilizem a sensibilização e conscientização da população sobre a logística reversa, no que tange a sua divulgação e implementação na vida diária. Isso somente se tornou possível, a partir do momento que os discentes tiveram acesso a informações, como leis que regulamentam a logística reversa, o que os levou a refletir sobre o assunto e ter a consciência do papel do governo neste processo e que este não está o desenvolvendo como deveria. Para Canivez (1991) apud Santos e Mortimer (2001) ter acesso a informações de caráter universal, como leis e princípios éticos de direitos humanos, oportuniza aos discentes o desenvolvimento da capacidade de fazer julgamentos críticos.

Segundo Santos e Mortimer (2001) o desenvolvimento da capacidade de julgar contribui para uma participação mais efetiva do indivíduo em debates públicos sobre questões que envolva ciência e tecnologia, uma vez que o acesso a conhecimentos oportuniza a expansão da capacidade de argumentação e exposição de ideias. Dessa forma, posso inferir que os alunos expuseram argumentos que revelam traços de julgamento crítico e de pensamento voltado à coletividade, isto é, na perspectiva de uma formação cidadã.

Ainda sobre a questão do descarte, os alunos elaboram as seguintes caixas-pretas: o que devemos fazer com o lixo eletrônico? Qual o melhor lugar para se jogar o lixo eletrônico? A abertura dessas caixas-pretas proporcionou o aprofundamento do projeto e os levou a construção da seguinte caixa-preta: O que é a logística reversa? A abertura dessa caixa-preta revelou:

*Quando nós vamos comprar alguma coisa, nós percebemos que o consumidor é o destinatário final de algum produto. De todo o processo que ele faz, de distribuição da fábrica, e tudo mais, ele chega até a gente como destinatário final. Na logística reversa é muito diferente. **Na logística reversa, nós que damos o passo inicial para o processo de reutilização deste produto. Tudo começa com a gente, nós consumidores, quando um ventilador não presta, um computador não presta, nós temos que fazer o seguinte: nós temos que entregar de volta algum local, ou seja, a empresa que você comprou. Ela vai entregar este produto já usado para a***

fábrica, e nessa fábrica vai haver a reciclagem. Eles vão reutilizar este produto de uma maneira diferente ou reaproveita-los no seu uso original. Dessa reciclagem, ele passa para a indústria, da indústria passa para o distribuidor, do distribuidor para o varejo, e chega até o consumidor, ou seja, nós mesmos (Grupo 2).

Sobre a logística reversa, Lemos e Mendes (2014, p. 53) dizem que:

Para a PNRS, a logística reversa é o “instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada” (art.3º, XII).

De acordo com PNRS, a logística reversa acontece por meio da responsabilidade compartilhada, o que compreende todos os atores responsáveis pela geração e gestão dos REEE, tais como: fabricantes, importadores, comerciantes, consumidor final e poder público (GUARNIERI; SEGER, 2014). Na responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida desses produtos, os consumidores deverão, após o uso, devolvê-los aos comerciantes ou distribuidores, estes por sua vez, deverão devolver aos fabricantes ou importadores de tais produtos, os quais deverão dar a destinação final ambientalmente adequada aos resíduos produzidos (LEMOS; MENDES, 2014).

A logística reversa foi apresentada pelos alunos como o meio capaz de solucionar os problemas referentes ao descarte incorreto do lixo eletrônico, ou seja, o que devemos fazer com o lixo eletrônico que produzimos e qual é o melhor lugar para descartá-lo. O interessante neste trecho é o chamado que os alunos fazem com relação à responsabilidade dos consumidores no processo, ao dizer: [...] ***na logística reversa, nós que damos o passo inicial para o processo de reutilização deste produto. Tudo começa com a gente [...]***. Ao analisar esta fala percebe-se que os alunos se enxergam como consumidores e que suas ações são primordiais para que a logística reversa aconteça.

Para a construção da cidadania, Santos e Schnetzler (2010) apontam que o aluno precisa desenvolver a capacidade de julgar, mas também é importante promover no educando a conscientização quanto aos seus deveres na sociedade, para que estes adquiram interesses sobre assuntos comunitários e dessa maneira internalizar princípios voltados para o bem coletivo, em prol do comprometimento da busca de identificação e solução de problemas.

No questionário semiestruturado também foi perguntado: o que você sugere para diminuir a quantidade de lixo eletrônico? Quatorze alunos responderam “não sei”. As propostas apontadas pelos discentes foram: *“não haver lixo eletrônico”; “reciclagem”; “o carro do lixo”; “que todas as pessoas guardassem o lixo na casa”; “que alguém fosse selecionado para recolher esse material”; “mais cuidado com os objetos eletrônico”; “serem vendidos e doados”; “eu sugiro que paremos de comprar, mas nos dias de hoje é meio que impossível não comprar, porque hoje em dia nós precisamos deles”*.

Ao analisar estas respostas, chamo atenção para a seguinte sugestão: *“que todas as pessoas guardassem o lixo na casa”*. Percebe-se que este aluno não se enxerga como parte integrante do meio ambiente, como se o fato de guardar o lixo na residência fosse diminuir a quantidade de resíduos despejados na natureza. Além de que, Lemos e Mendes (2014, p. 71) afirmam que “muitos consumidores mantêm seus equipamentos eletroeletrônicos obsoletos em suas residências por não terem conhecimentos de como destiná-los adequadamente e também por um relativo apego a estes bens”.

Em contrapartida, na abertura da caixa-preta sobre o que é a logística reversa, constata-se na fala dos alunos a consciência ambiental, o que pode ser evidenciado no trecho que segue: *Nós **vamos devolver algo que poderia fazer mal**, fazer danos **ao meio ambiente** e até a **nós mesmos**, pois também **fazemos parte do meio ambiente**, não é só floresta e tudo mais, **uma coisa para nós beneficiarmos*** (Grupo 2).

Sobre o assunto, Rodrigues e Malafaia (2009, p. 49) dizem:

[...] uma grande parcela dos brasileiros ainda entende meio ambiente como, primordialmente, restrito à fauna e flora [...]. Este tipo de concepção de meio ambiente, que exclui o ser humano, colocando-o como elemento à parte, deixa de considerar, o papel predominantemente desempenhado pela espécie humana sobre os demais elementos da biosfera (também sobre outros seres humanos) e, a responsabilidade direta dos humanos na conservação ou extinção dos ecossistemas com todas as suas formas de vida.

Dessa forma, a fala trazida do questionário semiestruturado representa os brasileiros que ainda tem o “olhar” de que somente a floresta constitui o meio ambiente. Entretanto, esse pensamento contribui para ações individualistas, de não preservação e conservação do ambiente.

Outro ponto importante é o “olhar” que um aluno trouxe sobre cuidar dos eletrônicos para que tenham mais durabilidade e assim não precisar substituí-los, esta ideia é corroborada com essa sugestão: *“eu sugiro que paremos de comprar, mas nos dias de hoje é meio que impossível não comprar, porque hoje em dia nós precisamos deles”*.

Sobre o consumismo, Santos (2012, p. 71, **grifo meu**) afirma que:

[...] não é possível eliminar o consumo de nossas vidas nem reduzir a relação íntima que ele mantém com a produção. Todos nós operamos simbolicamente sobre o mundo, seja para comunicar quem somos, aderir a grupos com valores e códigos semelhantes ou construir relações. **E o consumo é uma das formas pelas quais construímos nossas identidades e interagimos com os outros.** Ocupa, portanto, um papel significativo na mediação social e comunicação dos afetos [...] **ele penetra os espaços subcutâneos do social.**

Portanto, o consumo influencia a construção da identidade do indivíduo e a interação com os outros, o que revela o poder do consumo na vida diária das pessoas de maneira que adentra os espaços sociais. Nesse sentido, ao analisar a fala do aluno constata-se que este percebe a “necessidade íntima” que o consumo representa em sua vida, que se torna impossível à ação de não comprar.

Neste cenário, Santos (2012) diz que cabe ao indivíduo viver o consumo consciente na perspectiva do consumo crítico, sendo que este último fundamenta-se na reflexão permanente sobre os fluxos econômicos, isto é, além de adotar ações como cuidar dos eletrônicos para que tenha mais durabilidade, doar ou vendê-lo, cabe também ao indivíduo estimular formas mais justas de organização da vida econômica, como: a reciprocidade, a dimensão coletiva e a solidariedade, de maneira a promover uma distribuição justa de bens e oportunidades.

Na perspectiva de “clarear” o entendimento e aprofundar o conhecimento sobre medidas para diminuir o lixo eletrônico, infiro que os alunos elaboraram e decidiram revelar as seguintes caixas-pretas: o que podemos fazer para evitar o acúmulo do lixo eletrônico? O nosso país pode transformar esse lixo em algo sustentável? A abertura dessas caixas-pretas trouxe as seguintes informações:

Para evitar o acúmulo do lixo eletrônico, devemos não desperdiçar os eletrônicos, sempre ter cuidado onde vai jogar esse lixo [...] o nosso país pode transformar esse lixo em algo sustentável, apenas tem que saber reciclar (Grupo 3).

É só a logística reversa que é o meio de reutilizar esse lixo eletrônico? Não! Várias pessoas com criatividade podem fazer deste lixo arte, como: porta canetas, quadros decorativos, porta revista e livros, entre outros. Tudo vai da nossa cabeça e criatividade, mas nem tudo que compõem o lixo eletrônico pode ser reutilizado. Há coisas que somente especialistas podem retirar e dar um caminho correto (Grupo 2).

De acordo com Bortoleto (2014), somente a reciclagem não satisfaz as premissas de sustentabilidade estabelecida pela PNRS, ao considerar o curto tempo de vida dos equipamentos eletroeletrônicos, a sua periculosidade e os problemas que envolvem os catadores. A sustentabilidade acontecerá por meio de medidas preventivas, as quais deverão ser implementadas em todos os estágios do ciclo de vida dos produtos, visando evitar a coleta, o tratamento e o descarte desnecessário dos REEE. Portanto, a prevenção implica mudanças no padrão de produção e de consumo nas cidades, de maneira a levar o setor público e a população desperdiçarem menos, consumirem somente o necessário, reutilizar o que seria descartado e reciclar.

Tendo como parâmetro Bortoleto (2014), pude deduzir que os alunos apontaram medidas que são fundamentais para se alcançar a sustentabilidade com relação aos REEE, como não desperdiçar os eletrônicos, despejá-los em lugares apropriados, utiliza-los para a confecção de produtos decorativos, e principalmente reciclar, uma vez que essa prática traz inúmeros benefícios, como por exemplo, a redução da extração de matéria prima da natureza. Contudo, a sustentabilidade não está restrita apenas a reciclagem, ações individuais voltadas para a diminuição do consumismo, por meio de práticas de reuso e conservação dos aparelhos, são primordiais para alcançarmos um planeta mais “saudável” e sustentável para as futuras gerações.

O projeto também abordou as problemáticas ambientais oriundas do descarte incorreto, quando os alunos elaboraram e abriram as seguintes caixas-pretas: quais são os pontos negativos que o lixo eletrônico traz para o planeta? Por que o lixo eletrônico polui? Por que o lixo eletrônico prejudica tanto o meio ambiente? O lixo eletrônico é tóxico? Essas caixas-pretas revelaram:

*Os pontos negativos são muitos, por exemplo, **a poluição do ar, a contaminação do solo**, e vários outros problemas causados ao planeta, mas o que nos deixa mais*

preocupados é a **retirada da vegetação para a extração de metais**, como ouro, ferro e prata (Grupo 4).

O lixo eletrônico ou tecnológico polui, porque possui uma grande quantidade de substâncias tóxicas. Descartá-los em lixos comuns, causa um grande impacto ambiental, pois esses produtos contêm cádmio, chumbo, mercúrio e berílio que em contato com o solo contaminam o lençol freático, e quando queimados poluem o ar (Grupo 4).

O lixo eletrônico pode causar câncer, entre outras doenças, por que é tóxico (Grupo 4).

Então, hoje em dia também, esses eletrônicos precisam de vários materiais, principalmente computadores, precisam de vários tipos de materiais que até mesmo estão na tabela periódica que são considerados maléficos a nossa saúde, como por exemplo, níquel e outros materiais que também que nos prejudicam, chumbo. Esses materiais trazem muito mal a nossa saúde, às vezes causando náuseas, causando até mesmo doenças piores que realmente nos afetamos muito, como doenças cardíacas e neurais (Grupo 7).

Os REEE quando dispostos de maneira inadequada e desmontados sem os cuidados necessários podem ocasionar impactos ambientais, por meio da contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas, de maneira a representar riscos à saúde da população (DIAS et al., 2014). Esses riscos estão relacionados às substâncias tóxicas presentes nestes resíduos, tais como: mercúrio (Hg), chumbo (Pb), selênio (Se), cádmio (Cd), arsênio (As), níquel (Ni) . O descarte impróprio desse lixo no ambiente, como em aterros sanitários sem a infraestrutura adequada, possibilita a ocorrência de lixiviação de metais pelos ácidos orgânicos provenientes da degradação anaeróbica da matéria orgânica, o que leva a contaminação do meio ambiente (MORAES, et al., 2014).

De acordo com Gouveia et al. (2014), inúmeras substâncias presentes nos REEE têm importante ação neurotóxica, como por exemplo, chumbo, cádmio, mercúrio. Exemplificando esses efeitos: o chumbo pode provocar efeitos agudos em crianças, que envolve sintomas gastrointestinais a graves efeitos neurológicos, como a encefalopatia e morte; o mercúrio pode ocasionar problemas no desenvolvimento neurológico de crianças e fetos por ter capacidade de atravessar as barreiras

hemato-encefálica e placentária, de maneira que chega ao cérebro e aos rins. Os grupos mais suscetíveis aos efeitos dessas substâncias são os idosos, doentes crônicos, crianças e fetos.

Com a abertura dessas caixas-pretas, os alunos tiveram a oportunidade de conhecer, o como e o porquê dos prejuízos que o lixo eletrônico no final de sua vida útil, quando despejados ou desmontado de maneira indiscriminada, pode ocasionar ao meio ambiente e consequentemente afetar negativamente a saúde do ser humano. Sendo assim, pondero que além da inclusão dos termos científicos contaminação e poluição no vocabulário dos alunos, estes tiveram conhecimento das substâncias químicas tóxicas presentes nos resíduos eletroeletrônicos e seus efeitos na saúde, como também de que maneira chegam ao ambiente e afetando o solo, a água e o ar.

Relacionaram também os prejuízos ao meio ambiente à intensificação da extração dos recursos naturais, *“Ele prejudica tanto o meio por causa da intensificação da extração dos recursos naturais [...]”* (Grupo 4). De acordo com Xavier (2014) a fabricação de equipamentos eletroeletrônicos demanda uma quantidade expressiva de recursos naturais, tornando-se altamente dependente da atividade extrativista, a qual fornece os minerais essenciais para a produção dos seus componentes, tais como: ouro, prata, ferro, alumínio, berílio, entre outros.

Outro problema ambiental apontado foi à demora da decomposição dos componentes que constituem o lixo eletrônico, *“estes equipamentos são compostos também por **grande quantidade de plástico, metais e vidro**. Estes materiais demoram muito tempo para se decompor no solo”* (Grupo 3). Segundo Lemos e Mendes (2014) os equipamentos eletroeletrônicos apresentam uma **heterogeneidade em sua composição**, pois são constituídos por metais pesados, por **material difícil de reciclar**, como determinados **plásticos**, por material ser de valor no mercado, como a sílica, e por substâncias de valor econômico expressivo, isto é, metais preciosos como a prata, ouro e platina.

Questões como a abordagem de normas/leis que regulam a produção do lixo, o destino que os países desenvolvidos dão ao seu lixo eletrônico oportunizou aos alunos ampliar o “olhar” acerca da temática, os quais correspondem às caixas-pretas: quais são as normas e/ou leis que regulam a produção e destino os aparelhos eletrônicos? O que os países desenvolvidos fazem com o lixo eletrônico

que produzem? A revelação dessas caixas-pretas pode ser visualizada nos trechos que seguem:

O lixo eletrônico é um dos problemas mais grave da humanidade, enquanto a indústria eletrônica cresce, aumenta também a quantidade de lixo eletrônico. A ONU prevê que, até 2017, serão 50 milhões de tonelada em todo mundo. A maior parte é exportada para países asiáticos e africanos, oferecendo riscos ao meio ambiente e a população (Cartaz – grupos 3 e 6).

