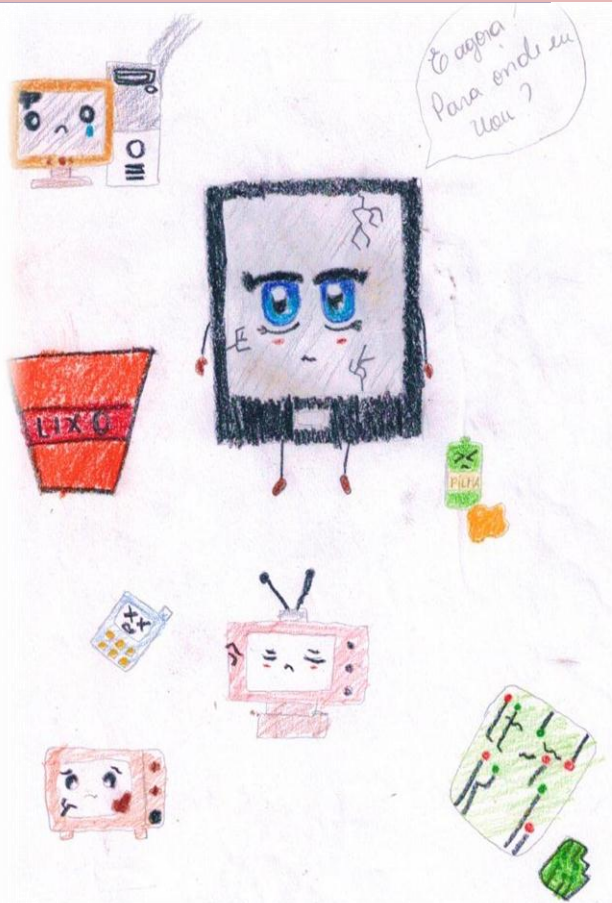


LIXO ELETRÔNICO: o enfoque CTSA por meio da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade

Livro para o Docente

Autores: Patrícia Pacheco
Ana Cristina de Almeida





**Universidade Federal do Pará
Instituto de Educação Matemática e
Científica
Programa de Pós-Graduação em Docência
em Educação em Ciências e Matemática**

**LIXO ELETRÔNICO: o enfoque CTSA por meio da Ilha
Interdisciplinar de Racionalidade**

Elaboração

Patrícia Quaresma Pacheco

*Programa de Pós-Graduação em Docência em Educação em Ciências e
Matemática*

Orientação

Prof.^a Dr.^a Ana Cristina Pimentel Carneiro de Almeida

*Programa de Pós-Graduação em Docência em Educ. em Ciências e
Matemática*

Coordenação Geral

Patrícia Quaresma Pacheco

Direção de Arte e Capa

Patrícia Quaresma Pacheco

Imagem de Capa

Alunos participantes da pesquisa

Imagens ao longo do texto

Patrícia Quaresma Pacheco

Contato

Patyqp2@yahoo.com.br

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	4
1 O QUE É CTSA?.....	8
2 POR QUE ENSINAR CIÊNCIAS NA ABORDAGEM CTSA?.....	13
3 COMO ENSINAR CIÊNCIAS NA ABORDAGEM CTSA?.....	17
4 O QUE É A METODOLOGIA DA ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE (IIR)?.....	27
4.1 Etapas da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade.....	35
5 APROXIMAÇÕES ENTRE CTS E ACT.....	46
6 ORIENTAÇÕES PARA O PROFESSOR: COMO DESENVOLVER UMA IIR.....	53
7 CONHECENDO O TEMA LIXO ELETRÔNICO.....	65
8 EXPERIÊNCIA VIVENCIADA DE UMA IIR NO ENSINO FUNDAMENTAL DE UMA ESCOLA PÚBLICA.....	76
8.1 Primeiro Encontro: elaboração do “clichê” e do panorama espontâneo.....	76
8.2 Segundo Encontro: consulta ao especialista e descendo sobre o terreno (indo a prática).....	85
8.3 Terceiro Encontro: abrir caixas-pretas sem ajuda de especialistas.....	88
8.4 Quarto Encontro: abertura aprofundada das caixas-pretas e a descoberta de princípios disciplinares e a síntese da Ilha de Racionalidade produzida.....	90

8.5	Quinto Encontro: continuidade da síntese da Ilha de Racionalidade produzida – organização de grandes grupos e elaboração do produto final.....	97
8.6	Sexto Encontro: entrega do produto da esquematização global da tecnologia, produto final e roda de conversa avaliativa.....	100
9	CONSIDERAÇÕES.....	106
	REFERÊNCIAS.....	114
	APÊNDICE A- Situação-problema da IIR.....	121
	APÊNDICE B – Slides da palestra.....	123
	APÊNDICE C – Apresentação em slides – aprofundamento das caixas-pretas.....	136

APRESENTAÇÃO

Caro professor(a),

Este livro, produto de uma pesquisa de mestrado profissional, tem como objetivo oferecer subsídios teóricos para a prática docente no ensino de ciências do ensino fundamental. Este material não deve ser visto como uma receita pronta e com passos rígidos a serem seguidos pelo professor, mas como um guia que oferece um respaldo teórico e orientações passíveis de adaptações a realidade escolar, portanto, também possibilita o seu uso em outros níveis de ensino.

Para tanto, realizei um levantamento bibliográfico sobre o enfoque CTS/CTSA, a estratégia metodológica da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR) e o lixo eletrônico/resíduo eletroeletrônico ou e-lixo, como também desenvolvi uma IIR em uma turma de nono ano do ensino fundamental, em uma escola estadual do município de Abaetetuba/PA, no ano de 2017. Este estudo foi realizado sob a orientação da Prof^ª Dr^ª Ana Cristina Pimentel Carneiro de Almeida, pelo curso de mestrado profissional oferecido pelo Programa de Pós-Graduação em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas da Universidade Federal do Pará/UFPA.