*[...] hoje em dia muitos países usam dois tipos de meios, os meios aceitáveis que seria algo como elas explicaram da logística reversa a reciclagem, e tem um meio muito usado hoje em dia que é um meio inaceitável [...] que é pegar todo o seu lixo eletrônico jogar em um navio num contêiner e jogar em qualquer outro continente, qualquer outro país do mundo, **que realmente está poluindo e dificultando a vida das pessoas**, por que todos esses **materiais causam mal a saúde das pessoas**. Então, os países **desenvolvidos estão fazendo mal uso desse lixo eletrônico**, hoje em dia [...] Estão jogando para outros países, apenas despejando. Por isso, foi feito uma lei no Brasil e em outros lugares que não pode ser despachado ou recebido lixo eletrônico de qualquer lugar. (Grupo 7)*

De acordo com Xavier (2014) os países mais ricos tendem a não reciclar os seus resíduos eletroeletrônicos devido à falta de instalações apropriadas, altos custos de mão de obra e regulamentação ambientais exigentes. Isso faz com que esse lixo seja depositado em aterros ou exportado para países mais pobres, nos quais serão reciclados por meio de técnicas primitivas, sem garantir a proteção ao meio ambiente. Essa exportação de REEE para países em desenvolvimento está infringindo a Convenção de Basiléia. A Convenção de Basiléia é considerada a primeira referência histórica sobre a regulamentação da gestão ambiental de REEE, a qual foi estabelecida em 1989, com o objetivo de estabelecer critérios sobre a harmonização internacional da movimentação de resíduos perigosos entre os países.

*[...] Existe **Lei nº 12.305/2010** que proíbe o descarte de qualquer lixo em locais inadequados. A solução para esse problema é a **conscientização e atitudes corretas de descarte ou reutilização desses eletrônicos** [...]. Sim, são raras as*

*iniciativas existentes no país para dar outro destino a esse lixo, podemos citar entre eles os estados de: São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba e Belo Horizonte*⁹. (Grupo 6)

No Brasil, o gerenciamento dos resíduos sólidos foi regulado por meio da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), implementada pela Lei nº 12.305 de 2010 e regulamentada pelo Decreto nº 7404 de 2010. Esta regulamentação exige a implantação de sistemas de logística reversa e estabelece as responsabilidades das empresas ao longo da cadeia produtiva (XAVIER, 2014). No entanto, de acordo com Lemos e Mendes (2014, p. 57):

Até a edição da PNRS em 2010, que inclui de maneira expressa os “produtos eletroeletrônicos e seus componentes” dentre as espécies de resíduos abrangidas pelas regras de logística reversa, em seu art. 33, *caput*, inciso VI, não dispunha, no Brasil, de regulação federal (seja legal ou infralegal) que disciplinasse juridicamente a gestão dos resíduos eletroeletrônicos, especialmente no que concerne à obrigação de a cadeia produtiva estruturar e implementar sistemas de logística reversa para esse gigantesco segmento. Mesmo hoje, a regulação federal não nos fornece sequer uma definição do que sejam propriamente os resíduos eletroeletrônicos.

Dessa forma, no âmbito nacional, ainda não existe uma lei específica que regulamente a gestão dos REEE. Alguns estados brasileiros tiveram iniciativas legislativas recentes sobre o assunto, tais como: a Lei do Lixo Tecnológico do Estado de São Paulo, Lei nº 13.576, de 06 de julho de 2009; no Espírito Santo, a Lei Estadual nº 9.941, de 29 de novembro de 2012, a qual dispõe sobre normas e procedimentos para a coleta seletiva, o gerenciamento e a destinação final do lixo tecnológico. Na esfera municipal, tem-se o Município de Manaus, com a Lei do Lixo Tecnológico, Lei nº 1.705, de 27 de dezembro de 2012, que regulamenta o descarte dos resíduos eletroeletrônicos (LEMONS; MENDES, 2014).

Com base em Lemos e Mendes (2014) e Xavier (2014), pondero que os alunos conseguiram compreender corretamente as informações referentes à abertura de suas caixas-pretas, revelando conhecimentos sobre a exportação do lixo eletrônico de países desenvolvidos para países em desenvolvimento, no que concernem as problemáticas socioambientais decorrentes dessas ações; com relação a Brasil, os alunos apontaram a Lei nº 12.305/2010 que regula a logística reversa dos REEE.

⁹ Belo Horizonte e Curitiba são municípios.

Conhecer as leis municipais, estaduais e federais que regulamentam o nosso país, em especial os resíduos sólidos, contribui no preparo dos alunos para o exercício da cidadania, uma vez que serão conhecedores dos seus deveres e direitos. Sobre o assunto, Souza et al. (2016, p. 96) afirmam que:

Os habitantes dos municípios brasileiros, em geral, acomodam-se e não reivindicam seus direitos estabelecidos nas várias leis municipais, estaduais e federais. Esse conformismo, deriva da histórica falta de vínculo entre o ensino escolar e a realidade prática vivenciada pelos alunos, aliada à secular aplicação de uma educação acrítica que contribui para o distanciamento dos verdadeiros objetivos atuais da Educação Básica no Brasil, preconizados na Constituição brasileira de 1988 e na LDB, que objetivam o preparo do estudante para a prática da cidadania, o que pode resultar no exercício do direito de congregação em sociedade e o dever de participar da luta por uma estrutura melhor para si, para seus semelhantes e, enfim, para toda a sociedade brasileira.

Dessa forma, o ensino de ciências não deve ficar atrelado somente ao estudo de conceitos e fórmulas científicas, mas buscar relacionar o estudo das ciências a questões cotidianas em uma perspectiva interdisciplinar. Para Santos e Schnetzler (2010), a educação deve possibilitar ao aluno ter acesso às leis de maneira a propiciá-lo a compreender o seu significado e aplicação, como também, oportunizá-lo desenvolver a capacidade de argumentação e exposição de ideias. Assim, a educação em ciências contribuirá para a formação cidadã ao possibilitar ao aluno desenvolver a capacidade de fazer julgamento crítico e político.

No questionário semiestruturado também foi perguntado: o que você acha que deveria ser feito com eletrônicos que você não quer mais? Sete alunos responderam “*não sei*”, os demais apontaram doar, vender, reutilizar, reciclar e até “*jogar fora*”. Ao analisar essas respostas, chama atenção o aluno que apontou a opção jogar fora o lixo eletrônico, o qual trazia o seguinte “olhar”: jogar fora resolve o problema. Dias et al. (2014) dizem que a falta de informação e de estrutura adequada de coleta de REEE, leva o consumidor brasileiro a não ter hábitos de dar a destinação correta ao lixo eletrônico produzido, depositando-o junto ao resíduo comum.

Vale ressaltar que tiveram alunos que apresentam ideais que contribuem para a conservação e preservação do ambiente, como reciclar, aproveitar e doar. Nesse sentido, a realização do projeto oportunizou aos discentes agregar conhecimentos e

revelar argumentos mais sólidos que visam o coletivo, o que pode ser constatado nos trechos que seguem:

*Eu estava pesquisando sobre a logística reversa e descobri que **é o nosso dever dar um caminho correto ao lixo eletrônico** que já foi utilizado; **é dever dos comerciantes e das fábricas de dar um bom manuseamento para esse lixo**; e **é dever do governo criar projetos** que venham **haver a educação correta**, para que **venhamos a ter a consciência do que é o lixo eletrônico, do que ele pode fazer mal a gente e como ele deve ser descartado**.* (Grupo 2)

O que você pode fazer para ajudar? Procure em sua cidade empresas e cooperativas especializadas em reciclar este tipo de resíduo; se o equipamento tiver em boas condições, doe para instituições; procure não jogar os equipamentos em locais públicos, pois a poluição prejudica o meio ambiente e a saúde da população; e cobrar das autoridades ações que possibilite o destino correto desse lixo no nosso país. “sua ação pode melhorar o planeta”; “basta apenas reciclar para o planeta melhorar”. (Cartaz – grupos 3 e 6)

Ao analisar os trechos identifica-se que os alunos apontaram como uma das soluções para o problema do descarte indiscriminado do lixo eletrônico: a reciclagem, a prática de doar os equipamentos em condição de uso e a destinação correta, como por exemplo, os pontos de coleta para a reciclagem. Percebe-se um “olhar” voltado para o coletivo quando argumentam e indicam que todos os setores da sociedade têm os seus deveres no processo da logística reversa, destacando principalmente a importância da sensibilização por meio de “uma educação correta” de cunho informativo e crítico. Revela também o “olhar” sobre a ação individual em prol da conservação e preservação do planeta, quando propõe, “sua ação pode melhorar o planeta”, a qual vislumbra o coletivo.

Segundo Lemos e Mendes (2014, p. 51) para que aconteça a manutenção da vida das presentes e futuras gerações é fundamental a responsabilidade pós-consumo dos aparelhos eletroeletrônicos pelos indivíduos, no sentido de dar o destino correto, reciclar os resíduos, ter ações de reuso quando o equipamento tem condições de uso e reparo, e principalmente alterações nos padrões de produção e de consumo.

No entanto, não se percebe um “olhar” dos alunos com relação a pensamentos voltados para ações conscientes sobre o consumismo. Sobre essa questão, Besen (2012, p. 43) afirma que “a mudança de hábitos, atitudes e padrões de produção e consumo é gradual e exige grande esforço dos cidadãos e vontade política dos governantes. As pequenas ações voltadas para a sustentabilidade começam em casa, na escola e no bairro”.

Dessa forma, a realização desse projeto oportunizou aos educandos a se “enxergar” enquanto ambiente, que as ações individuais são fundamentais para conservar e preservar a água, o solo, o ar e, principalmente, o nosso bem-estar. A elaboração do cartaz com informações importantes sobre o lixo eletrônico e principalmente o apontamento de ações, o que cada um deve fazer, visando à sensibilização da comunidade escolar, pode ser visto como uma pequena ação desenvolvida na escola que se direciona para mudanças de hábitos e padrões de consumo.

Comparo esse momento com o cultivo de uma semente que germinou, mas para crescer e se fortalecer, dar flores e frutos precisa de cuidados, isto é, ser sempre regada. Dessa maneira, vejo a realização deste projeto como início de um trabalho de sensibilização e conscientização que precisa ter continuidade, pois oportunizará aos alunos o aprimoramento do conhecimento científico de acordo o seu desenvolvimento cognitivo, a aquisição de autonomia e pensamentos críticos, como também um estímulo à incorporação de atitudes que visem à sustentabilidade de maneira que se tornem cultura e seja uma prática vivenciada diariamente pelos educandos.

Assim, o desenvolvimento da estratégia metodológica da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade propiciou aos alunos a autonomia de buscar o entendimento científico sobre as suas dúvidas referentes ao projeto, uma vez que ao analisar os conhecimentos prévios dos educandos percebe-se que a elaboração e abertura das caixas-pretas estão em consonância com a “escuridão” diante de questões que envolvem o projeto. A abertura das caixas-pretas oportunizou aos discentes conhecer informações de cunho científico e com base nesses conhecimentos definir ações corretas com relação ao lixo eletrônico na vida diária, na perspectiva da sustentabilidade. Portanto, houve a construção do conhecimento científico pelos educandos, a qual aconteceu de acordo à necessidade e importância de cada um.

6.2 A re-significação da prática docente (da autora deste estudo) no Ensino de Ciências

Esta categoria emergiu diante da minha reflexão sobre a prática desenvolvida, o ir e vir nas memórias e no material empírico produzido, revelando os entraves enquanto professora aplicadora da IIR e as possibilidades de re-significar a prática, uma vez que o professor não deve ser visto apenas como um sujeito que reproduz conhecimento, mas “pode fazer do seu próprio trabalho de sala de aula um espaço de práxis docente e de transformação humana. É na ação refletida e na redimensão de sua prática que o professor pode ser agente de mudanças na escola e na sociedade” (LIMA; GOMES, 2012, p. 194).

Portanto, a reflexão crítica da própria prática contribui para uma Educação em Ciências capaz de gerar transformações no fazer docente, na escola e nas comunidades dos educandos. Nesse sentido, compreendo que trazer esta categoria para este estudo mostra-se relevante, pois oportunizará expor o meu “olhar” enquanto professora da educação básica, que vivencia diariamente a realidade de uma escola pública no Brasil, ao desenvolver uma estratégia metodológica que se desvincula do ensino disciplinar. Apresento esta análise seguindo a ordem das atividades desenvolvidas.

No primeiro encontro foram desenvolvidas as etapas: elaboração do clichê e panorama espontâneo. O clichê “poderá ser uma lista de questionamentos e concepções, ou ainda, um esquema desses primeiros pensamentos a respeito do assunto estudado” (SIQUEIRA; GAERTNER, 2015, p. 164). Nesse sentido, essa etapa representa os conhecimentos prévios dos discentes, portanto, as questões surgem do que os alunos pensam e/ou do querem saber (dúvidas). Nesse primeiro momento, de imediato, percebi que a maior dificuldade dos sujeitos investigados era elaborar essas questões. Assim como Bettanin (2003, p. 7) considero que essa dificuldade é oriunda da vivência educacional predominantemente disciplinar, em que o “ensino é centrado na palavra do professor, que tem a função de transmitir informações que serão memorizadas pelos alunos para posteriormente serem repetidas nas provas”, portanto, não instiga a reflexão e a elaboração de perguntas, isto é, a problematização dos assuntos estudados.

Partindo dessas considerações, pontuo que essa foi à primeira dificuldade enfrentada enquanto professora aplicadora da metodologia da IIR. E momentos como este me levaram a levantar inúmeros questionamentos, em especial, a saber: como instigar os alunos a ter curiosidade, refletir, elaborar questionamentos, ter posicionamentos, desenvolver autonomia e domínio, sem interferir demasiadamente na condução da IIR? Faço essa reflexão porque me deparei diante de situações conflituosas e com incertezas sobre o encaminhamento das etapas propostas. Friso essa questão, uma vez que o saber-fazer do professor se constrói mediante a prática diária e a reflexão sobre a mesma. É importante lembrar que essa foi a minha primeira experiência docente com essa estratégia metodológica

Contudo, nesse cenário as dificuldades em desenvolver as tarefas propostas pela IIR não são exclusivas dos alunos, o professor aplicador também se encontra diante de dilemas e entraves. Como Pinho Alves (2001) também partilho da ideia que essa dificuldade advém da formação acadêmica e da prática docente, posto que segundo Pinho Alves (2001) a formação docente apresenta uma ampla predominância e valorização conteudística, o que leva a uma prática de ensino também disciplinar, caracterizado por não priorizar as questões cotidianas e aspectos interativos às demais áreas do saber. Portanto, os cursos de formação de professores não oportunizam a interdisciplinaridade e nem a exemplificação de situações da vida diária.

Nesse sentido, a formação disciplinar não condiz com a necessidade interdisciplinar do enfoque CTS, pois “nem nossos docentes nem nossos alunos foram – ou estão sendo – formados dentro da perspectiva da interdisciplinaridade, o que torna os objetivos do enfoque algo que exige bastante reflexão antes que se possa agir” (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 81). Sendo assim, o professor tem que se desafiar a construir os degraus que lhe permitirão ultrapassar as barreiras advindas das experiências enquanto estudante e docente.

Diante das dificuldades dos alunos em construir as suas perguntas, busquei seguir a orientação sugerida por Schmitz (2004): o professor ao fazer a contextualização da situação-problema deve envolver saberes de várias disciplinas e da vida prática do aluno e instigá-los com os seguintes questionamentos: do que se trata? o que deve ser levado em conta?. Para Schmitz (2004), essa etapa visa mostrar aos alunos que a construção de novos conhecimentos deve partir do que já

sabemos; as perguntas não precisam ser corretas e bem elaboradas, o mais importante é instigar o diálogo acerca do assunto. Portanto, os discentes construíram os seus questionamentos dentro de suas limitações e saberes.

O indivíduo deve ser estimulado, na escola, a refletir/questionar sobre fatos/situações, pois “quando um estudante sente a necessidade de perguntar sobre algo é porque, no mínimo, refletiu sobre o assunto, estabeleceu relações entre diferentes conhecimentos e reconheceu que não sabe algo” (MILARÉ, 2014, p. 130). Nesse sentido, a prática de levantamento de problema se mostra promissora, pois instiga os discentes a pensar como resolvê-lo, que métodos e procedimentos utilizar para emergir a solução. É um incentivo a prática do raciocínio, da reflexão, da investigação, da elaboração de hipóteses, do diálogo entre pares, do manuseio de instrumentos, de dados e elaboração de possíveis explicações do problema. Dessa forma, a investigação no Ensino de Ciências oportuniza ao aluno o desenvolvimento de habilidades do pensamento científico e da criticidade em relação ao mundo (SASSERON; MACHADO, 2017).

Dando prosseguimento às etapas da IIR, no panorama espontâneo, os alunos foram instigados, mediante diálogo entre os envolvidos, a selecionar as perguntas (dúvidas) mais pertinentes para solucionar a situação-problema e assim definir as questões (caixas-pretas) a serem reveladas, como também houve o refinamento dessas mesmas questões, algumas correções e direcionamentos. Os discentes também participaram do levantamento dos especialistas e especialidades, das pessoas envolvidas, das normas e condições impostas e as posturas e tensões e definição dos objetivos do projeto.

Segundo Fourez (1997) essa etapa é uma expansão do clichê e ocorre ainda de maneira bastante espontânea, pois não há a participação de especialistas. Nesse momento, os estudantes dialogaram com a professora aplicadora e com seus pares, por meio de reflexões e questionamentos, como também fizeram apontamentos que consideravam importantes pesquisar, revelar os significados.

Nessa ocasião ficou perceptível o empenho dos estudantes, apesar das dificuldades dos mesmos e da agitação. Eram eles que estavam construindo o panorama espontâneo. Eu estava apenas intermediando, conduzindo o interesse, as suas curiosidades acerca da situação-problema, e ampliando as possibilidades de entendimentos. Nessa situação percebi a existência de traços de ações individuais,

isto é, ter iniciativa para escolher e se posicionar sobre fatos/situações, características estas fundamentais para o desenvolvimento da autonomia.

A tomada de decisão é vista como uma característica do indivíduo autônomo. A autonomia confere ao sujeito a habilidade de tomar decisões racionais frente a diversas situações problemas, não ficando dependente de receitas prontas e de especialistas (BETTANIN, 2003). Para isso, o aluno tem que ser incentivado a ter curiosidade, a buscar conhecer/sanar dúvidas sobre assuntos trabalhados em sala de aula e/ou questões da vida prática, ao invés de apenas receber e obedecer a comandos/instruções prontas.

Além da autonomia, também é possível identificar a exposição de opiniões por parte dos estudantes, apesar de que o diálogo ainda respalda-se nos conhecimentos prévios dos educandos. Para Bettanin (2003) a comunicação possibilita ao indivíduo dialogar com o grupo, expor opiniões, ter a capacidade de persuasão, ter segurança e defender suas colocações. Essa comunicação pode ser evidenciada em todas as etapas da IIR, sendo que nas atividades das etapas finais do desenvolvimento das atividades propostas, o aluno terá melhores condições de comunicar-se sobre questões/fatos abordados pelo projeto.

A aquisição de conhecimentos melhora a comunicação e nos liberta de receitas prontas, o que desenvolve a habilidade de julgar o valor das informações, no sentido de possibilitar a distinção entre as que aumentam a nossa dependência em relação aos especialistas, e as que permitem que o indivíduo tenha uma relação mais igualitária (FOUREZ, 1997). Nessa perspectiva, para que a comunicação seja mais efetiva, esse conhecimento tem que ser aprendido pelo aluno de maneira crítica, isto é, ter acesso a conceitos e teorias científicas sabendo a sua aplicação prática no dia a dia, de maneira que essa informação possa contribuir para melhorar a sua qualidade de vida e da comunidade em que está inserido, considerando os aspectos que envolvam questões econômicas, políticas, sociais, cultural e ambiental.

Para a concretização das etapas mencionadas, como também, para as demais que constituem essa IIR, o diálogo, a negociação compromissada entre todos os envolvidos foi imprescindível. Sobre a negociação, Schmitz (2004, p. 44) discorre que esta é vista como o fio condutor dos caminhos percorridos durante o desenvolvimento do projeto, sendo que “no ensino, de maneira geral, ela não faz

parte das atividades dos alunos e muito menos das ações docentes, o professor precisa se desenvolver profissionalmente, se preparar e ser preparado para aplicar a metodologia proposta por Fourez”.

Portanto, a prática da “negociação compromissada” não faz parte da rotina diária da maioria dos espaços escolares, ocasionando um estranhamento, a priori, de professores e alunos ao desenvolver estratégias metodológicas que necessitam de negociação, uma vez que nesse contexto a prática metodológica desenvolvida afasta-se dos princípios disciplinares e os alunos passam a ser responsáveis pela produção de seu conhecimento, enquanto o professor o intermediador. Esse estranhamento aconteceu em alguns momentos durante o desenvolvimento desta IIR, entre estes, cito o relevante, a saber: o conflito entre estudantes, membros da mesma equipe e entre equipes, na hora da seleção das caixas-pretas, ou seja, cada equipe deveria escolher, de acordo com o seu interesse/curiosidade o grupo de caixas-pretas a serem reveladas, sendo que estas foram agrupadas por aproximação de significados para iniciar a pesquisa.

Esse conflito me levou “instintivamente” a adotar o critério de sorteio. Entretanto, a IIR visa promover a autonomia dos estudantes e nessa perspectiva a ação da seleção das caixas-pretas é de suma importância, pois além de possibilitar o exercício da autonomia, o discente também tem a possibilidade de investigar e revelar caixas-pretas mais significativas para si. Ao analisar o ocorrido, pondero que esse fato aconteceu mediante a minha inexperiência enquanto professora aplicadora da Ilha e dos alunos enquanto participantes e construtores do próprio conhecimento, uma vez que não estamos familiarizados com esse tipo de prática metodológica e com a negociação. Entretanto, isto não desqualifica os méritos e as aprendizagens promovidos pela prática desenvolvida, sendo este episódio mais um aprendizado para todos os envolvidos.

Schmitz (2004) argumenta que é natural o professor ter dificuldades ao aplicar a IIR, e aponta algumas, tais como: o cruzamento de saberes oriundos de várias disciplinas; em estabelecer ligações entre os conteúdos tradicionais ensinados na escola; organizar atividades em sala de aula, entre outros entraves que surgem no decorrer da realização das etapas. Nesse sentido, tais dificuldades trazem discussões acerca da necessidade de estabelecer uma formação renovada que considere, principalmente, o sujeito que elabora o saber, isto é, que orienta e conduz

o processo de ensino-aprendizado dos educandos. Sousa (2007) ao aplicar e analisar a IIR corrobora com essas ideias ao identificar em sua pesquisa os seguintes desafios: ensino centrado na ação do professor; a organização do tempo; a adoção de uma prática interdisciplinar em contexto disciplinar; e o cumprimento das tarefas em equipe.

Contudo, fatos como estes devem ser expostos e refletidos pelos professores-pesquisadores, visto que o diálogo e o repensar da prática docente leva a ressignificação do saber-fazer, pois “os professores devem ser considerados como “construtores” ativos e, principalmente, *interativos* de seus conhecimentos profissionais” (SCHMITZ, 2004, p. 47). Logo, o ir e vir nas memórias advindas das experiências profissionais possibilita mediante a um processo reflexivo e crítico, o **Repensar** a prática, o experienciar, mudanças de atitudes, o inovar e o transformar. Dessa forma, de acordo com Schmitz (2004) o professor passa a ter **autonomia**, quando este reconhece e vai à busca de informações para fundamentar a sua prática docente; **domínio**, quanto aos recursos didáticos e os conhecimentos específicos de sua disciplina; e **comunicação**, ter conhecimento sobre o assunto e habilidade para adequar a linguagem para cada situação.

Ao analisar as perguntas que constituem as caixas-pretas, é possível inferir que o interesse/dúvidas dos alunos acerca da situação problema, parte desde o conceito/definição de lixo eletrônico, composição, efeitos na natureza e as consequências para os seres vivos, consumo, descarte, reutilização, reciclagem, tempo de decomposição. O refinamento das perguntas possibilitou ampliar o contexto e envolver outros princípios disciplinares e abarcar outros conhecimentos, como leis/normas que regulam a produção e destino do lixo eletrônico no mundo e no Brasil; o destino dado a esse tipo de lixo pelos países desenvolvidos e os impactos sociais e ambientais.

Portanto, posso inferir que as caixas-pretas selecionadas pelos educandos e ampliadas por meio de diálogos proporcionaram aos discentes um conhecimento amplo, mas considerando as suas limitações quanto à formação/série. Revela também a restrição do conhecimento prévio dos alunos acerca da problemática abordada. Faço essa última inferência, uma vez que a maioria dos alunos, quatorze, não sabia o que é lixo eletrônico. De acordo Schmitz (2004) a caixa-preta representa uma noção de conteúdo/conhecimento que não requer conhecimentos aprofundados

para utilizá-la, sendo que os participantes tem autonomia para selecionar pontos que querem ignorar, isto é, deixar de examinar, e os que querem estudar em maior profundidade, ao considerar que teoricamente um projeto pode apresentar uma infinidade de caixas-pretas.

A próxima atividade desenvolvida foi à consulta ao especialista. Nesse momento, algumas caixas-pretas começaram a ser reveladas. Para Fourez (1997, p.117, **tradução minha**) “esta etapa está ligada à abertura de caixas pretas (são os especialistas que podem mostrar o interesse de certos estudos mais profundos)”. Devido a um contratempo, em virtude da ausência do palestrante, sem comunicação prévia, enquanto professora aplicadora da IIR ministrei a palestra aos alunos e atuei como especialista. Sobre essa questão, Fourez (1997) diz que o professor não deve ser visto como mero organizador do projeto, mas como um especialista que também deve ser consultado e dar as suas contribuições para elucidar as dúvidas dos alunos.

Trago essa situação para a discussão, porque o professor aplicador da ilha irá se deparar com situações/fatos conflituosos e inesperados que pedirá ações rápidas e acessíveis que não prejudiquem o andamento das atividades. Portanto, essa estratégia metodológica não pode ser vista pelo docente como uma receita pronta e acabada que deverá ser seguida rigidamente, devemos considerar o contexto, as especificidades do local, a diversidade da sala de aula, as limitações dos alunos e professores.

No momento da palestra os alunos foram convidados a dialogar, questionar e construir conhecimentos acerca da temática, lixo eletrônico. A palestra abordou informações desde definições/conceituações, aspectos ambientais, econômicos, sociais e culturais considerando o contexto local (Abaetetuba), nacional e no âmbito global. A maioria dos discentes participou fazendo anotações e/ou perguntas. Para exemplificar essa colocação e enriquecer a discussão, trago algumas falas dos participantes.

Ao falar sobre os componentes do computador e seus respectivos materiais de sua composição geral, uma aluna perguntou: “os computadores antigos tinham um volume bem maior, porque eu penso que eles tinham mais materiais dentro dele, os computadores pequenos diminuíram a quantidade de material?”. “[...] na verdade “[...] na verdade eles melhoraram esse material, deixaram mais leve. A maior

parte da massa esses computadores antigos estava realcionada ao vidro usado nesses equipamentos [...]” (professora especialista)

Esse momento representa a exposição de dúvidas sobre aspectos relacionados à temática, sendo que a interação contribui para que o discente exponha ideias, questione, aprofunde conhecimentos, esclareça dúvidas, desenvolva a comunicação, de maneira a oportunizar-lo a participar diretamente na construção do conhecimento, visto como significativo para a sua vida prática, uma vez que suas ações emergem de seus interesses. Portanto, a estratégia metodológica da IIR incentiva os educandos a serem agentes ativos e participativos no processo de ensino e aprendizagem, como também de situações vivenciadas no seu dia a dia, sejam elas oriundas no espaço educacional ou em suas residências.

Ao dialogar sobre o lixo eletrônico e problemas ambientais, um aluno expressou: - *cada vez mais acelera os problemas ambientais, pelo fato de que eles precisam mais de matéria prima. Ao falar sobre o destino do lixo eletrônico, se pode ser jogado em qualquer lugar, os alunos expuseram opiniões, entre estas exemplifico: “não, porque ele não é um lixo comum, então ele tem que ser colocado no lugar adequado”; “temos que pensar no tempo da decomposição”.*

Os alunos expuseram opiniões e fizeram perguntas no decorrer da palestra, apesar da agitação. As falas dos participantes trazidas para essa discussão permite inferir que esse momento oportunizou aos discentes, por meio do diálogo, expressar os seus conhecimentos prévios sobre o assunto, iniciar a imersão em novos conhecimentos e a reflexão propiciando a abertura de outras caixas-pretas. Para Schmitz (2004, p. 162) “as caixas-pretas podem ser abertas com ou sem ajuda dos especialistas e pode-se fazer uso dos conhecimentos das disciplinas ou do cotidiano”.

Essa abertura aconteceu de acordo com as limitações e a compreensão dos discentes acerca dos aspectos abordados, isto é, os seus interesses, indagações, formulação de novas ideias, reflexões sobre atitudes e situações cotidianas no seu domicílio e no município, como por exemplo: Onde jogo o meu lixo eletrônico? O município dispõe de lixão ou aterro sanitário? Esse espaço é adequado para receber esse tipo de lixo? Existem pontos de coletas para esse tipo de lixo no município?

Pondero que essas indagações são primordiais para o melhor entendimento dos alunos acerca da temática abordada, uma vez que possibilita a compreensão do contexto a nível local/município vislumbrando uma contextualização que aborde aspectos ambientais, sociais, econômicos e culturais. Então, a palestra foi fundamental para trazer a tona essas questões e fazer os alunos a pensar sobre a temática partindo do micro, município, para o macro, Brasil e outros continentes/países. Isso permitiu que outras caixas-pretas fossem sendo abertas.

Após aconteceu o “descendo ao terreno”. De acordo com Fourez (1997) esse momento oportuniza aos alunos vivenciar o problema na prática e ter acesso a informações sobre situações concretas do cotidiano. Essa experiência pode ser promovida por meio de visitas, pesquisas, leituras de artigos e revistas, entrevistas, entre outras. O “descendo ao terreno” desta prática docente, se deu por meio da visualização de quatro vídeos que mostram com clareza e profundidade a situação real sobre a produção e descarte do lixo eletrônico no Brasil e no mundo.

Essa etapa foi realizada, mas com algumas dificuldades, pois nos dois últimos vídeos os alunos já estavam impacientes. Diante do ocorrido, percebo que a realização de atividades que oportunizem a interação dos alunos, como por exemplo, visitar usina de reciclagem e/ou aterro sanitário municipal, o desmonte de um equipamento e entrevistar pessoas que consertam equipamentos eletroeletrônicos seriam mais promissores. No entanto, o município não dispõe de usina de reciclagem e não consegui transporte para o deslocamento dos discentes até o aterro; não tenho habilidade para realizar o desmonte de um equipamento; e por fim a ideia de realizar a entrevista somente surgiu após reflexões críticas da prática desenvolvida.

A prática da reflexão pelo professor sobre a própria prática oportuniza-o visualizar com mais clareza o que deu certo e que ações podem melhorar o processo de aprendizagem, tornando-a mais interessante aos “olhos” dos alunos. Para Garrido et al. (2000) a prática do professor tem que ser constantemente reelaborada e para isso é fundamental “ a reflexão sobre a ação” , ou seja, a reflexão sobre três momentos: o antes, o durante e o depois. Essa reflexão deve ser realizada com o objetivo de superar as dificuldades experienciadas no cotidiano escolar.

Em seguida os alunos abriram caixas-pretas sem ajuda de especialista. Para Fourez (1997) nesse momento os conhecimentos serão aprofundados com o recurso disponível, como internet, livros, entre outros; os estudantes serão os responsáveis pelo aprofundamento do conhecimento referente às suas caixas-pretas, tomando decisões e avaliando os resultados obtidos.