Este livro é composto por oito unidades. A primeira unidade apresenta uma pequena síntese sobre a origem do movimento Ciência,

Tecnologia e Sociedade (CTS) e o enfoque CTSA na educação. Dessa forma, busquei trazer para este livro informações que explicam os motivos que levaram ao surgimento deste movimento e os objetivos propostos pelo mesmo, bem como a sua disseminação para o setor educacional.

A segunda unidade traz informações que justificam o uso da abordagem CTSA no ensino de ciências pelos professores. Apresenta as contribuições desta abordagem para este ensino, como por exemplo, a valorização da construção de uma visão adequada e real sobre a natureza da ciência, na perspectiva de uma formação crítica e cidadã dos discentes.

A terceira unidade aponta estratégias de ensino que oportunizam o professor de ciências ministrar suas aulas na abordagem CTSA. Tem como principal referência Brito e Gomes (2007), os quais propõem os microtemas, o ensino através de temas, os temas geradores e a Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR). A IIR, foco deste livro, é apresentada detalhadamente na unidade quatro.

A quarta unidade traz informações sobre a estratégia metodológica da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR), por meio da caracterização e apresentação dos objetivos, além de mostrar as etapas que a compõem, bem como, os procedimentos e objetivos de cada etapa.

A quinta unidade apresenta as aproximações entre CTS e ACT. Estes são de origens diferentes, portanto, torna-se relevante revelar as

características comuns que as aproximam e condicionam estarem atrelados.

A sexta unidade apresenta algumas orientações para o professor de como elaborar e implementar a Ilha Interdisciplinar de Racionalidade no espaço escolar, além de trazer reflexões relevantes sobre o processo de avaliação das aprendizagens dos alunos na IIR.

A unidade sete traz informações sobre a temática: lixo eletrônico. Estas informações são referentes à definição de lixo eletrônico; classificação dos eletroeletrônicos; componentes químicos e efeitos no ambiente; efeitos das substâncias tóxicas, presentes nesses equipamentos, em seres humanos; entre outros.

A unidade oito é um relato da minha experiência ao desenvolver a IIR em uma turma de nono ano do ensino fundamental, no qual apresento de maneira detalhada as etapas desenvolvidas, os instrumentos utilizados e as dificuldades enfrentadas.

Em suma, este livro foi construído a partir dos meus anseios enquanto professora de Ciências da educação básica, ou seja, com base na seguinte premissa: ao ter acesso a este material como gostaria que fosse. Dessa forma, as informações aqui apresentadas visam sanar dúvidas e subsidiar a elaboração e implementação da IIR no espaço escolar. Portanto, este material foi elaborado de professor para professor, visando levar informações que contribuam para o saber-fazer docente.

1 O QUE É O CTSA?

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). 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.

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 opositores 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, à tecnologia e a sociedade, chamadas, na época, STS – *Science, technology and society*” (BAZZO, 2015, p. 185).

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.

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. “Para alguns essa incorporação é desnecessária, uma vez que essas consequências ambientais formam uma parte essencial das relações CTS”. (VILCHES et al., 2011).

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

[...] 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.

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.

Assim, o enfoque CTSA no Ensino de Ciências visa promover uma formação cidadã que vislumbre o aprendizado do conhecimento científico de maneira contextualizada, isto é, envolvendo questões políticas, econômicas, cultural, social e ambiental, com o entendimento de direitos e deveres na perspectiva da tomada de decisão consciente sobre questões individuais e/ou coletiva.

2 POR QUE ENSINAR CIÊNCIAS NA ABORDAGEM CTSA?

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 (ACEVEDO-DÍAZ, 2008).

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.

Nesse sentido, o uso de temas sociais na perspectiva do enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade/Ambiente (CTS/CTSA¹) no Ensino de Ciências oportuniza a promoção da Alfabetização Científico-Tecnológica dos alunos, uma vez que propicia a compreensão crítica sobre as interações Ciência-Tecnologia-Sociedade, por meio da problematização de construções históricas sobre atividades científica e tecnológica, o que leva a superação do modelo de decisões tecnocráticas, a superação da perspectiva salvacionista, redentora atribuída à Ciência-Tecnologia, superação do determinismo tecnológico e também contribui para a superação do ensino propedêutico (EULER, 2003).

A superação do modelo de decisões tecnocráticas propicia aos indivíduos a participar democraticamente das decisões. A tecnocracia coloca os especialistas como sendo os únicos capazes de solucionar os problemas, inclusive os sociais, de modo eficiente e neutro (EULER, 2003). Euler e Delizoicv (2001) afirmam que a tecnocracia não deixa espaço para a tomada de decisões de cunho tecnológico na perspectiva democrática, uma vez que esta se vincula a uma visão de progresso e

¹ Daqui por diante para conformar com diversos autores que usam CTS e outros que usam CTSA, eu referirei CTS/CTSA.

resolução de problemas com eficiência. Nesse sentido, o especialista é visto como o único capaz de comandar o processo, pois a participação pública levaria a incertezas, o que é inaceitável nessa visão.

A perspectiva salvacionista caracteriza-se pela compreensão que as pessoas têm sobre a Ciência e a Tecnologia, pensa-se que os problemas serão resolvidos com o avanço da ciência e da tecnologia, sendo que não se considera as relações sociais existentes nesse contexto (Euler, 2003). Para Euler e Delizoicov (2001) o desenvolvimento científico e tecnológico não pode ser visto como um processo neutro, pois tem expressiva influência na sociedade e este progresso não coincide necessariamente com o avanço social e moral. A resolução dos problemas presentes na sociedade vai muito além do conhecimento técnico e da inovação tecnológica, envolve aspectos econômicos, históricos, culturais, políticos, entre outros.