Os grupos ao realizarem suas pesquisas na internet mostraram-se organizados, concentrados e autônomos. Os alunos fizeram leituras de textos, visualizaram imagens e vídeos e anotações no diário de campo. Pondero que esse momento foi um dos mais promissores durante o desenvolvimento do projeto, pois os estudantes apresentaram interesse e autonomia ao realizarem suas pesquisas, passando a serem agentes ativos na construção do conhecimento.

Dessa forma, infiro que a realização da pesquisa na internet contribuiu para o desenvolvimento da autonomia pelos educandos, posto que segundo Bettanin (2003) é importante que o indivíduo crie o hábito de buscar informações e utilizá-las com segurança para tomar decisões sobre situações cotidianas, como também para avaliar decisões tomadas por especialistas. Para tanto, a aquisição de conhecimento é fundamental para o desenvolvimento da autonomia para a vida prática.

No próximo encontro aconteceu a abertura aprofundada das caixas-pretas e a descoberta de princípios disciplinares e a síntese da Ilha de Racionalidade produzida. De acordo com Fourez (1997) a abertura aprofundada de caixas-pretas oportuniza o professor trabalhar disciplinas específicas, aprofundando conceitos científicos atrelados ao tema em estudo e outras caixas-pretas poderão ser abertas. Nesse momento apresentei e dialoguei com os alunos sobre a visão histórica do lixo. A reflexão crítica dessa prática após a sua realização me levou a perceber que este momento poderia ter sido mais bem aproveitado, de maneira a trazer mais informações, princípios disciplinares acerca da temática, como por exemplo, o processo de oxidação dos materiais, extração dos minerais e condições socioeconômicas dos trabalhadores das minas.

No entanto, uma problemática enfrentada durante a realização da IIR foi à questão tempo, uma vez que as escolas estaduais iriam entrar em greve, e para a promoção de um maior aprofundamento seria necessário dois ou mais encontros para esse momento; os discentes também relataram na roda de conversa avaliativa

o fator tempo como um dos entraves para a realização das atividades propostas, visto que alunos expressaram: *“nós não consultamos especialistas, porque não tivemos tempo pra isso”*; *“não professora, não foi por que não quisemos, foi à falta de tempo mesmo!”*. Essa última situação pode ser explicada ao analisar: os educandos estavam matriculados e cursando o nono ano no turno matutino e a tarde participavam do minicurso.

Sousa (2007) ao realizar a IIR constatou que a organização do tempo foi um desafio para o grupo, afetando diretamente o planejamento e o desenvolvimento das atividades propostas, como o enquadramento das aulas nos horários, a realização da pesquisa de campo e das apresentações. A peculiaridade do espaço educacional os levou a revisar as ações planejadas e se adequar, o que revelou a organização do tempo como algo desafiador em todas as etapas da IIR desenvolvida. Nesse sentido, a pesquisa realizada oportunizou conhecer que “num projeto, o tipo de tema, a série, a experiência, o professor, a necessidade de planejamento das atividades escolares, o contexto, são aspectos condicionantes de sua duração e não podem ser negligenciados” (idem, p. 111).

Sobre esse assunto, Milaré (2014, p. 132) também corrobora ao apontar que:

O tempo necessário para elaboração e desenvolvimento da Ilha também pode ser visto como um obstáculo para sua execução. O professor necessita de tempo para planejar as atividades e também para desenvolver pesquisas, o que nem sempre é possível para aqueles que possuem elevada carga-horária de trabalho dentro da sala de aula [...].

Portanto, pondero que o tempo disponível foi o condicionante principal do planejamento e da realização das atividades propostas, o que influenciou a concretização das etapas realizadas no espaço escolar como também as atividades extraclases. Além do mais, trago para essa discussão o fator experiência profissional e o ensino disciplinar, pois também condicionaram o andamento das etapas, no que concerne, principalmente, a negociação e os entraves enfreados durante a realização da IIR. Entretanto, apesar das dificuldades enfrentadas e do “olhar” construído a partir da reflexão sobre a prática desenvolvida vislumbrando um maior aprofundamento dos princípios disciplinares, isso não desqualifica os méritos alcançados nesta etapa e traz conhecimentos importantes para a minha experiência docente e para a concretização de futuras práticas com a IIR.

Em seguida aconteceu a apresentação da síntese da Ilha de Racionalidade produzida pelos alunos. Segundo Fourez (1997) esta etapa consiste na elaboração do produto final, que pode ser um texto, relato, síntese, vídeo, teatro, entre outros. Para tanto, os alunos apresentaram a produção escrita de suas caixas-pretas. As apresentações revelaram que a maioria dos grupos, cinco, conseguiu trazer, uns com mais profundidade, conhecimentos científicos/leis e normas importantes que proporcionaram o entendimento sobre os motivos que aumentam a produção do lixo eletrônico, bem como o destino desses resíduos e seus efeitos no ambiente.

Esse momento deve ser conduzido pelo professor com cuidado para não descaracterizar as escolhas feitas pelos discentes, pois nessa etapa é necessário fazer simplificações e resumos considerando as condições de contorno definidas pela situação-problema e fundamentada na negociação compromissada (SCHMITZ, 2004). Nesse caso, os alunos tiveram autonomia para organizar e expor os seus resultados para os demais. Para conduzir este momento tomei como base a proposta do professor participativo colaborador. De acordo com Schmitz (2004, p. 54), a atuação do professor participativo colaborador acontece da seguinte maneira:

A intervenção pode ocorrer no final das atividades ou no encontro seguinte, agregando informações ou corrigindo equívocos. A não interrupção das atividades pode auxiliar o professor no aproveitamento das potencialidades que as mesmas podem proporcionar. As atenções se concentram no conteúdo, mas existe uma preocupação com relação ao processo.

Dessa forma, os alunos primeiramente compartilharam suas sínteses e somente no final das apresentações expus as minhas contribuições, com o objetivo de acrescentar informações, fazer correções e instigar reflexões. Nesse momento busquei deixar os alunos à vontade para expor e dialogar com os pares e usar da autonomia para tomar decisão sobre a forma de apresentação. Percebi que essa minha ação mostrou-se válida nesse processo, pois contribui para que as apresentações acontecessem de maneira natural, uma vez que os alunos se sentiram mais a vontade.

Outro fator importante que aconteceu nesse momento da prática desenvolvida e revelou-se significativo para ser exposto nesta discussão, a saber: o entrave que tive com os alunos com relação à exposição de suas sínteses aos pares. Trago essa afirmação, uma vez que a maioria dos discentes, isto é, os alunos que compuseram quatro grupos mostraram-se tímidos e inseguros e resistiram a priori para expor as

suas sínteses. Ao conduzir este momento tive que lançar mão da *negociação* pautada na motivação e no convencimento. Para isso, dialoguei com a turma sobre o compromisso firmado no primeiro encontro, a participação de todos para que os objetivos do projeto fossem alcançados, como também sobre a importância da exposição de ideias para o desenvolvimento da comunicação e atuação enquanto cidadão. E a partir desse diálogo os alunos que compuseram estes grupos decidiram realizar as suas apresentações.

De acordo com Schmitz (2004) todos os momentos que compõem a IIR devem ser desenvolvidos com base na *negociação compromissada* para que o resultado final seja alcançado, ou seja, a concretização do produto. Para isso, o diálogo entre todos os envolvidos, mediado pelo professor, revela-se como fundamentalmente importante, pois proporciona o estabelecimento da confiança, do respeito e do compromisso. Além do mais, “o diálogo deve ser incentivado para que o aluno desenvolva a capacidade de comunicação, e uma maneira é promover situações para compartilhar os conhecimentos, os resultados das pesquisas” (idem, p.60).

Contudo, o ensino disciplinar restringe o desenvolvimento da comunicação e isso resulta em pessoas tímidas, retraídas e acostumadas a receber informações prontas e aceitá-las. Dessa maneira, a formação disciplinar levou os discentes a ter dificuldade em expor as sínteses produzidas, como também a desenvolver argumentos mais sólidos e críticos. Porém, apesar das restrições pontuadas, cabe ressaltar que os alunos conseguiram expor os resultados de suas pesquisas, o que propiciou aos educandos o desenvolvimento da comunicação, a qual se constrói mediante experiências vividas nos espaços educacionais, como também em outros espaços de socialização.

Dando continuidade à síntese da Ilha de Racionalidade produzida, trago para essa discussão a análise do produto final elaborado pelos discentes, tais como: cartazes (ver, p. 111-112) e banner. Estes produtos foram construídos com o objetivo de sensibilizar a comunidade escolar. Ao analisar essas produções, pondero que estas trazem mensagens bem claras sobre o descarte correto do lixo eletrônico e da importância da ação consciente de cada cidadão para que esse descarte aconteça, no sentido de cobrar

de todos os envolvidos, o que lhe cabe. Portanto, percebo que a mensagem pensada pelos educandos conseguiu ser transmitida nos cartazes produzidos como também no banner. É notória a presença de pensamentos conscientes pelos alunos envolvidos, mas a meu ver, mudanças de atitudes e a concretização de ações que visem à sustentabilidade são construídas ao longo da vida.

Assim, não posso afirmar que os alunos a partir da participação da estratégia metodológica da IIR, já terão ações voltadas para a manutenção dos recursos naturais e da qualidade ambiental, relacionados à produção e descarte de lixo eletrônico. Mas, apresentam conhecimentos que lhe darão suporte para tomar decisões conscientes sobre os resíduos eletroeletrônicos. Diante disso, cabem à comunidade escolar, ao governo, a família e outros setores da sociedade promover ações que visem contribuir para uma formação continuada que valorize a sensibilização, a conscientização e conseqüentemente a promoção de ações vivenciadas no dia a dia, que levem a uma formação cidadã plena e crítica. Contudo, as sínteses produzidas revelam que os alunos conseguiram responder a questão-problema que conduziu o andamento do projeto.

No último encontro, os discentes entregaram-me o produto referente à esquematização global da tecnologia. De acordo com Fourez (1997), a esquematização global da tecnologia corresponde à produção de uma síntese parcial, é o representar teórico da situação vivenciada, o qual pode ser um desenho, um fluxograma, um mapa conceitual, entre outros. O produto escolhido e entregue pelos alunos foram desenhos que representaram o conhecimento adquirido com a abertura de suas caixas-pretas. Com relação à produção criativa, Schmitz (2002, p. 62) afirma que o professor “devem levar o aluno a desenvolver o hábito do trabalho criativo, seja individualmente ou em grupo e incentivar os alunos a vencerem as dificuldades, onde eles são os elementos ativos do processo”.

Sendo assim, a estratégia metodológica da IIR, por meio da autonomia também promove o desenvolvimento de habilidades artísticas tendo como perspectiva a interdisciplinaridade, o que contribui para a formação de alunos autônomos, criativos e construtores de seu conhecimento. A análise dos desenhos revela a construção de um “olhar”, pelos grupos, em consonância com suas respectivas caixas-pretas, no qual se percebe a transposição do conhecimento científico para a produção artística. Sobre esse momento, pondero que o professor

deve deixar os educandos a vontade para escolher a melhor estratégia a utilizar, ao representar o conhecimento adquirido com a abertura das caixas-pretas.

E por último, trago para essa análise a reflexão sobre a roda de conversa avaliativa. Nesse momento, os alunos expuseram o seu “olhar” sobre a estratégia metodológica e a participação nas atividades. Sobre a estratégia metodológica, um aluno expressou: *“os trabalhos que a gente fez, pelo menos não foi uma coisa chata, **desnecessária**, por que a gente teve que **pesquisar pra aprender por nós mesmos**”*. Essa fala revela que a IIR propiciou aos educandos o “aprender por nós mesmos”, pois tiveram que “pesquisar” para construir o conhecimento, dessa forma se tornaram autônomos e agentes ativos no processo de ensino-aprendizagem. Nesse sentido, o aprendizado deixou de ser “uma coisa chata” e “desnecessária” e passou a ter significados, uma vez que correspondia aos seus interesses e indagações.

Para Moraes (2002, p. 136-137):

[...] a utilização dos princípios da educação pela pesquisa possibilita transformar os alunos [...] em sujeitos do processo de sua aprendizagem. Isso significa que os alunos passam a ser considerados como sujeitos pensantes, capazes de tomar iniciativas de sua aprendizagem. Há uma aproximação entre o professor e aluno, passando o primeiro a assumir muito mais uma função orientadora do processo construtivo do aluno.

Dessa forma, pondero que a IIR caminha neste viés, pois oportuniza o educando a problematizar fatos ou/e situações, a partir da elaboração do panorama espontâneo e definição de caixas-pretas, como também promove a prática investigativa, como por exemplo, ao realizar pesquisa, entrevista e participar de palestra com especialista. Nessa conjuntura, o aluno tem autonomia para definir a partir de seu “olhar” os pontos mais importantes que irão constituir o projeto e o professor, passa a ser o mediador do processo.

Com relação à participação nas atividades, alunos expressaram: *“a turma precisa melhorar”*; *“faltou compromisso”*. Nessas falas percebe-se que após a realização da prática, os alunos compreenderam a importância do compromisso para concretização das atividades propostas, sendo que a avaliação os oportunizou a refletir sobre suas ações, a participação e desempenho nas atividades realizadas.

De acordo com Moraes (2002) o professor ao avaliar as aprendizagens do aluno deve envolver o educando no processo avaliativo de maneira a instigá-lo a ter

reflexões sobre sua aprendizagem, pois dessa maneira o professor terá mais condições de avaliar a sua prática e identificar o que deu certo e o que precisa melhorar. “Nesse processo o próprio aluno vai destacando os momentos mais positivos de sua caminhada, assim como suas dificuldades e dúvidas ao longo do processo” (idem, p. 218).

Assim, reviver as memórias construídas em cada etapa ao desenvolver a estratégia metodológica da IIR no espaço escolar e refletir criticamente o saber-ser e o saber-fazer, me oportunizou realizar ponderações significativas sobre o processo de ensino-aprendizagem dos alunos e a influência da minha prática nesse processo, pontuando entraves e possibilidades, como também a imersão intrapessoal no meu saber-ser, enquanto professora de CFB e Biologia, o que me oportunizou a construção de entendimentos relevantes sobre a estratégia metodológica e sobre a própria prática. Portanto, posso afirmar que, hoje, conheço e entendo a dinâmica da estratégia metodológica da ilha e a relevância desta no processo de ensino-aprendizagem no Ensino de Ciências, uma vez que ultrapassa as barreiras impostas pelo ensino tradicional e oportuniza uma formação cidadã crítica que atenda as necessidades reais na vida prática.

Sobre o saber-fazer docente com relação à IIR, ressalto a significância da vivência prática pautada na reflexão diária da mesma, o que envolve a atuação profissional, os alunos envolvidos, as condições socioeconômicas da comunidade onde os alunos residem e onde a escola está inserida, pois esta estratégia metodológica apresenta complexidade, por inúmeros motivos, a saber: foge da dinâmica do ensino disciplinar; apresenta etapas que requerem negociação compromissada contínua de todos os envolvidos; requer do professor habilidades de domínio, comunicação e autonomia, pois terá mais condições de contornar os entraves que surgem no decorrer da prática, tais como: tempo limitado, calendário escolar, diversidade da comunidade escolar, uma vez que envolve indivíduos diferentes carregados de traços da vivência social, no que concernem aspectos culturais, econômicos, social e familiar; entre outros.

Concluo esta categoria respondendo a seguinte pergunta: consegui re-significar a minha prática docente ao desenvolver a estratégia metodológica da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade? A construção dessa categoria possibilitou emergir em minhas memórias, não somente da prática da IIR desenvolvida, como também

memórias enquanto estudante da educação básica e graduação, e das práticas docentes que antecederam a realização da IIR, e analisá-las criticamente com base em leituras realizadas e no “ser professor” que vislumbro a partir da realização desta pesquisa, afirmo que, hoje, percebo o quanto o meu saber-ser e o saber-fazer estavam adormecidos, visto que os vivenciava de maneira mecânica, reproduzindo vivências, sem questionar o que almejo nesta profissão: o professor que desejo ser e que alunos formar.

Contudo, entendo que os momentos vivenciados nesta pesquisa, ou seja, o antes, o durante e o depois, me possibilitou dar o passo inicial na caminhada da re-significação da minha prática docente, a qual deve ser construída diariamente, a cada prática desenvolvida, ao compreender as individualidades de cada turma e identificar os entraves e possibilidades, de maneira a possibilitar alcançar a docente que almejo ser: uma professora do Ensino de Ciências que oportuniza os seus alunos a vivenciar uma educação em ciências transformadora, real e significativa na sua vida prática, no que tange a construção de um futuro melhor para si e para os seus.

7 PONDERAÇÕES QUE EMERGIRAM DURANTE A CONSTRUÇÃO DO “MEU OLHAR” AO DESENVOLVER ESTA PESQUISA

Esta pesquisa é fruto de um sentimento que emergiu da vivência profissional docente, isto é, a necessidade de transformar a prática. Para isso, precisava ter acesso a um suporte teórico e prático que caminhassem juntos de maneira a me oportunizar elaborar, implementar e, principalmente, desenvolver pensamentos reflexivos críticos para avaliar a própria prática e revelar potencialidades e dificuldades na realização de estratégias metodológicas e no processo de aprendizagem dos alunos.

Dessa forma, vislumbrava re-significar a minha própria prática, traçar caminhos possíveis para a concretização de um Ensino de Ciências voltado para a vida diária dos educandos, de forma a contribuir para resolução de situações problemas e no desenvolvimento de pensamentos críticos, ambos voltados para a formação cidadã, assim possibilitando-os tomar decisões e ter condições de melhorar as suas condições de vida e dos seus.

Sob essa perspectiva, conheci o enfoque CTS/CTSA e descobrir que este traz a essência de levar um Ensino de Ciências aos indivíduos que favorece o desenvolvimento do “olhar” deste no ambiente onde está inserido, no que tange as inter-relações ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, auxiliando-os a enxergar este contexto “sem-ventas”, por meio da elucidação da não neutralidade da ciência, a relação desta com a tecnologia e suas influências na sociedade, ou seja, no comportamento e na tomada de decisão na vida prática.

Neste sentido, o enfoque CTSA no Ensino de Ciência mostra-se promissor, visto que rompe com o modelo de ensino mais amplamente usado, atualmente, pelos professores, o qual se baseia na transmissão de informação, no cumprimento de conteúdos programáticos, na memorização, entre outros. Esse contexto, não valoriza os conhecimentos prévios trazidos pelos alunos, não promove o desenvolvimento de pensamentos críticos-reflexivos, e tão pouco questiona a neutralidade da ciência e sua influência em situações vivenciadas diariamente pelos alunos, entre outras questões, as quais dificultam o aprimoramento do “olhar” dos

educandos com relação o seu papel na sociedade e quão importante para a melhoria das condições de vida da coletividade.

Em vista disso, percebi a significância desse enfoque na Educação em Ciências, no que concerne a minha vivência docente e na formação dos educandos. Nesse sentido, busquei conhecer as estratégias metodológicas que promovem o CTSA no Ensino de Ciências, e dentre as possibilidades, identifiquei a Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR), a qual transcorre caminhos opostos ao modelo de ensino disciplinar, uma vez que pauta-se na interdisciplinaridade e tem como principal objetivo a alfabetização científica e tecnológica, por meio da promoção da autonomia, domínio e comunicação.

Apesar das divergências existentes entre a origem desses dois movimentos, o enfoque CTSA e a alfabetização científica e tecnológica, estudos realizados por Ricardo et al. (2004) e Sousa (2007) revelam que esses dois movimentos se cruzam quando são trabalhados em sala de aula em prol da promoção de um Ensino de Ciências que objetiva elevar o domínio do conhecimento científico, atrelado ao desenvolvimento de pensamentos críticos e da comunicação, o que oportuniza a aquisição de autonomia pelos educandos para atuar individualmente ou/e coletivamente. Logo, o aprimoramento dessas habilidades contribui para uma atuação cidadã, visto que o indivíduo terá condições de buscar informações confiáveis, criticar, opinar, tomar decisão, concretizar ações, desenvolver valores voltados para o bem-estar coletivo, entre outras, que culminam para uma formação que garanta o reconhecimento e a atuação prática de deveres e direitos.

A partir dessas ponderações, decidi experientiar a estratégia metodológica da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade no espaço escolar, com uma turma do nono ano do ensino fundamental. Para isso, busquei conhecê-la melhor, por meio de leituras e participação em oficina sobre a IIR, a fim de conseguir o subsídio teórico necessário para implementá-la em sala de aula. Com base nessas informações, elaborarei a situação-problema e o planejamento de ensino da ilha e me aventurei no “novo”, uma vez que essa foi a minha primeira experiência com esta estratégia metodológica.

Ao vivenciar a IIR no espaço escolar, me deparei com a complexidade que envolve essa estratégia de ensino e percebi que o conhecimento teórico não seria o suficiente, que o professor necessita vivenciá-la com frequência na sua prática

docente, sendo que esta deve estar pautada na reflexão contínua que oportunize a análise do processo de ensino-aprendizagem dos alunos e os entraves e possibilidades da própria prática.

Afirmo isso, porque ao aplicar a IIR constatei que a minha prática docente ainda está fortemente atrelada às minhas vivências enquanto estudante e professora da educação básica, pautada em um ensino meramente disciplinar, que evidencia e valoriza ações rotineiras fundamentadas principalmente na transmissão de informação. Não somente o professor se depara neste cenário, mas também os alunos, os quais não estão acostumados a serem agentes ativos da própria aprendizagem.

Apesar dos entraves vivenciados ao aplicar a IIR, a prática desenvolvida foi de grande valor, pois me oportunizou dar o passo inicial na caminhada da resignificação da própria prática e aos alunos a vivenciar um ensino de ciências que caminha num viés diferente que usualmente têm acesso, visto que participaram de atividades que foram orientadas pelas suas indagações e interesses; foram estimulados a pesquisar, apresentar as sínteses de suas pesquisas, elaborar cartazes e banner, produções artísticas, como por exemplo, desenhos. Nesse contexto, o professor deixa de ser o centro e detentor do conhecimento e passa a ser o orientador, o qual irá conduzir e dar o suporte necessário para que os alunos consigam desenvolver as atividades propostas e alcançar os objetivos almejados.

Nesse processo, o ensino e a aprendizagem fluem de maneira natural, pois todos os envolvidos são convidados a participar, sendo que cada indivíduo participante terá que chamar a responsabilidade para si e assumir o seu papel nesse processo, a qual deve acontecer mediante uma prática de negociação compromissada. Dessa forma, o ensino e a construção do conhecimento são promovidos por todos, os alunos produzem e compartilham conhecimento, desenvolvendo a autonomia e a comunicação, e o professor por meio do uso da reflexão sobre a ação tem a oportunidade de aprender também, não somente melhorando a sua atuação docente, mas também conhecendo informações específicas oriundas do projeto.

Por outro lado, para se vivenciar a IIR na plenitude, isto é, alcançar um ensino e aprendizagem que “fluem de maneira natural”, faz-se necessário a realização de prática contínua da estratégia metodológica da IIR, como também de outras

estratégias que oportunizem alunos e professores a criar habilidades que favoreçam a realização das atividades propostas, de maneira a conseguir ultrapassar hábitos e “olhares” construídos ao longo das histórias vividas na educação disciplinar.

A partir da análise do material empírico produzido durante a realização da IIR no espaço escolar, emergiram duas categorias de análise. A primeira categoria intitulada, “olhares” dos alunos sobre o lixo eletrônico: do conhecimento prévio a construção do conhecimento científico, possibilitou-me identificar os conhecimentos prévios que os alunos trouxeram sobre o lixo eletrônico e relacioná-los com a elaboração do clichê e a definição de caixas-pretas a serem abertas, além de analisar a construção do conhecimento científico. Nesse processo, percebi que a escolha das caixas-pretas a serem reveladas estava em consonância com as indagações, as dúvidas dos alunos, as quais foram evidenciadas por meio da análise dos conhecimentos prévios que os mesmos trouxeram.

Nesse sentido, ficou nítido nessa análise que o caminho transcorrido para a construção do projeto apresenta a “essência dos alunos”, as curiosidades e questões significativas aos “olhos” deles. Nesse cenário o professor coordenador apresenta o papel de conduzi-los, no sentido de aprimorar o clichê e permitir uma maior abrangência de conhecimentos vinculados ao projeto, os quais oportunizam entendimentos significativos sobre fatos/situações que são rotineiros e precisam de tomada de decisão no cotidiano.

Sobre a construção do conhecimento científico pelos alunos, estes emergiram a partir da abertura das caixas-pretas selecionadas, por meio da participação de palestra, visualização de vídeos, pesquisas na internet, entre outras atividades realizadas pelos discentes. A decisão das informações que compuseram as suas sínteses e a elaboração de cartazes e banner foi exclusivamente tomada pelos integrantes dos grupos, uma vez que a IIR incentiva o desenvolvimento da autonomia.

Dessa forma, os conhecimentos construídos mostraram-se relevantes, em virtude de atender os anseios dos educandos e revelar informações de cunho científico, como conceitos, destinos corretos orientados pela composição dos resíduos e efeitos no ambiente e na saúde humana, instruções de cunho legal (leis e normas), entre outras, informações que os oportunizaram a construir um “olhar” que

carrega entendimentos importantes para a tomada de decisão e para a aquisição de posturas que versam o coletivo, no que tangem direitos e deveres.

Com relação ao aprofundamento do projeto, concluo que o professor apresenta um papel primordial, visto que este como orientador das atividades propostas deve oportunizar aos educandos trilharem caminhos que os levem a alcançar essa profundidade. Entretanto, o docente não pode transgredir a barreira que garante a autonomia dos alunos. Nesse sentido, após a realização da prática e a reflexão sobre a mesma, percebo a importância de um acompanhamento com maior frequência, por meio de leituras e orientações do material produzido pelos discentes, com o objetivo de revelar caminhos que os mesmos possam seguir.

Trago essa ponderação para as minhas considerações finais, porque penso que o professor ao ter essa ação contribui para que os alunos consigam ampliar os seus “olhares” com relação ao projeto. Mas fica a dúvida: Como conduzir? Concluo que somente a prática e reflexão sobre a mesma, ao longo dos anos, podem garantir um “olhar” mais sensível para saber lidar com as limitações e a diversidade da sala de aula.

A segunda categoria, a re-significação da prática docente (da autora deste estudo) no Ensino de Ciências, traz o meu “olhar” sobre a minha prática, por meio da ação-reflexão sobre a mesma, a partir da análise crítica de cada etapa desenvolvida. Para isso, considere as ações tomadas, como também o reflexo dessas ações no comportamento dos alunos ao desenvolver as atividades propostas. Dessa forma, ao realizar esta reflexão desvinculada de sentimentos de egocentrismo, consegui identificar pontos importantes que irão contribuir para a realização de futuras IIR e de outras estratégias metodológicas desvinculadas do ensino disciplinar, isto é, da prática docente automática.

Nesse processo, hoje, percebo a significância da ação-reflexão-ação do professor ao desenvolver as suas aulas no ensino de ciências, e estendê-la até os alunos também se revela como um meio que poderá contribuir para a melhoria na Educação em Ciências, uma vez que os educandos terão possibilidade de refletir suas ações enquanto estudantes e agentes ativos na produção do conhecimento e construir conhecimentos voltados para o entendimento da importância do seu papel nesse processo.

Contudo, trago para essas considerações finais, um dos objetivos que compõem esta pesquisa: Identificar e analisar a potencialidade de uma IIR para a promoção da formação para a cidadania, de alunos do 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública. Ao analisar este objetivo e tendo como fundamento as análises realizadas do material empírico produzido, concluo que a Ilha Interdisciplinar de Racionalidade, por se desvincular do ensino disciplinar e objetivar promover o domínio, a autonomia e a comunicação dos alunos, pautada no enfoque CTSA, revela-se com potencial significativo na construção da formação cidadã dos alunos do ensino fundamental, como também das demais etapas que configuram o sistema educacional.

No entanto, devo ressaltar que a construção da formação cidadã não acontece somente na escola, ela se estende para outros setores da sociedade e se perpetua durante a vivência social. A escola apresenta-se como o viés que irá conduzir o aluno neste caminho para que depois tenha condições de caminhar sozinho, em busca de uma cidadania plena. Para isso, os professores e alunos devem se permitir vivenciar a IIR para adquirir habilidades e competências que tornem esse processo mais simples e corriqueiro, o qual deve estar fundamentado na reflexão continua de maneira a possibilitar a reconstrução diária do saber-ser e do saber-fazer dos envolvidos, isto é, da comunidade escolar.

Por fim, os aprendizados adquiridos com experiências vivenciadas no espaço escolar por professores-pesquisadores da própria prática devem ser compartilhados com os pares, para que outros professores possam ter inspiração e respaldo teórico para desenvolver a IIR. Para tanto, emergiu desta pesquisa um produto, um livro, o qual foi construído com o intuito de levar esses aprendizados aos educadores que vislumbram uma Educação em Ciências que atenda os anseios e as necessidades dos jovens desse país.

REFERÊNCIAS

ABREU, D. C. **Resíduo Eletroeletrônico: uma abordagem CTS para promover a prática argumentativa entre alunos do Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado Profissional e Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, 2014.

AIKENHEAD, G. S. STL and STS: common ground or divergent scenarios? In: JENKINS, Edgar (Ed.). **Innovations in science and technology education**, v. VI. Paris: UNESCO Publishing, p. 77-93, 1997.

ACEVEDO-DÍAZ, J.A. **El estado actual de la naturaleza de la ciência en la didáctica de las Ciencias**. *Revista Eureka*, vol 5, nº2, 134-169, 2008.

ACEVEDODÍAZ, José Antonio. Lá tecnología en las relaciones CTS. Uma aproximación al tema. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.14, n. 1, p. 35-44, 1996.

ACEVEDO DÍAZ, J. A. VÁZQUEZ-ALONSO, A; MANASSERO MAS, M. A. Papel de la Educación CTS em uma alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v.2, n.2, p. 80-111, 2003.

ALARCÃO, I. (org) **Formação Reflexiva de Professores. Estratégias de supervisão**. Porto: Editora Lda Portugal, 1996.

AULER, D. Alfabetização Científico-Tecnológica: um novo “paradigma”? **ENSAIO - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 05, n. 1, março, 2003.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização Científico-Tecnológica para quê? **Ensaio: Pesquisa em educação em Ciências**, v. 3, n. 1, jun. 2001.

AULER, D. Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. In: SANTOS, W. L. P; AULER, D. **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011, p. 73 – 97.

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antônio. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.1-13, 2001.

AULER, D. Enfoque Ciência – Tecnologia – Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, v.1, número especial, 2007.

BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: UFSC, 2015.

BAZZO, W. A. Introdução aos Estudos CTS (Ciência, tecnologia e sociedade). **Cadernos de Ibero-América – Organização de Estado Ibero-Americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI)**, 2003.

BAZZO, W. A; VON, L. I; PEREIRA, L.T.V. (Eds.), **Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Madrid: OEI, 2003.

BERNARDO, J. R. R; VIANNA, D. M; SILVA, V. H. D. A construção de propostas de ensino em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) para abordagem de temas sociocientíficos. In: SANTOS, W. L. P; AULER, D. **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011, p. 373 – 393.

BESSEN, G. R. Resíduos sólidos: políticas públicas, educação e gestão. In: DOURADO, J.; BELIZÁRIO, F. (org.) . Reflexão e práticas em educação ambiental: discutindo o consumo e a geração de resíduos. São Paulo: Oficina de Textos, 2012, p. 41 - 44.

BETTANIN, E. **As Ilhas de Racionalidade na promoção dos objetivos da Alfabetização Científica e Técnica**. 2003. 185 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

BOCHECO, O. **Parâmetros para a abordagem de evento no enfoque CTS**. Dissertação de mestrado. Centro de Ciências da Educação: Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.

BORTOLETO, A. P. A Prevenção e a Análise do Ciclo de Vida na Gestão de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos. In: XAVIER, L. H; CARVALHO, T. C. **Gestão de resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014, p. 19 - 33.

BRASIL. Lei nº 12.305, 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Presidência da República. Casa civil. Subchecia para assuntos jurídicos.

BRASIL, **Parâmetros curriculares Nacionais: Ciências Naturais/** Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC / SEF, 1998.