O determinismo tecnológico considera “autônoma e independente das influências sociais. Sendo o desenvolvimento científico-tecnológico apresentado como irreversível, inexorável, representando a marcha do progresso, exclui a possibilidade de alterar o ritmo das coisas” (AULER, 2003, p. 76). Portanto, dispensa a participação dos cidadãos em decisões que interfere diretamente a sua vida diária. Segundo Auler e Delizoicov (2001) o determinismo tecnológico sustenta a ideia de caminho único, isto é, em direção ao progresso, por meio da propagação de ideias, “mitos”, que afirmam que o progresso social é resultado do progresso tecnológico, uma vez que a

inovação tecnológica gera riqueza e o bem-viver. Entretanto, o avanço tecnológico é uma atividade social sendo direcionada pela sociedade ou por segmentos desta, sendo que o desenvolvimento tecnológico é influenciado por condições econômicas, políticas e sociais, bem como, organizações estatais e privadas.

O ensino Propedêutico tem como objetivo preparar o aluno para o vestibular, para serem futuros cientistas e o “cidadão do futuro”. No entanto, este ensino valoriza o conteúdo, o estudo de conceitos científicos isolados, atrelados a disciplinas específicas, o que não contribui para a compreensão de situações ligadas à vida dos estudantes (EULER, 2003).

Dessa forma, o Ensino de Ciências na abordagem CTS/CTSA propicia ao educando construir um “olhar” diferenciado, real e coletivo sobre a Ciência, de modo a compreender que esta não é neutra, que trabalha em prol de interesses de grupos sociais. Contudo, as decisões sobre Ciência e Tecnologia devem acontecer de maneira democrática, com a participação da sociedade.

Assim, para que os cidadãos tenham condições de participar deste momento com autonomia e fundamentado cientificamente para tomar decisões, este deve ter acesso a um Ensino de Ciências que lhe propicie o desenvolvimento de habilidades e aptidões que garantam a participação democrática, que verse pelo entendimento de direitos e deveres em prol do bem-estar coletivo, na perspectiva da formação cidadã crítica e plena.

3 COMO ENSINAR CIÊNCIAS NA ABORDAGEM CTSA?

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).

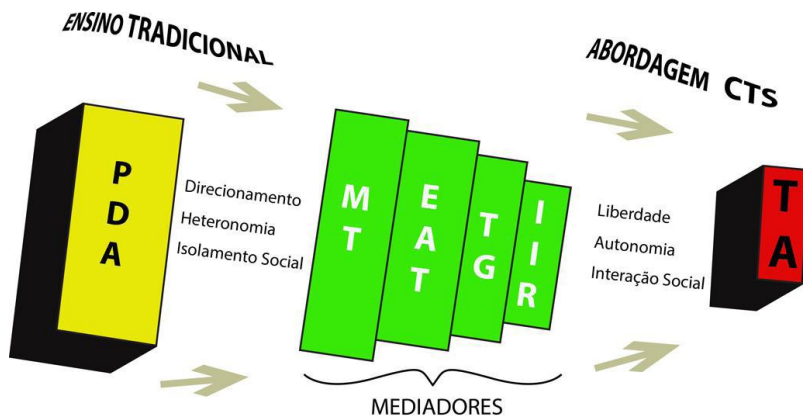
Sobre o assunto, Santos e Schnetzler (2010) apontam que são diversificadas as estratégias de ensino abordadas nos cursos CTS/CTSA, que podem ser demonstrações, levantamento de questionamentos, palestras, experimentos em laboratório, entre outras. Esse ensino envolve atividades dinâmicas com envolvimento 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 plena, 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 CTS/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/CTSA, isto é, a Tendência Atual (TA). Esse esquema é apresentado na figura 1.

Figura 1: Representação da trajetória do ensino tradicional até a abordagem CTS/CTSA proposto por Brito e Gomes (2007)



LEGENDA

PDA: Prática Dominante Atualmente

MT: Microtemas

EAT: Ensino Através de Temas

TG: Temas Geradores

IIR: Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade

TA: Tendência Atual

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

Na figura 1, 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/CTSA. Segundo Brito e Gomes (2007) a abordagem CTS/CTSA 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.

O Tema Gerador (TG) surge por meio de investigação temática (FREIRE, 1987). 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 irá ser implementado 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 a 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 unidade 4, sendo 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.

4 O QUE É A METODOLOGIA DA 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 “superiência” 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 “racionais” 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 fundamentais 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 ao 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, por meio da observação e identificação da apropriação do conhecimento pelo aluno sobre o assunto que envolve a Situação-Problema. Dessa forma, o conhecimento

adquirido fundamentará as decisões, dando segurança na tomada de decisão, na argumentação ao expor suas ideias, no desenvolvimento do pensamento crítico e a aquisição de responsabilidade frente a situações concretas. Sobre a *autonomia* o referido autor argumenta que:

Para o **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 estratégia metodologia da IIR, bem como, os procedimentos e os objetivos de cada etapa.

4.1 Etapas da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade

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 (SCHMITZ, 2004).

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 CTS/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. Sendo assim, com o objetivo de justificar estarem atrelados apresento na unidade que segue as aproximações entre CTS e ACT.

5 APROXIMAÇÕES ENTRE CTS E ACT

O movimento CTS ou CTSA emergiu em um contexto diferente do movimento ACT. O CTS/CTSA 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/CTSA 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/CTSA 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/CTSA e o ACT, visto que este documento aponta que a promoção da educação científica por meio de estratégias CTS/CTSA 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/CTSA 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/CTSA 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 (SANTOS, MORTIMER, 2002).

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, Souza (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 Souza (2007, p. 62, **grifos meu**), as características que aproximam o CTS/CTSA 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, Souza (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” (SOUZA, 2007, p. 63).

Para Ricardo et al. (2004) existem evidências de aproximações entre o CTS/CTSA 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).

6 ORIENTAÇÕES PARA O PROFESSOR: COMO DESENVOLVER UMA IIR

O desenvolvimento da estratégia metodológica da IIR requer do professor uma série de decisões, num período determinado, a fim de construir um modelo teórico proposto com o objetivo de esclarecer a Situação-Problema. Para tanto, a *negociação compromissada* entre os envolvidos é vista como o principal alicerce do processo, sendo que “o professor deve privilegia-la e cuidar para, até certo ponto, não induzir ou direcionar as escolhas feitas pelos alunos” (SCHMITZ, 2004, p. 67). Schmitz (2004) esclarece que esse contexto é desafiador para o docente, uma vez que o aluno terá participação direta nas decisões e organização das atividades, questões estas, normalmente, exclusivas do fazer docente.

Pensando nisso, Schmitz (2004) apresenta reflexões significativas à prática docente, com relação à elaboração e desenvolvimento da IIR no espaço escolar. Sendo assim, trago para este livro algumas dessas reflexões, a fim de contribuir para o saber-fazer dos professores de ciências. De acordo com Schmitz (2004):

✚ Na fase preliminar da IIR, isto é, antes da sua realização no espaço escolar, o professor deve definir as pessoas envolvidas, a finalidade e aplicabilidade do projeto, o material didático, as fontes de informações, o tipo de produto final e o tempo disponível. A partir

da análise dessas informações, o docente elabora a **Situação-Problema** e o **Planejamento de Ensino**. Esta organização inicial é definida por Schmitz (2004) como sendo a **Etapa Zero**.

- ✚ A Situação-Problema deve apresentar as seguintes características: ser percebida pelos alunos como um problema; adaptada ao nível de conhecimento dos alunos; ser instigadora para os discentes, de maneira que estes sintam a necessidade de abordá-la; executável no intervalo de tempo disponível; passível de abordagens multidisciplinares; e percebida com alguma importância extraclasse. Essas características, além de evidenciar o conhecimento científico também deve considerar o lado humano, de maneira a envolver princípios, valores e normas implícitas ou explícitas. Dessa forma, a Situação-Problema permite abranger a análise de experiências que compõem valores e atitudes da realidade estudada e “passa a ser um processo que, além de novas informações, pode promover novos modos de perceber, de agir, de pensar e de ser” (idem, p. 75).
- ✚ É importante que o professor tenha conhecimento sobre o assunto abordado na Situação-Problema. Para isso, este deve realizar, por exemplo, entrevista à especialista, pesquisas na internet, fazer leituras em livros específicos, artigos, entre outros, os quais lhe deem o subsídio teórico necessário para conduzir a IIR no espaço escolar.
- ✚ O **Planejamento de Ensino** envolve conhecer a realidade, elaborar o plano, executar o plano, avaliar e aperfeiçoar o plano. O *conhecer*

a realidade compreende conhecer o aluno, o seu ambiente e suas ansiedades, ou seja, identificar os seus interesses, como também os recursos disponibilizados (humanos, didáticos, financeiros, entre outros). A *elaboração do plano* consiste em determinar os objetivos; selecionar e organizar os conteúdos e os procedimentos de ensino; selecionar os recursos humanos e materiais; selecionar os procedimentos de avaliação; e estruturar o plano de ensino. Neste momento, segundo Schmitz (2004, p. 79) o professor poderá:

(a) determinar a periodicidade de apresentação dos trabalhos desenvolvidos pelos alunos; (b) a quantidade de aulas destinadas para desenvolver a IR; (c) como será feita a avaliação; (d) ver possibilidade de permitir que os alunos escolham a forma de trabalho – em pequenos grupos ou em um grande grupo; (e) como será feita a distribuição das tarefas ou (f) ajudar a determinar alguns elementos da Situação-Problema, entre os muitos que se oferecem. Ou seja, o professor estabelece as atividades, em linhas gerais, cuidando para não direcionar as escolhas que os alunos deverão fazer, pois isto significaria interferir no resultado da IR.

- Os objetivos que irão compor o plano devem estar voltados para os *objetivos educacionais* (econômico, político, social e humanista), *objetivos pedagógicos* (domínio, autonomia e comunicação) e os *objetivos operacionais da IIR* (o bom uso dos especialistas, o bom uso das caixas-pretas, o bom uso de modelos simples, o bom uso das metáforas ou comparações, o acesso às linguagens e modelos científicos e técnicos padronizados, o bom uso das traduções, o bom uso da

negociação, o bom uso da articulação entre saberes e decisões, o bom uso dos debates técnicos, éticos e políticos, o uso e a invenção de modelos interdisciplinares; as Ilhas de Racionalidade) e os objetivos de cunho didático (listar e classificar as ideias, ampliar o panorama espontâneo, entre outros). Estes objetivos irão acompanhar e orientar todas as etapas que constitui esta estratégia metodológica.

- Os recursos podem ser humanos ou materiais. Os recursos humanos compreende a comunidade escolar (professores, alunos, coordenação pedagógica, direção, entre outros), como também especialista, entre outros. Os envolvidos, como por exemplo, professor pode assumir dupla função, o de coordenador da IIR e especialista. O recurso material envolve fonte de informação (biblioteca, internet, laboratório, entre outros), audiovisuais (vídeo, internet, fotos, entre outros).
- A listagem e organização do conteúdo são compreendidas por Schmitz (2004, p. 87) da seguinte forma:

[...] os conteúdos que possivelmente serão abordados vão depender das caixas-pretas relacionadas no desenvolvimento do projeto. Desta forma, *listar e organizar os conteúdos* significa dizer que o professor deve fazer um esquema em torno da Situação-Problema, levantando as possíveis caixas-pretas (os possíveis caminhos, tópicos, conteúdos) das várias disciplinas que poderão participar do projeto.