BRITO, Licurgo Peixoto de. **Ensino de física através de temas: uma experiência na formação de professores de ciências**. VII CINNECIM. Belém Pará, 2004.

BRITO, Licurgo Peixoto de; GOMES, Nilzilene Ferreira. O Ensino de Física através de temas no atual cenário de ensino de Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 6., 2007, Florianópolis (SC). **Anais...**: Florianópolis (SC): ABRAPEC, 2007. p. 1-11.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino de Ciências**. 3ª Ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CARDOSO, Z. Z; ABREU, R. O. D; STRIEDER, R. B. Lixo Eletrônico: uma proposta CTS para o ensino médio. *Indagatio Didactia*, v.8 (1), julho de 2016.

CEREZO, J. A. L. Ciência, Tecnologia e Sociedade: o estado da arte na Europa e nos Estados Unidos. In: SANTOS, L. W. (et al). **Ciência, Tecnologia e Sociedade: o desafio da interação**. Londrina: IAPAR, 2004, p. 11- 46.

CRESWELL, J. **Projeto de pesquisa: método quantitativo, qualitativo e misto**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 4ª ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DELIZOICOV, D. **Conhecimento, tensões e transições**. Tese. São Paulo: FEUSP, 1991.

DEMO, P. **Pesquisa participante mito e realidade**. Brasília: UnB/INEP, 1982.

DEMO, P. **Pesquisa participante: saber pensar e intervir juntos**. v.8. Brasília: Líber Livro Editora, 2004.

DIAS, S. L. F. G; PRAGANA, V. R; SANTOS, M. C. L. Catadores: uma reflexão sobre os aspectos socioambientais da gestão de Resíduos dos Equipamentos Eletroeletrônicos. In: XAVIER, L. H; CARVALHO, T. C. **Gestão de resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014, p. 87 - 111.

ESTEVIÃO, A. P. S. S. História em quadrinhos no ensino de química como estratégia didática para a abordagem do tema “lixo eletrônico”. Tese de doutorado. Instituto Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, 2017.

EWALD, M. R; GAMA, D; MORAES, S. V. M. Normalização para a cadeia reversa de eletroeletrônicos. In: XAVIER, L. H; CARVALHO, T. C. **Gestão de resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014, p. 149 - 164.

FABRI, F.; SILVEIRA, R. M. C. F. O ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental sob a ótica CTS: uma proposta de trabalho diante dos artefatos tecnológicos que norteiam o cotidiano dos alunos. In: **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 18 (1), pp. 77-105, 2013.

FAGUNDES, A.B; PINHEIRO, N. A. M; VAZ, C.R, O surgimento da ciência, tecnologia e sociedade (CTS) na educação: uma revisão. I Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia, 2009, Ponta Grossa (PR), **Anais...** Ponta Grossa, 2009.

FERST, E. M. A abordagem CTS no ensino de ciências naturais: possibilidades de inserção nos anos iniciais do ensino fundamental. *Revista EDUCAmazônia - Educação Sociedade e Meio Ambiente*, Vol XI, Número 2, Jul- Dez, 2013, p. 276-299.

FOUREZ, G. **A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências**. São Paulo: UNESP, 1995.

FOUREZ, G, et al **Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias**. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Colihue, 1997.

FOUREZ, G. Crise no Ensino de Ciências? *Investigações em Ensino de Ciências*. Porto Alegre – Instituto de Física da UFRGS, v.8, n.2, ago. 2003.

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

FREITAS, H.; OLIVEIRA, M.; SACCOL, A. Z.; MOSCAROLA, J. O método de pesquisa survey. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 105-112, 2000.

FRIEDRICH, L. S. O lixo eletrônico como possibilidade para o ensino de química na formação de professores. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul, 2014.

GARCIA, M; CEREZO, J; LÓPEZ, J. **Ciência, Tecnologia y Sociedad**, Madrid: Tecnos, 1996.

GARCÍA, M. I. G; SEDEÑO, E. P. Ciência, Tecnología y Género. **Revista Iberoamericana de ciencias, Tecnología, Sociedade e Innovación**, n.2, 2002.

GARRIDO, E; PIMENTA, S.G; MOURA, M. O. A pesquisa colaborativa na escola como abordagem facilitadora para o desenvolvimento da profissão do professor. In: MARIN, A. J (org.). **Educação continuada. Reflexões alternativas**. Campinas: Papirus, 2000. p. 89-112.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v.35, n.2, p. 57-63, Mar/Abr. 1995.

GONÇALVES, T. V. O. Formação inicial de professores: prática docente e atitudes reflexivas. Amazônia: In: **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**. v.1, n. 1, p.73-79, 2005.

GONZÁLEZ GARCÍA, M; LÓPEZ CEREZO, J. A; LUJÁN, J.L. **Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología.** Madrid: Tecnos, 1996.

GOUVEIA, N.; FERRON, M. M; KUNO, R. Os impactos dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos na saúde. In: XAVIER, L. H; CARVALHO, T. C. **Gestão de resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2014, p. 113 - 128.

GUARNIERI, P; SEGER, S. Elementos Econômicos da Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos. In: XAVIER, L. H; CARVALHO, T. C. **Gestão de resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2014, p. 67 - 86.

GUNTHER, H. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão? **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Vol. 22, n.2, p. 201-210, maio/ago., 2006.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2010). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acessado em: 16 de set. 2018.

INVERNIZZI, N. &FRAGA, L. **Estado da arte na educação em ciências, tecnologia, sociedade e ambiente no Brasil.** Revista Ciência & Ensino, v.1, número especial, novembro de 2007.

LACERDA, N. O. S; LOPES, E. A. M; QUEIRÓS, W. P. Lixo eletrônico como tema CTS: estudo exploratório sobre compreensão dos estudantes. *Indagatio Didactia*, v.8 (1), julho de 2016.

LEITE, A. C. O; FERRAZ, M. C. C. Educação CTS: reflexões sobre os conteúdos curriculares e as metodologias de ensino e aprendizagem. In: HOFFMANN, W. A. M. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: desafios da construção do conhecimento.** São Carlos: EDUFSCAR, 2011, p. 39 – 50.

LEMO, P. F. I; MENDES, J. M. A. Resíduos eletroeletrônicos e seus aspectos jurídicos no Brasil. In: XAVIER, L. H; CARVALHO, T. C. **Gestão de resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2014, p. 49 - 66.

LINSINGEN, I. V. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, V.1, número especial, novembro de 2007.

LINSINGEN, I. V. O Enfoque CTS e a educação tecnológica: origens, razões e convergências curriculares. XI Congresso Chileno de Ingeniería Mecánica – Anofagasta. **Anais do COCIM**, V.1, p.1 – 11, 2004.

LORENZETTI, L; DELIZOICOV, D. **Alfabetização Científica no contexto das séries iniciais**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

MACHADO, J. *O Município de Abaetetuba*. Abaetetuba: Alquimia, 2005

MARTINS, A. N. A; LEITE, C. P; MARTINS, J. J. A.; SILVA, G. N.; ARAÚJO, G. T. Descarte de pilhas e baterias – A problemática da abordagem nos livros didáticos de química do PNLD 2015 para o conteúdo de eletroquímica. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.9, n.5, p. 31-35, 2014.

MARTINS, I. P; PAIXÃO, M. F. Perspectivas atuais Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino e na investigação em educação em ciências. In: SANTOS, W. L. P; AULER, D. **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011, p. 161 – 184.

MATOS, B. W. P; ROSA, I. S.; GOIS, J. M.; SILVA, R.R; LACERDA, N. O. S. Lixo Eletrônico a partir da educação CTSA: uma proposta do PIBID Química UEG – Anápolis. In: CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG, 3., 2016, Goiás.

MIGUEZ, E. C. Logística reversa como solução para o problema do lixo eletroeletrônico. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2012.

MILARÉ, T. A proposta metodológica de Ilha Interdisciplinar de Racionalidade em um curso de Licenciatura em Química: discutindo informações de corrente de e-mail. **Revista Química Nova Escola**. Vol.36, Nº 2, p. 126-134, maio 2014.

MELO, L. M.; PRÍMOLA, N. S; MACHADO, P. F. L. E-lixo: um tema sociocientífico para aulas de Química com enfoque CTS na educação politécnica. IX Encontro nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Águas de Lindóia, SP, 2013.

MORAES, J. U. P; ARAÚJO, M. S. T. O ensino de física e o enfoque CTSA: caminhos para uma educação cidadã. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012.

MORAES, R. Educar pela pesquisa: exercício de aprender a aprender. MORAES, R; LIMA, V. M. R (Orgs.). **Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002, p. 136-157.

MORAES, V. T; EPINOSA, D. C. R; LUCENA, L. L. Tecnologias de tratamento para resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. In: XAVIER, L. H; CARVALHO, T. C. **Gestão de resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014, p. 19 - 33.

MOREIRA, M. A. O professor pesquisador como instrumento de melhoria de ensino de ciências. **Em aberto**, ano 7, n.40, out/dez, 1988.

MOROZESK, M.; COELHO, G. R. Lixo Eletrônico “Uso e Descarte”: uma proposta de intervenção em uma Escola Pública de Vitória – ES. In: **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 16. n.2, pp. 317-338, 2016.

MORTIMER, E.F. Uma agenda para a Pesquisa em Educação em Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v.2 (1), 2002, p. 36-59.

MOURA, Romero Marinho de. Rachel Carson e os agrotóxicos 45 anos após Primavera Silenciosa. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, v. 5 e 6, p.44-52, 2008-2009.

NEHRING, C.M.; SILVA, C.C.; TRINDADE, J.A.O.; PIETROCOLA, M.; LEITE, R.C.M.; PINHEIRO, T.F. As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de Projetos. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.2, n.1, p. 1-18, março, 2002.

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 7 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2016.

OLIVEIRA, M. K; SILVA, J. F; RIZZATTI, I. M.; FLÔRES, A. M. S. Laboratório de Informática no Ensino de Ciências numa perspectiva CTSA a luz da teoria da aprendizagem significativa. *Revista Araté*, v.11, n. 23, 2018.

PEREIRA, L. A.; NICÁCIO, M. A; BOTELHO, M. L. S. T; SILVA, G. F. Descarte de equipamentos eletroeletrônicos: uma abordagem CTS no ensino profissionalizante de química. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA E ENCONTRO DE EDUCAÇÃO UÍMICA DA BAHIA, 16 e 10, 2012, Salvador, BA.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade**: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PINHO ALVES, J. **Formação de Professores de Física e a Interdisciplinaridade**. 3º ENPEC, 2001.

RICARDO, E. C.; CUSTÓDIO, J. F.; REZENDE JUNIOR, M.F.; ALVES FILHO, J.P. A Abordagem CTS e a Alfabetização Científica e Tecnológica: conflitos e aproximações. In: Seminário Ibérico CTS no Ensino das Ciências, 2004, 3 Aveiro. **Anais...**, 2004.

RICARDO, E. C. Problematização e Contextualização no Ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. de; (Org). **Ensino de Física**. Editora Cengage Learning, 2010. 176p.

RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G. O meio ambiente na concepção de discentes no município de ouro preto 0 MG. *REA – Revista de estudos ambientais (Online)*, v.11, n. 2, jul./dez. 2009, p. 44-58.

SAMAGAIA, Rafaela; PEDUZZI, Luiz O. Q. **Uma experiência com o projeto Manhattan no Ensino Fundamental**. *Revista Ciência & Educação*, v. 10, n. 2, p. 259-276, 2004.

SANTOS, L. L. A educação para ao consumo no espaço da escola: criando a bases para o consumo crítico e solidário. In: DOURADO, J.; BELIZÁRIO, F. (org.) . **Reflexão e práticas em educação ambiental: discutindo o consumo e a geração de resíduos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012, p.69 – 89.

SANTOS, W. L. P. e MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14(2), p. 191-218, 2009.

SANTOS, W. S; ICHIKAWA, E. Y; SENDIN, P. V; CARNAGO, D. F. (organizadores). **Ciência, Tecnologia e Sociedade: o desafio da interação**. Londrina: IAPAR, 2004.

SANTOS, W. L. P. e MORTIMER, E. F. (2000): “O Ensino de C-T-S (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira”, *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, vol. 2, n° 2, p. 1-23.

SANTOS, W.L.P; MORTIMER, E.F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências*, v.2, n.2, dezembro, 2002.

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

SANTOS, W.L.P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Revista** *Ciência & Ensino*, vol. 1, número especial, novembro, 2007.b

SANTOS, W. L. P. Educação científica Humanística em uma perspectiva Freiriana. Resgatando a unção do Ensino de CTS. **Alexandria Revista de Educação em ciências e Tecnologia**, V.1, n.1, p. 109- 131, 2008.

SANTOS, W.L.P. Educação Científica na perspectiva do letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v.12 n.36 set/dez, 2007.

SANTOS, W. L. P. O. *Ensino de Química para Formar o Cidadão: Principais características e Condições para a sua Implantação na Escola Secundária Brasileira*, Dissertação de Mestrado, Universidade de Campinas, 1992.

SANTOS, W. L. P; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. 4ª ed. Injuí: Unijuí, 2010.

SCHMITZ, C. **Desafio docente: as ilhas de racionalidade e seus elementos interdisciplinares**. 2004. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

SCHMITZ, C. **O uso de Ilhas de Racionalidade para abordar temas relacionados à eletricidade, magnetismo e acústica**. 2001. 68f. Monografia (Especialização em Ensino de Física) – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

SCHNETZLER, R. P. Concepções e alertas sobre a formação continuada de professores de química. **Revista Química Nova na Escola**, n. 16, p. 15-20, 2002.

SILVA, A. R.; PAES, C. M.; CORDEIRO, M. L. Resíduos tecnológicos: relato de uma experiência em aulas de ciências com estudantes dos anos finais. *Revista Dynamis*, v.21, n.2, p. 26-40, 2015.

SILVA, O. B.; OLIVEIRA, J. R. S.; QUEIROZ, S. L. Abordagem CTS no ensino médio: estudo de caso com enfoque sociocientífico. In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011, p. 161 – 184.

SILVA, L. F.; CARVALHO, L. M. **A temática Ambiental e o processo educativo: o ensino de Física a partir de temas controversos**. *Revista Ciência & Ensino*, v.1, número especial, novembro de 2007.

SILVA, R. R.; SILVA, E. L. Contextualização do ensino de Química na perspectiva CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente): uma análise inicial. IV Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG, 2018.

SOUSA, R.G. **Desafios, potencialidades e compromissos de uma experiência pedagógica para a formação cidadã: prática CTS construída a partir de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade sobre reciclagem do lixo urbano**. 2007. 196f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas) – Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico, Universidade Federal do Pará. Belém, 2007.

SOUZA, J. R. T.; VALENTE, J. A. S.; ALMEIDA, A. C. P. C.; BRITO, L. P. Ilhas interdisciplinares de racionalidade no ensino de ciências: uma experiência didática no PARFOR na Ilha do Marajó, Pará, Brasil. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática*, V.12 (24), Jan-Jul 2016. p.85-98.

STRIEDER, R. B. **Abordagem CTS e ensino médio: Espaços de Articulação**. Dissertação. Universidade de São Paulo. Instituto de Física – Departamento de Física Experimental. USP:SP, 2008.

STRIEDER, Roseline Beatriz. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. 2012. 283 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. 17 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

TEXEIRA, P. C. G.; CINTRA, E. P. A logística reversa de eletrônicos no ensino de química. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Águas de Lindóia, SP, 2015.

UNIÃO EUROPEIA. Directiva 2002/96/EC do Parlamento Europeu e do Conselho Relativa aos Resíduos de Equipamentos Eléctricos e Electrónicos (REEE), 2003.

VACCAREZZA, L. S. Ciência, Tecnologia e Sociedade: o Estado da arte na América Latina. In: SANTOS, L. W. (et al). **Ciência, Tecnologia e Sociedade: o desafio da interação**. Londrina: IAPAR, 2004, p. 47- 81.

VILCHES, A; PÉREZ, D.G; PRAIA, J. De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. In: SANTOS, W. L. P; AULER, D. **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011, p. 161 – 184.