- O professor também pode listar as linhas de ação, ou seja, as atividades, as técnicas e estratégias de ensino que poderá lançar mão para que os objetivos possam ser alcançados. Nesse sentido o professor poderá, por exemplo, “no clichê, escolher um vídeo para ser apresentado para os alunos [...] optar em estabelecer se os trabalhos serão em equipes ou em grande grupo, como será a avaliação e sua periodicidade” (SCHMITIZ, 2004, p. 89-90).
- ✚ O professor ao desenvolver o clichê da Situação-Problema poderá solicitar aos alunos, individualmente ou em pequenos grupos, que formulem perguntas por escrito; assistir um filme; fazer uma visita de campo; fazer leitura de artigo de jornal ou revista; ou por meio de apresentação oral do professor sobre a Situação-Problema. O produto desta etapa poderá ser elaborado somente pelos alunos ou pelos alunos e professores.
- ✚ O panorama espontâneo é realizado pelos alunos com a orientação do professor. Nesse momento, por exemplo, os alunos podem ficar organizados em grandes ou pequenos grupos, e o professor os auxilia em organizar as ideias. Schmitiz (2004, p. 105) propõem:

A participação do professor é muito importante em diversos momentos, para que ocorram os debates e os alunos apresentem as suas opiniões. Assim o professor deve ter clara a concepção sócio-construtivista associada ao processo (para que as idéias não sejam as suas), para auxiliar os alunos a apresentarem o maior número possível de atores, caixas pretas, especialistas e especialidades e, posteriormente, seja necessário um descarte. Pois

caso contrário se for levantado somente o número suficiente ou limitado de elementos (de atores, de normas, caixas pretas, especialistas, especialidades, etc.), isto não ajudará a promover o bom uso da negociação, o bom uso das caixas pretas e o bom uso de modelos simples.

- ✚ O professor poderá conduzir a etapa, consulta ao especialista, da seguinte forma: visita do especialista em sala de aula, em que o especialista pode proferir palestra ou responder perguntas colocadas pelos alunos; elaborar um questionário a ser respondido pelo especialista, sem a presença dos alunos; os alunos entrevistam os especialistas, gravam ou anotam, e assim participam da construção das respostas; e consulta ao especialista via internet. Nesse caso o professor, de acordo como Schmitz (2004, p. 110):

[...] tem a oportunidade de colocar o aluno frente aos objetivos mais operacionais da ACT. Neste momento os alunos são obrigados a se comunicarem, a utilizarem um vocabulário que vai além do coloquial, eles devem também dominar a linguagem e certos modelos científicos (como por exemplo, energia, célula, poluição) [...].

- ✚ Em todas as etapas, o professor deve acompanhar e orientar os alunos, por meio de esclarecimentos de dúvidas e apontamentos de possibilidades, mas de maneira a garantir a autonomia dos discentes. Esta orientação tem como objetivo possibilitar a abertura e o aprofundamento das caixas-pretas, isto é, desenvolver uma representação teórica significativa para o projeto.
- ✚ Sobre o grau de participação do professor, Schmitz (2004) classifica da seguinte forma:

a) **Não Participativo:** envolve desde o comportamento do professor espectador até o professor moderador neutro. Nesse caso, o professor não se envolve no processo de construção da IIR e restringe-se a manter a ordem e a disciplina da turma.

b) **Participativo com interferência:** nesse caso a interferência acontece em tempo real, o professor participa das atividades e interrompe constantemente a apresentação dos discentes, sendo que as colocações são voltadas ao conteúdo, ao invés do processo.

c) **Participativo colaborador:** a intervenção acontece no final das atividades ou no encontro seguinte, com o objetivo de acrescentar informações e/ou fazer correções. Nesse caso, o professor contempla o conteúdo e o processo.

d) **Participativo complementar:** a intervenção pode acontecer no final de uma etapa ou no final do projeto. Neste momento, o professor objetiva abortar aspectos relacionados ao conteúdo ou ao processo como um todo.

✚ O grau de participação do professor pode interferir/influenciar no resultado da IIR. Dessa maneira, o docente deve atuar como mediador de maneira mais ampla, por meio de atitudes que promovam a pesquisa, a ação de questionar e a flexibilidade diante do contexto vivenciado. Dessa forma cabe ao professor, de acordo com Schmitz (2004, p. 61-62):

a) evitar que a IR se torne excessivamente técnica ou superficial; b) que não adquira somente os contornos de uma disciplina em particular; c) evitar que os

alunos façam as escolhas relacionadas com o projeto, sem critérios definidos, ou que não utilizem os conhecimentos escolares para ajudar na construção da IR.

- ✚ Assim, o professor não deve ficar “engessado” pela estratégia metodológica ou pela organização inicial da IIR. As atividades propostas devem ser flexíveis, isto é, ser ajustadas ao contexto vivenciado, tendo como parâmetro os objetivos e as potencialidades de cada etapa a ser desenvolvida, e dessa forma garantir o desenvolvimento do domínio, autonomia e comunicação dos alunos.

Em suma, é importante frisar que Fourez (1997) não propõe a etapa zero na estratégia metodológica da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR), portanto, esta tem início na etapa um. Mas, diante da complexidade da IIR e das dificuldades dos professores ao desenvolvê-la, uma vez que requer um ensino de cunho interdisciplinar e participação direta e ativa dos alunos na construção das atividades e do conhecimento, a etapa zero apresenta-se como uma alternativa válida e valorosa para os professores, principalmente, os que não são familiarizados com a IIR.

Segundo Bettanin (2003) o professor ao avaliar a aprendizagem do aluno na IIR, este deve analisar o desenvolvimento da autonomia, do domínio e da comunicação pelo educando. Com relação à autonomia, o autor defende que o professor deve avaliar cinco critérios, tais como: o conhecimento, o hábito de buscar informações, ter ideias próprias, ter criatividade e capacidade de concluir uma atividade. Estes critérios

estão interligados e são fundamentais para o desenvolvimento da autonomia pelo aluno, pois para que um indivíduo tenha autonomia é fundamental o **conhecimento**, para isso este deve adquirir o **hábito de buscar informações** sobre uma situação para tomar decisões, tendo como fundamento análises críticas, com a formulação de juízos de valor, portanto, ter **ideias próprias**. Para o desenvolvimento da autonomia também é importante à **criatividade** e a **capacidade de concluir uma atividade**.

Sobre a comunicação com os outros, Bettanin (1998) afirma que esta visa desenvolver a capacidade de dialogar do aluno. Para tanto, o professor pode utilizar como critérios avaliativos, a observação de algumas atitudes que indicam o desenvolvimento da habilidade de comunicação, a saber: a relação dos alunos com os seus pares, se estes conseguem participar e contribuir na equipe; o diálogo dos alunos com o especialista, observar como dialogam e como lidam com as informações que buscam; observar a iniciativa dos educandos no debate, os termos usados para expressar suas ideias, bem como a segurança como as colocam; o poder de convencimento das argumentações usadas; e analisar se os alunos conseguem elaborar um modelo teórico da Situação-Problema de maneira a relacioná-la com as diversas áreas do conhecimento.

Acerca do domínio, a avaliação realizada pelo professor pode estar pautada na observação e análise de alguns aspectos que possibilita determinar se o aluno tem o domínio do conhecimento durante o

desenvolvimento da IIR, tais como: análise da colocação de ideias nos debates; se o indivíduo utiliza adequadamente os termos científicos; se relaciona os conhecimentos à situação problema, como também se usa o conhecimento de diversas áreas para chegar à solução do problema; se tem segurança na tomada de decisão; o uso de argumentação para expressar suas ideias; capacidade de abstração; se desenvolve pensamentos sistêmicos e críticos; e se desenvolveu a capacidade de pesquisar.

Para Schmitz (2004) o professor deve esclarecer aos alunos como vai os avaliar. Esta avaliação pode acontecer mediante alguns instrumentos, a saber: avaliar o material produzido pelos discentes, individual ou coletivamente; observar o grau de participação nas atividades; solicitar relatório das participações dos especialistas ou resumos, entre outros. No entanto, o processo de avaliação deve ser realizado pelo professor de forma moderada, pois dependendo dos instrumentos usados para acompanhar as aprendizagens dos alunos, vai demandar um período de tempo longo e pode interferir no desenvolvimento da IIR.

Assim, a avaliação das aprendizagens na estratégia metodológica da IIR deve acontecer durante todas as etapas desenvolvidas e está apoiada na regulação das aprendizagens por meio de um feedback de qualidade, ou seja, o professor deverá identificar as dificuldades e as potencialidades dos alunos e promover meios que contribua para minimizar os pontos negativos e maximizar as potencialidades. Sobre a

regulação das aprendizagens Fernandes (2009) diz que é um processo que visa controlar as aprendizagens para que possa ser consolidada, desenvolvida e redirecionada essa mesma aprendizagem, e o feedback devidamente preparado possibilita ultrapassar essas dificuldades, uma vez que se estabelecerá uma comunicação entre professor e aluno.

Dessa forma, a avaliação não deve acontecer somente no sentido professor - aluno, na qual o professor visa diagnosticar o nível de aprendizagem, mas também no aspecto intrapessoal, no que tange a prática reflexiva tanto dos alunos quanto dos professores. Nesse sentido, os discentes devem ser instigados a refletir sobre suas ações, seus deveres e direitos enquanto estudante, isto é, o que fizeram para que a aprendizagem acontecesse. Já o professor deve realizar a reflexão contínua sobre a sua prática, com o objetivo de direcionar o seu saber-fazer para as necessidades reais dos discentes, de maneira a oportunizá-los a ter uma aprendizagem real.

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 docente 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).

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. 108). 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 (2004, 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”.

Nesse sentido, o processo reflexivo e crítico possibilita ao professor **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.

7 CONHECENDO 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
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	-	Destrói 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

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

(Conclusão)

	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, comprado 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, Europa, 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, por sua vez levando 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 o 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).

8 Experiência Vivenciada de uma IIR no Ensino Fundamental de uma escola pública

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, a qual aconteceu por meio da realização de um minicurso com uma turma de nono ano no contra turno, no turno vespertino.

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

No primeiro encontro 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.

Ao iniciar o minicurso 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 (Apêndice A).

Vale ressaltar que nas etapas propostas por Fourez (1997) a situação-problema surge no clichê. Mas a prática metodológica realizada nessa pesquisa, também se baseia no trabalho desenvolvido por Schmitz (2004), o qual propõe a elaboração da situação-problema na etapa zero. Dessa forma, justifico ter iniciado a Ilha com a apresentação da situação-problema, ao invés de construí-la com os discentes no clichê.

A situação-problema foi elaborada com base na pesquisa exploratória. A pesquisa exploratória visou conhecer o nível de conhecimento, opinião e atitudes dos alunos, das turmas finais do ensino fundamental II, sobre a temática abordada. A análise dos dados revelou 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. Tais caixas-pretas são apresentadas no quadro 1.

QUADRO 1: 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.

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

Para este encontro estava programado a palestra. O palestrante seria um representante da Secretaria Municipal de Meio Ambiente. 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 Secretaria Municipal de Meio Ambiente do município de Abaetetuba (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 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 B). 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 lixão 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”. Foi o momento de mostrar os vídeos². Os quatro vídeos correspondem a uma série de reportagens transmitidas pelo Jornal Nacional no ano de 2015 a qual aborda à 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

² 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/>

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.

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

No terceiro encontro aconteceu a abertura das caixas-pretas sem ajuda de especialistas. 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 2.

Figura 2: 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 próximo encontro aconteceria na biblioteca da escola 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.

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

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.

Entre 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 á 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 de slides (Apêndice C) 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. 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, sendo que cada grupo apresentou a síntese que elaborou. Esse momento pode ser constatado na figura 3.

Figura 3 – 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, a 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 a 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 caderno 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 tido esta experiência e ter vivenciado a IIR na prática docente e diante das reflexões realizadas, me vejo mais capacitada para dar continuidade à realização dessa metodologia no espaço escolar.

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

Neste encontro estavam presentes 26 alunos. 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 4.