XAVIER, L. H; CARVALHO, T. C. M. B. Introdução à Gestão de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos. In: XAVIER, L. H; CARVALHO, T. C. **Gestão de resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014, p. 1 - 18.

XAVIER, L.H. Design e Sustentabilidade na Cadeia de REEE. In: XAVIER, L. H; CARVALHO, T. C. **Gestão de resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014, p. 35 - 47.

ZAUITH, G; OGATA, M.N; HAYASHI, M.C.P.I. Um breve panorama sobre a educação CTS no Brasil. In: HOFFMAN, W. A. M (org.). **Ciência, Tecnologia e Sociedade: desafios da construção do conhecimento**. São Carlos: EduFSCar, 2011, p. 21-38.

APÊNDICE A – Questionário semiestruturado

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
 INSTITUTO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E CIENTÍFICA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DOCÊNCIA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
 MATEMÁTICAS – MESTRADO PROFISSIONAL
 ORIENTADORA: PROF^a. Dra. ANA CRISTINA PIMENTEL CARNEIRO DE ALMEIDA
 ORIENTANDA: PATRÍCIA QUARESMA PACHECO
 TÍTULO: MEIO AMBIENTE E LIXO ELETRÔNICO: UMA ABORDAGEM CTSA, A PARTIR
 DE UMA ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE, NO ENSINO DE CIÊNCIAS.

QUESTIONÁRIO SEMIESTRUTURADO

- 1) Idade: _____
- 2) Sexo: _____
 () Masculino () Feminino
- 3) Qual bairro você mora? _____
- 4) Para você, o que é lixo eletrônico? _____
- 5) O seu conhecimento sobre o lixo eletrônico foi adquirido por meio:
 () de leituras do livro didático de ciências.
 () de aulas ministradas pelo professor de ciências.
 () de leituras de revistas.
 () de pesquisas na internet.
 () feiras de ciências.
 ()
 outros _____
- 6) Há objetos eletrônicos em sua casa? Quais?
 () Não
 ()
 Sim _____
- 7) Quando esses objetos não tem mais utilidade, o que é feito com eles?
 () Vendidos.
 () Doados.
 () Jogados no carro do lixo.
 () Abandonados em algum lugar da casa.
 () Jogados no quintal da casa.
 () Jogados em terrenos baldios.
 ()
 Outros _____
- 8) Em sua opinião há algum risco ao meio ambiente ao descartar esses objetos neste local? Quais?

- 9) Para você, qual é o descarte correto desses objetos?

- 10) O que você sugere para diminuir a quantidade de lixo eletrônico?

- 11) O que você acha que deveria ser feito com os objetos eletrônicos que você não quer mais?

APÊNDICE B – Termo de esclarecimento livre e esclarecido

**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E CIENTÍFICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DOCÊNCIA EM EDUCAÇÃO EM
CIÊNCIAS E MATEMÁTICAS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO GUAMÁ – SETOR BÁSICO – AV. AUGUSTO
CORRÊA, 01- GUAMÁ – BELÉM/PA**

Meu nome é Patrícia Quaresma Pacheco. Sou estudante do Programa de Pós-graduação em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas (Mestrado Profissional) do Instituto de Educação Matemática e Científica (IEMCI) da Universidade Federal do Pará (UFPA). Estou realizando uma pesquisa sob a orientação da Prof.^a Dr^a Ana Cristina Pimentel Carneiro de Almeida.

Solicito a prestimosa colaboração aos pais e responsáveis pelo aluno (a) _____ para participar do desenvolvimento do **projeto: Meio Ambiente e Lixo Eletrônico: conhecer para preservar** referente ao desenvolvimento de minha dissertação de mestrado. O projeto será desenvolvido na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Prof^a Benvinda de Araújo Pontes.

Este projeto está sendo desenvolvido em parceria com o professor de CFB (Ciências Físicas e Biológicas) da referida turma e as atividades desenvolvidas pelos alunos no projeto farão parte do processo avaliativo do 3º bimestre.

Atenciosamente.

Assinatura do Pesquisador Responsável

Nome: Patrícia Quaresma Pacheco

End: Trav. Santos Dumont, 598, São Lourenço, Abaetetuba, Pará.

Fone: 91-982365609

Autorizo o aluno(a) a participar desta pesquisa, ressaltando que a publicação dos resultados da pesquisa, e a identidade do aluno(a) será mantida em rigoroso sigilo. Serão omitidas todas as informações que permitam identificá-lo(a).

Assinatura do pai ou responsável pelo aluno(a)

APÊNDICE C – Situação-problema da IIR

PROJETO: MEIO AMBIENTE E LIXO ELETRÔNICO: CONHECER PARA PRESERVAR**SITUAÇÃO-PROBLEMA**

João é morador da cidade de Abaetetuba. Ele tem 16 anos e está matriculado no 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública do município. João é fascinado por tecnologia e quer ter sempre os eletrônicos que estão na moda. O aparelho eletrônico que mais gosta é o telefone celular, não somente ele, mas também os seus amigos da escola, do bairro, das redes sociais. Apesar de sua origem humilde, sempre que pode está trocando de celular, comprando um com tecnologia mais avançada. As pessoas que moram na casa de João e inclusive ele, quando não querem mais os aparelhos eletroeletrônicos descarta-os principalmente no carro do lixo, mas também vendem, doam, abandonam em algum lugar da casa, jogam no quintal da casa e até mesmo queimam. Um dia na aula de ciências, a professora comentou que a quantidade de lixo eletrônico, ao longo dos anos, somente aumenta no nosso planeta e esse tipo de lixo por ser “perigoso” tem que ser descartado corretamente, para não prejudicar a natureza e até mesmo a nossa saúde. Ao refletir sobre o assunto, a professora questionou em sala: **por que o aumento da produção de lixo eletrônico atrelado ao seu descarte incorreto prejudica o meio ambiente?**

João começou a pensar no destino que havia dado a cada um dos itens eletrônicos que havia tido até então. Como ele os demais alunos da turma começaram a refletir e a comentar e perceberam que até então não haviam parado para pensar a respeito deste assunto.

APÊNDICE D – Planejamento de Ensino da IIR

01/09: 1ª etapa e 2ª etapa da IIR.

- Apresentação da proposta aos alunos.
- Elaboração do “clichê” – “Tempestade de ideias” – identificação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema.
- Panorama Espontâneo:
 - ✚ Aprofundamento e organização das perguntas levantadas – Definição das caixas-pretas.
 - ✚ Levantamento de fatores que podem ser considerados na construção da IIR: pessoas envolvidas, normas e condições impostas, as posturas e tensões (possíveis escolhas, atitudes e controvérsias), as bifurcações (caminhos possíveis para a resolução do problema), levantamento e escolha de especialistas e especialidades (área de conhecimento) que podem ser consultados.
 - ✚ Formação de grupos - os alunos se organizarão em grupos.

Nesse momento os alunos serão orientados a pensar sobre as perguntas que irão fazer aos especialistas a fim de elucidar as dúvidas referentes às suas caixas-pretas.

04/09: 3ª etapa – consultar especialistas.

- A definir com os alunos
- Sugestão: palestra ministrada por um representante da SEMEIA (Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Abaetetuba) – Objetivo: apresentar e discutir sobre as leis/normas que regulam o lixo eletrônico no país e relatar sobre a situação do lixo eletrônico no município.
- Para esse momento, os alunos elaborarão perguntas a serem feitas ao especialista a fim de elucidar suas dúvidas referentes às suas caixas-pretas que poderá ser o palestrante e/ou outro especialista, como professores de outras disciplinas, alunos da escola, moradores do bairro, entre outros.

05/09: 4ª etapa – descendo sobre o terreno e abrir caixas-pretas sem ajuda de especialistas.

- Os alunos assistirão vídeos sobre o panorama do lixo eletrônico no mundo e no Brasil. (horário: 14 h às 15h30min)
- Ida ao laboratório de informática da escola, para que os alunos realizem pesquisas na internet, visando aprofundar o conhecimento sobre as caixas-pretas. (horário: 15h: 30min às 17h)

11/09: Elaboração da síntese parcial pelos alunos e esquematização global da tecnologia.

- Os alunos organizarão a síntese parcial do material pesquisado.
- Essa etapa acontecerá na biblioteca da escola.

12/09: Abertura aprofundada das caixas-pretas e descoberta de princípios disciplinares que são à base de uma tecnologia e apresentação da síntese de racionalidade da ilha produzida.

- Nesse momento os alunos apresentarão os resultados de suas pesquisas para os demais alunos, a partir de diálogos e reflexões, acompanhados de tópicos do programa escolar, objetivando aprofundar os conhecimentos científicos.

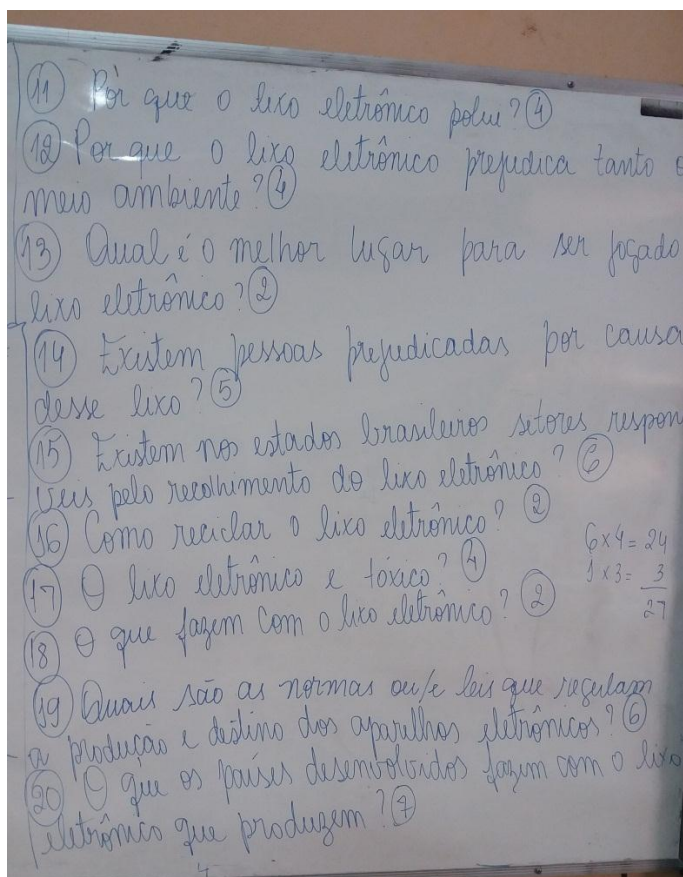
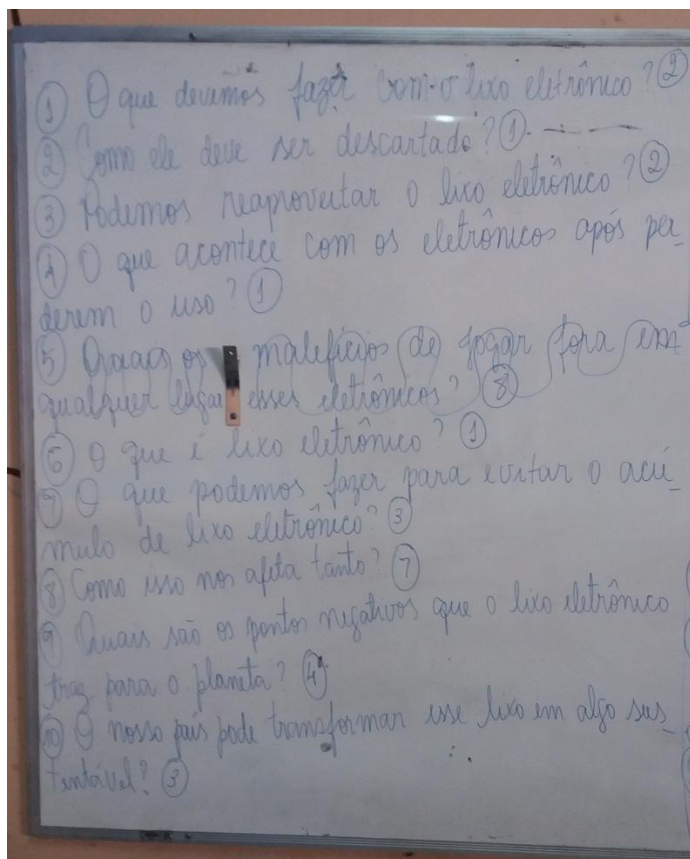
13/09: Finalizar a síntese parcial, acrescentando informações se for necessário, oriundas das apresentações e discussões com a abertura das caixas pretas. A síntese deve ser escrita. Além do texto escrito, os alunos terão a liberdade para usar a criatividade, ou seja, representar o material produzido por meio de um desenho, a elaboração de uma história, um poema, entre outros. Para esse momento os alunos poderão ter o auxílio dos professores das disciplinas de arte e de língua portuguesa.

- Elaboração de cartaz para a apresentação do trabalho desenvolvido a comunidade escolar. O cartaz é trazido apenas como uma proposta quem decidirá são os alunos.

14/09: Apresentação das sínteses da IIR à comunidade escolar.

- Os cartazes ficarão expostos no pátio da escola e os alunos estarão disponíveis para apresentar e tirar dúvidas dos visitantes. Essa exposição tem a finalidade de levar essas informações para os demais alunos e funcionários da escola, na perspectiva de sensibilizá-los para o consumo e o descarte correto desses objetos.

APÊNDICE E – Registro das caixas-pretas no quadro magnético



APÊNDICE F – Slides da palestra

**MEIO AMBIENTE E LIXO
ELETRÔNICO: CONHECER
PARA PRESERVAR**

Palestrante: Profª Patrícia Pacheco

O que é meio ambiente?

O meio ambiente é o conjunto de componentes físicos, químicos, biológicos e sociais capazes de causar efeitos diretos ou indiretos, em um prazo curto ou longo, sobre os seres vivos e as atividades humanas.

O que é lixo?



Lixo é todo e qualquer tipo de material ou resíduo sólido descartado pelas atividades humanas em casa, nas ruas e nas indústrias.

Quais são os tipos de lixo?

❖ Lixo Doméstico

- produzidos nos domicílios.



❖ **Lixo Comercial** – oriundos de estabelecimentos comerciais e de serviços.

❖ **Lixo Industrial** – oriundos das atividades do setor industrial.

❖ **Lixo Hospitalar**



❖ **Lixo Público** – serviços públicos de limpeza urbana.

❖ **Lixo agrícola** – atividades agrícolas e da pecuária. Ex: embalagens de fertilizantes e agrotóxicos.



➤ **Lixo Nuclear** – bastões de combustível radioativo.



➤ **Lixo Entulho** – resto da construção civil.

➤ **Lixo Eletrônico** - Ex: Celular, computador, teclado, televisão, geladeira, pilha, bateria etc.



Lixo Eletrônico



São resíduos gerados a partir de aparelhos eletroeletrônicos ou eletrodomésticos e seus componentes, incluindo baterias e pilhas, produtos magnetizados de uso doméstico, industrial, comercial e de serviços, como aparelho de informática e celulares que deixam de ser úteis por está com defeito ou obsoletos.

Segundo as Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, 2016):

- A indústria eletrônica, a cada ano no mundo, gera aproximadamente **41 milhões** de toneladas de lixo eletrônico.
- Para o ano de 2017 – a expectativa de **50 milhões de toneladas**.
- O Brasil – produzirá **1,4 milhão** de tonelada.

Composição do Lixo Eletrônico

Do que é composta uma tonelada de sucata eletroeletrônica mista:	
Ferro	Entre 35% e 40%
Cobre	17%
Chumbo	Entre 2% e 3%
Alumínio	7%
Zinco	4% - 5%
Ouro	200 a 300 gramas
Prata	300 a 1.000 gramas
Platina	30 a 70 gramas
Fibras e Plásticos	15%
Papel e Embalagens	5%
Resíduos não recicláveis	Entre 3% e 5%

Fonte: Cimélia

Lixo Eletrônico: problemas ambientais

❖ **Produção em larga escala – Intensificação da exploração dos recursos naturais.**

➤ Aceleração do descarte dos aparelhos Eletroeletrônicos:

- Obsolescência programada – indução da redução da vida útil de determinado produto.
- Aparelhos de peças de reposição, entre outros.