Figura 4: 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.

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

No sexto encontro estavam presentes 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.

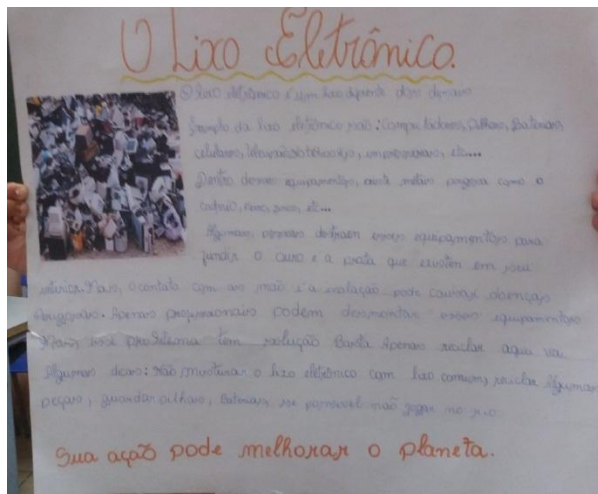
Ao chegarem à sala, os integrantes de dois grupos “maiores” entregaram-me suas produções, sendo que uma era o texto escrito que irá compor o banner e a outra o cartaz. O cartaz produzido pelas equipes 4 e 7 foi finalizado na sala no horário previsto para o encontro. As imagens dos cartazes podem ser visualizadas na figura 5 e 6.

Figura 5: Cartaz produzido pelas equipes 4 e 7



Fonte: Arquivo da autora.

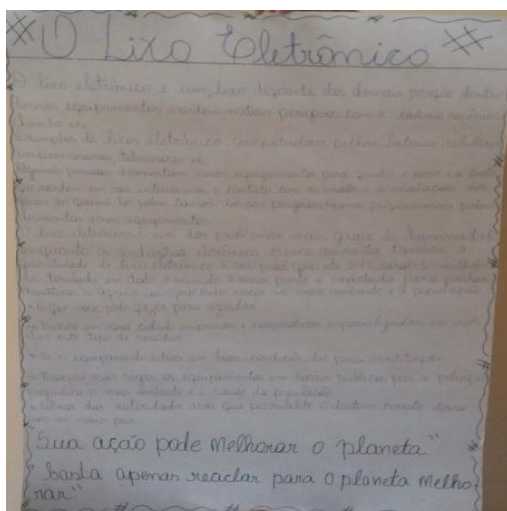
Figura 6: Cartaz produzido pelas equipes 3 e 6.



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 precisava 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 7.

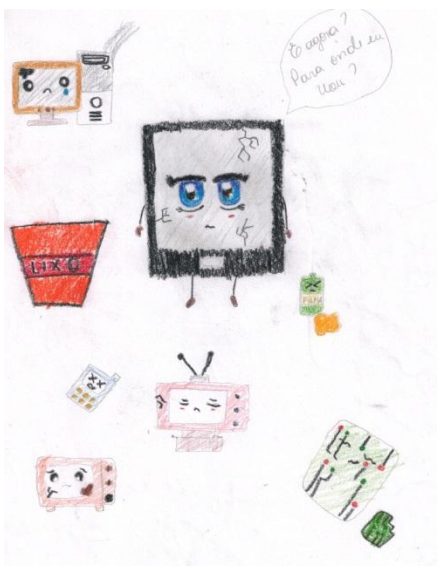
Figura 7: Cartaz refeito pelas equipes 3 e 6.



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 8 e 9.

Figura 8: Desenho ilustrando o conhecimento adquirido com a abertura das caixas-pretas.



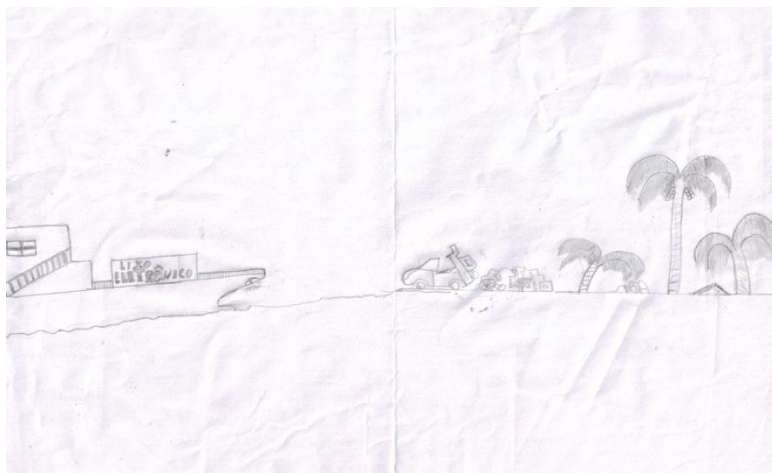
Fonte: Arquivo da autora.

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 9: 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 irão 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.

9 CONSIDERAÇÕES

O enfoque CTS/CTSA visa 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.

Portanto, 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 visto disso, percebi a significância desse enfoque na Educação em Ciências, no que concerne a minha vivência prática 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 Souza (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/ coletivamente. Logo, o aprimoramento dessas habilidades contribui para uma atuação cidadã ampla, 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 experienciar à 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 está 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 as 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.

Porém, apesar dos entreves vivenciados ao aplicar a IIR, a prática desenvolvida foi de grande valor, pois me oportunizou dar o passo inicial na caminhada da re-significação 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 pelos suas indagações e interesses; foram estimulados a pesquisar, apresentar as sínteses de suas pesquisas, elaborar cartazes e banner, e 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.

Ao analisar os conhecimentos prévios dos alunos constatei que a escolha das caixas-pretas a serem reveladas estava em consonância com as indagações, as dúvidas dos alunos. 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.

A construção do conhecimento científico pelos alunos emergiu a partir da abertura das caixas-pretas selecionadas, por meio da participação de palestra, visualização de vídeos, pesquisas na internet, entre outras atividades que realizadas pelos docentes. 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 essas considerações, 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.

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 “olhares” voltados para o entendimento da importância do seu papel nesse processo.

Assim, 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.

REFERÊNCIAS

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.

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

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

FERNANDES, D. Avaliar para aprender: fundamentos, práticas e políticas/Domingos Fernandes. São Paulo: Editora UNESP, 2009.

FERST, E. M. A abordagem CTS no ensino de ciências naturais: possibilidades de inserção nos anos iniciais do ensino fundamental. *Revista EDUCAmazônia* -

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.

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

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

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, 2004.

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.

LEMONS, 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.

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.

MIGUEZ, E. C. Logística reversa como solução para o problema do lixo eletroeletrônico. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2012.

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.

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.

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.

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.

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, 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. 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; 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.

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.

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.

UNIÃO EUROPEIA. Directiva 2002/96/EC do Parlamento Europeu e do Conselho Relativa aos Resíduos de Equipamentos Eléctricos e Electrónicos (REEE), 2003.

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 – 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 B – 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
 - Aterros Sanitários
- } **-Demora na decomposição**
} **-Metais Pesados**

Lixão

O lixo é depositado em um grande terreno a céu aberto.

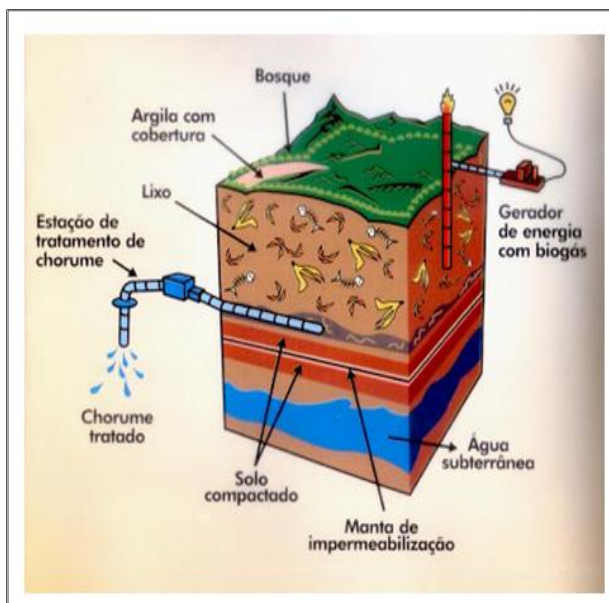
- Os restos de comida permitem que alguns seres vivos se desenvolvam nos lixões, como microrganismo, ratos, baratas e moscas, sendo considerados transmissores (**vetores**) de doenças, pois podem transportar **microrganismos patogênicos**.
- A decomposição dessa matéria orgânica produz mal cheiro e um 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.



Um celular contém
43 dos 118 elementos químicos

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Mg	Al									Si	P	S	Cl	Br	I	Xe	
K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
Rb	Sr	Y	Zr	Mo	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Bi	Po		
Ba			Ta	W			Pt	Au			Pb	Bi	Po	At	Rn		

Substâncias dos EEE – Efeitos no Organismo Humano

Substância	Origem	Tipo de contaminação	Efeito
Mercurio	Computador, monitor, televisão de tela plana	Inalação e toque	Problemas do cérebro, distúrbios renais e neurológicos, alterações genéticas e no metabolismo
Cádmio	Computador, monitor de tubo e bateria do laptop	Inalação e toque	Agente cancerígeno, afeta o sistema nervoso, provoca dores reumáticas, distúrbios metabólicos e problemas pulmonares
Arzênio	Celulares	Inalação e toque	Agente cancerígeno, afeta o sistema nervoso e os rins
Zinco	Baterias de celulares e Laptops	Inalação	Provoca vômitos, diarreias e problemas pulmonares
Manganês	Computador e celular	Inalação	Anemia, dores abdominais, vômito, adormecimento, impotência, tremores nas mãos e perturbações emocionais
Cloreto de Amônia	Baterias de celulares e Laptops	Inalação	Acumula-se no organismo e provoca asfixia
Chumbo	Computador, celular e Televisão	Inalação e toque	Irritabilidade, tremores musculares, lentidão de movimento, alucinação, insônia e hiperatividade
PVC	Usado em fios para isolamentos	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:

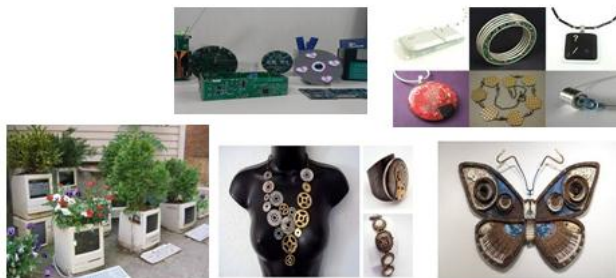
- **R**efletir se é necessário consumir um certo produto.
- **R**ecusar o consumo do que é desnecessário.
- **R**educir o consumo e o desperdício.
- **R**eutilizar embalagens e materiais, se possível.
- **R**eciclar o que não puder ser reutilizado.



Reutilização do Lixo Eletrônico

Reutilização: não se coloca o material em um novo ciclo de produção, mas o reaproveita para outras finalidades.

Ex: Tecn jóias , 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.

APÊNDICE C – Apresentação em slides – aprofundamento das caixas-pretas

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?



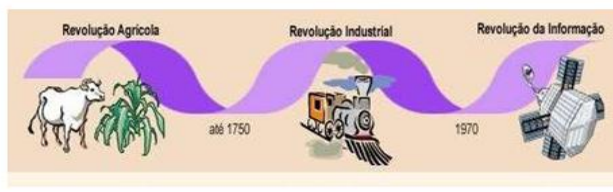
- No século XX, em meados do anos 60.
- Pesquisas começaram apontar os impactos ambientais provenientes da ação do homem na natureza.

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