❖ **Destino Incorreto**

➤ Destino realizados sem os cuidados necessários

- | | |
|----------------------|--|
| ▪ Lixões | } - Demora na decomposição
- Metais Pesados |
| ▪ Aterros Sanitários | |

Lixão

O lixo é depositado em um grande terreno a céu aberto.

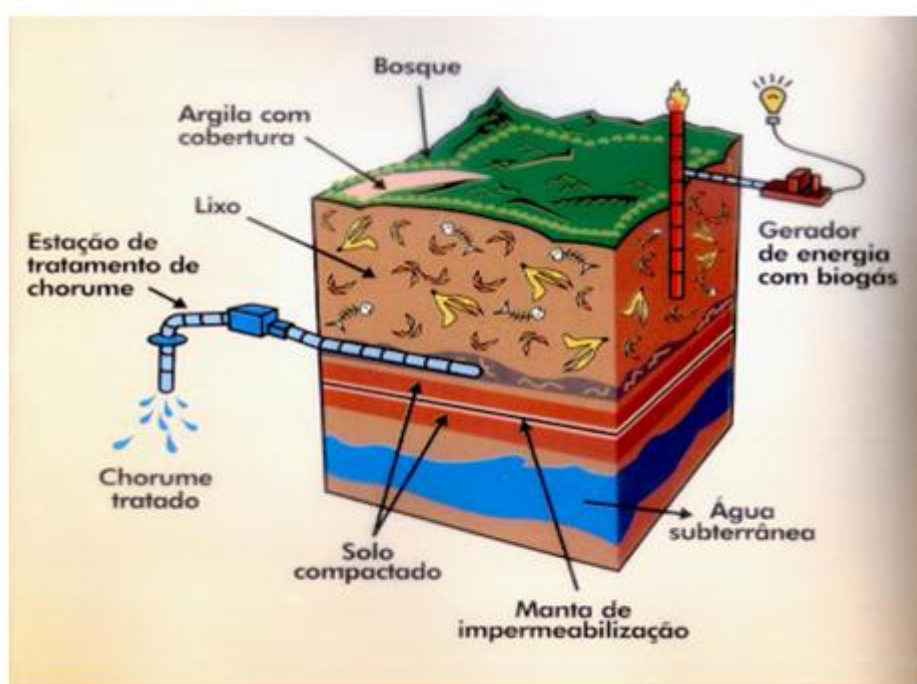
- Os restos de comida permitem que alguns seres vivos se desenvolvam nos lixões, como microrganismo, ratos, baratas e moscas, sendo considerados transmissores (**vetores**) de doenças, pois podem transportar **microrganismos patogênicos**.
- A decomposição dessa matéria orgânica produz mal cheiro e um líquido denominado **Chorume**, que se infiltra na terra e pode contaminar o **lençol subterrâneo de água**.



Aterro Sanitário

O lixo despejado é compactado e coberto com uma camada de terra.

- Para evitar a contaminação do lençol freático, o solo dos aterros é revestido com uma camada de material plástico, que impede que o chorume se infiltre no solo, como também os **metais pesados**.
- O **chorume** acumulado é retirado por tubos e encaminhado para tanques de tratamento.
- A decomposição dos restos de alimento pelos microrganismos gera o **metano**, que pega fogo com facilidade e pode ocasionar explosões. Por isso, há tubulações no aterro para retirar o metano.





Incineração do Lixo

A incineração do lixo significa queimá-lo até que se reduza a cinzas.

- São usados fornos gigantescos.
- Queimar o lixo é mais caro do que enterrá-lo.
- A queima produz **gases tóxicos** e um pouco de cinza, sendo necessário a utilização de filtros.
- Indicado para o lixo hospitalar e resíduos industriais perigosos.



Metais Pesados

- Principais Metais: mercúrio, cádmio, arsênio, zinco, chumbo, entre outros.
- Poluição das águas: o processo de **lixiviação** – **águas superficiais** e lençóis subterrâneos.
- Quando submetidos à combustão, acabam poluindo o ar.



Substâncias dos EEE – Efeitos no Organismo Humano

Substância	Origem	Tipo de contaminação	Efeito
Mercurio	Computador, monitor, televisão de tela plana	Inalação e toque	Problemas de cádmio, distúrbios renais e neurológicos, alterações genéticas e no metabolismo
Cádmio	Computador, monitor de tubo e bateria de laptop	Inalação e toque	Agente cancerígeno, afeta o sistema nervoso, provoca dores reumáticas, distúrbios metabólicos e problemas pulmonares
Arsenio	Celulares	Inalação e toque	Agente cancerígeno, afeta o sistema nervoso e o fígado
Zinco	Baterias de celulares e Laptops	Inalação	Provoca vômitos, diarreias e problemas pulmonares
Manganês	Computador e celular	Inalação	Anemia, dores abdominais, vômito, ataxia, impotência, tremores nas mãos e perturbações emocionais
Chumbo de Amônia	Baterias de celulares e Laptops	Inalação	Acumula-se no organismo e provoca anemia
Chumbo	Computador, celular e Televisão	Inalação e toque	Irritabilidade, tremores musculares, lentidão de raciocínio, alucinação, insônia e hiperatividade
PVC	Usado em fios para isolar cabos	Inalação	Problemas respiratórios

Fonte: Pallone, 2008 (adaptado).

Regulamentação do Lixo Eletrônico

❖ No Mundo

- ✓ Convenção de Basileia – criada em 1989, com o objetivo de proibir a circulação do lixo eletrônico.
- ✓ Tratado internacional assinado por 183 países.
- ✓ A partir desse tratado vários países criaram leis que regulamentaram a produção e destino dos eletroeletrônicos.

❖ No Brasil

- ✓ Política Nacional dos Resíduos Sólidos – Lei nº 12.305, entrou em vigor em 2010.
 - Logística Reversa
- ✓ Resolução CONAMA – 401/2008
 - Regula a produção e destino de pilhas e baterias.

Política Nacional de Resíduos Sólidos Lei 12.305/2010

- Esta lei foi criada com o objetivo de garantir legalmente que as empresas sejam responsáveis pelos resíduos que produzem, dando uma sanção para cada tipo de impacto.
- Não trata individualmente os resíduos eletrônicos.
- o art. 33: "São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:
 - II - pilhas e baterias;
 - VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes

Logística Reversa

- Responsabilidade compartilhada.
- Trata-se, basicamente, de se fazer o caminho contrário: o produto sai das mãos do consumidor e, quando já utilizado, retorna à empresa que o fabricou. Com isso, os resíduos podem ser tratados ou reaproveitados em novos produtos na forma de novos insumos, visando a não geração de rejeitos.
- Todos são responsáveis: **consumidores, importadores e fabricantes.**



Cidadania e Desenvolvimento

Para diminuir o volume de lixo depende de:

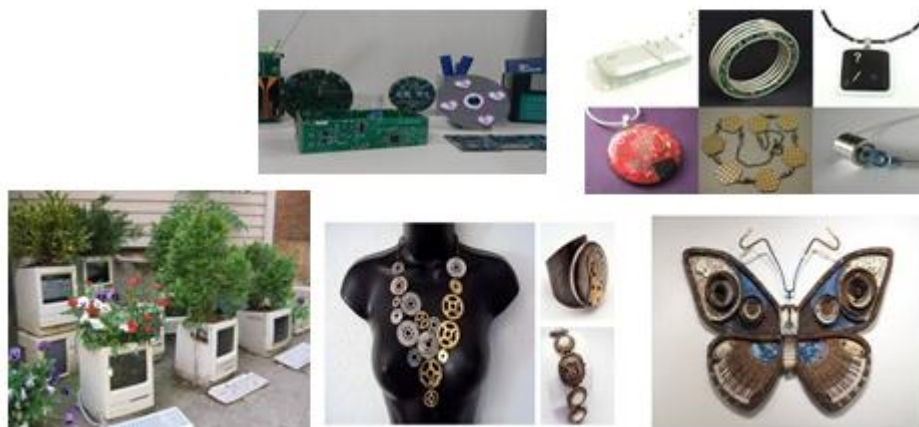
- **R**efletir se é necessário consumir um certo produto.
- **R**ecusar o consumo do que é desnecessário.
- **R**educir o consumo e o desperdício.
- **R**eutilizar embalagens e materiais, se possível.
- **R**eciclar o que não puder ser reutilizado.



Reutilização do Lixo Eletrônico

Reutilização: não se coloca o material em um novo ciclo de produção, mas o reaproveita para outras finalidades.

Ex: Tecnojóias, quadros, esculturas, artigos de decoração, entre outros.



Reciclagem do Lixo Eletrônico

Reciclagem: significa transformar em um novo produto, uma nova utilidade, colocar o material em um novo ciclo de produção, para os mesmos fins originais ou não.

- 90% dos materiais presentes nos eletrônicos podem ser reciclados ou reaproveitados.
- Envolve processos industriais mais elaborados, incluindo reciclagem dos metais e dos plásticos.

VISÃO HISTÓRICA DO LIXO

ÉPOCA DAS CAVERNAS



- Desde da época das cavernas o ser humano já produzia lixo, mas em pequenas quantidades.
- Qual era o tipo de lixo produzido?

Resto de alimentação, como ossos de animais, cadáveres, utensílios feitos de pedra, metal (pontas de flecha) e argila (cacos de vasos de cerâmica).

- **Quando a quantidade de lixo começou a aumentar?**

Começou a aumentar com o **surgimento das cidades** e com o **aumento populacional**.

- O lixo começou a ser um problema e começaram a depositá-los a céu aberto, formando os **primeiros lixões**.
- Os primeiros registros: 500 a.C, na Grécia (Ex: Atenas).
- O lixão começou a atrair ratos, baratas e outros insetos. Diante do problema a solução encontrada foi:

Cobrir o lixo com camadas de terra – registro dos primeiros aterros controlados.

- Tipo de lixo produzido: restos de comida e vestimentas.

IDADE MÉDIA

- **Cada pessoa fica responsável pelo o destino final do seu lixo. Então, o que elas faziam?**

As pessoas Jogavam nas ruas

- Nesse período não exista saneamento básico, ou seja, vasos sanitários e sistemas de esgoto.
- O tipo de lixo produzido: restos de comida, fezes – excrementos de animais.

- **O que isso provocou?**

A proliferação de animais, como ratos e baratas, e com isso o surgimento das epidemias – Peste bubônica, conhecida como peste negra. Vetores: pulgas de ratos.



REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

- Período: século XVIII.
- Surgimento das máquinas – agravamento dos problemas ambientais.
- Não havia preocupação com o meio ambiente, ideia de que os recursos naturais eram infinitos.
- No século XIX: surgimento de material como plástico, borracha, latas de conserva e o náilon.



Quando começou a surgir a vontade de preservar o planeta?



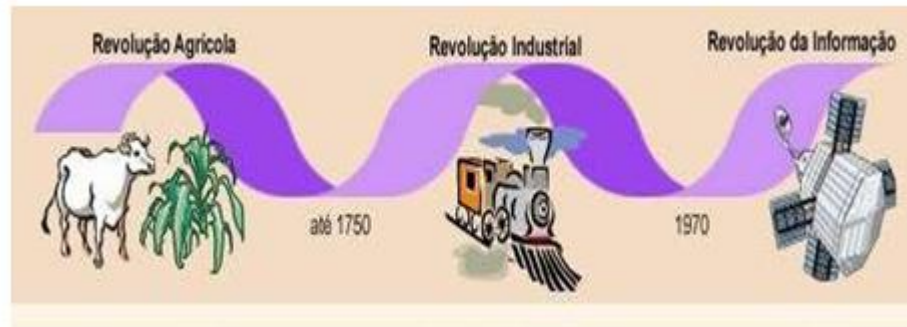
- No século XX, em meados do anos 60.
- Pesquisas começaram apontar os impactos ambientais provenientes da ação do homem na natureza.

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS

- Início do século XX.
- Ex: Fabricação de aparelhos eletrônicos.
- Aumento do consumismo: incentivos por meio de propagandas e o fascínio das pessoas pelos aparelhos.
- Resultado: aumento da produção de lixo doméstico e industrial.
- O consumismo faz: o produto durar menos tempo – OBSOLESCÊNCIA PROGRAMADA. – “Sociedade do descartável”.

O AVANÇO DA TECNOLOGIA

Na história da humanidade pode ser dividida em três ondas: agricultura (até o século XIX), industrialização (final do século XIX até os anos 60) e da informação (início dos anos 70).



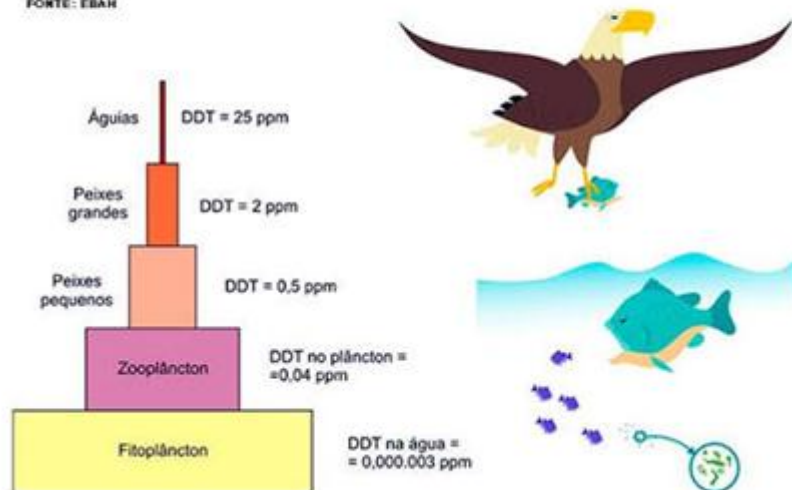
- O avanço tecnológico trouxe benefícios para a sociedade como: facilitar a comunicação, diminuir a distância, facilitar o acesso a conhecimentos, entre outros.

Porém, também trouxe malefícios!!!!!!

- Gera uma grande quantidade de lixo, como lixo tóxico.
- Polui as águas, o ar e o solo.
- Causa doenças nos seres humanos.
- Diminui os recursos naturais disponíveis.
- Leva ao desequilíbrio ambiental.

- Afeta os seres vivos, levando ao desequilíbrio de cadeias alimentares.

FONTE: EBAH



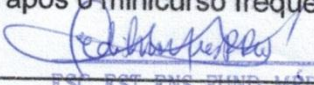
ANEXO A – Aviso

AVISO

Avisamos aos pais ou responsáveis pelos alunos matriculados no 9º ano "B", que nos dias 01, 04, 05, 11, 12, 13 e 14 de setembro, os alunos dessa turma estarão participando do projeto: Meio Ambiente e Lixo Eletrônico: conhecer para preservar, no horário das 14hs às 17hs, no prédio da escola.

Este projeto está sendo desenvolvido em parceria com o professor de CFB da turma e a participação dos alunos no projeto contará pontos para a 3ª avaliação da disciplina.

Observações: Nos dias 05 e 12 os alunos deverão vir com o uniforme de Educação Física, para após o minicurso frequentar a aula de Ed. Física.



ESC. EST. ENS. FUND. MÉDIO
COORDENAÇÃO PEDAGÓGICA

ANEXO B – Ofício destinado a semeia

	GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA EXECUTIVA DE EDUCAÇÃO Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Trav. Santos Dumont c/ Av. São Paulo -Abaetetuba-Pará Fone: (091)3751 - 4685 e-mail: benvindapontes@yahoo.com.br	
---	---	---

Ofício nº 052 / 2017	Abaetetuba, 30 de Agosto de 2017.
Da: Direção da Escola	
À: SEMEIA-Secretaria Municipal de Meio Ambiente	



Solicitamos, através deste, um representante dessa secretaria para ministrar uma palestra sobre o lixo eletrônico, que ocorrerá no dia 04 de setembro de 2017, às 15:00h, neste estabelecimento de ensino, referente ao projeto "Meio ambiente e lixo eletrônico: conhecer para preservar".

Desde já agradecemos sua colaboração.

Atenciosamente.


Manoel Macabato N. de Souza
Diretor
Portaria 408/2013

SEMEIA
Recebi em: <u>30/08/17</u> Hora: <u>11:18</u>
Ass.: <u>Manicléia de</u>