

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

MARCELO BATISTA DE FREITAS

RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS COMO TEMA DE EDUCAÇÃO
AMBIENTAL NO ENSINO MÉDIO

UBERLÂNDIA

2018

MARCELO BATISTA DE FREITAS

RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS COMO TEMA DE EDUCAÇÃO
AMBIENTAL NO ENSINO MÉDIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Linha de Pesquisa: Ensino e Aprendizagem em Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Milton Antonio Auth

UBERLÂNDIA 2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

F866r
2018 Freitas, Marcelo Batista de, 1975-
Resíduos eletroeletrônicos como tema de educação ambiental no ensino médio [recurso eletrônico] / Marcelo Batista de Freitas. - 2018.

Orientador: Milton Antonio Auth.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.581>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Ciência - Estudo e ensino. 2. Didática - Educação ambiental. 3. Educação ambiental - Ensino médio. 4. Lixo - Eliminação - Aspectos ambientais. I. Auth, Milton Antonio, (Orient.) II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.

CDU: 50:37

Gloria Aparecida - CRB-6/2047

**RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS COMO TEMA DE EDUCAÇÃO
AMBIENTAL NO ENSINO MÉDIO**

Mestrando: Marcelo Batista de Freitas

Orientador: Milton Antonio Auth

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática-Mestrado Profissional (PPGECM), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovada por:

Dr. Milton Antonio Auth - UFU

Dr. José Gonçalves Teixeira Júnior – UFU

Dr. Fábio André Sangiogo – UFPel

Março, 2018

OFEREÇO

Aos meus pais, Guilon Ribeiro de Freitas e Maria Elizabeth
Batista de Freitas pelo amor, educação, ensinamentos,
caráter e incentivos em todos os momentos
da minha vida.

DEDICO

Aos meus filhos Ingryd Caffaro Freitas e Iago Guilly Caffaro
Freitas e as minhas irmãs Tatiane Aparecida de Freitas e
Lidiane Batista de Freitas, pelo apoio, amizade e
companheirismo ao longo de todos esses anos.

AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação de mestrado contou com importantes apoios e incentivos sem os quais não teria tornado uma realidade e aos quais estarei eternamente grato.

À DEUS, pelo dom da vida e a possibilidade de empreender esse caminho evolutivo, por propiciar tantas oportunidades de estudos e por colocar em meu caminho pessoas amigas e preciosas.

A MINHA FAMÍLIA, especialmente aos meus filhos Ingryd e Iago. As minhas irmãs e parentes que, mesmo estando a distância, se mantiveram incansáveis em suas manifestações de apoio e carinho.

A MINHA MÃE e MEU PAI

AOS AMIGOS de Mestrado que compartilharam comigo esses momentos de aprendizado, especialmente à Iris Afonsina Gontijo e Rívia Arantes Martins que nos ajudamos mutuamente.

AOS AMIGOS de profissão, Carlos Eduardo Petronilho Boiago, Lidiane Alves Leal e Carlos Rezende Filho que mesmo seguindo caminhos diversos, sempre se fizeram presentes com lembranças, palavras de encorajamento e amor.

AO MEU ORIENTADOR, Professor Dr. Milton Antônio Auth um agradecimento carinhoso por todos os momentos de amizade, paciência, compreensão e competência ao longo do curso.

A TODOS OS PARTICIPANTES desse estudo, professores, alunos e comunidade escolar, pela disposição em ajudar no que deles dependesse para a conclusão da pesquisa.

AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFU, representado pela Prof. Dr. Adevailton Bernardo dos Santos, pelos momentos partilhados, sem esmorecimento e aos professores Dra. Alexandra Epoglou, Dra. Débora Coimbra Martins, Dra. Odalea Aparecida Viana, Dr. Deividi Marcio Marques, Dr. José Gonçalves Teixeira Júnior, que fizeram parte desse caminhar.

Enfim, a todos aqueles que de uma maneira ou de outra contribuíram para que este percurso pudesse ser concluído.

RESUMO

O presente trabalho tem como base a elaboração e o desenvolvimento de uma sequência didática no ensino médio, com foco nos resíduos eletroeletrônicos e no tema de Educação Ambiental, sob a abordagem de ensino CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente). Seu desenvolvimento no contexto escolar teve o acompanhamento pela pesquisa de caráter qualitativo e com certo aporte quantitativo. A turma envolvida foi do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública de ensino básico da cidade de Ituiutaba–MG e compreendeu relações epistêmicas e pedagógicas em uma sala de aula de química no processo de contextualização e construção de significados. Buscou-se articular conceitos da disciplina de Eletroquímica, familiarizar os alunos com materiais que compõem os equipamentos eletroeletrônicos e conscientizá-los para as questões decorrentes do descarte inadequado de rejeitos eletroeletrônicos, em especial pilhas e baterias. A sequência didática, organizada sob a dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), e desenvolvida com novas metodologias e atividades interdisciplinares e contextualizadas, contribuiu expressivamente para construir significados para conceitos estudados e ocasionar mudanças na postura de cada indivíduo.

Palavras-Chaves: sequência didática, resíduos eletroeletrônicos, CTSA, três momentos pedagógicos.

ABSTRACT

The present work is based on the elaboration and development of a didactic sequence in high school, focusing on the electro-electronic residues and the theme of Environmental Education, under the teaching approach CTSA (Science-Technology-Society-Environment). Its development in the school context was followed by research of a qualitative nature and with some quantitative contribution. The group involved was the 2nd year of the High School of a public elementary school in the city of Ituiutaba-MG and understood epistemic and pedagogical relations in a classroom of chemistry in the process of contextualization and construction of meanings. It was tried to articulate concepts of the discipline of Electrochemistry, to familiarize the students with materials that make up the electrical and electronic equipments and to make them aware of the issues arising from the inadequate disposal of electro-electronic waste, especially batteries and batteries. The didactic sequence, organized under the Three Pedagogical Moments (3MP) dynamics, and developed with new methodologies and interdisciplinary and contextualized activities, contributed significantly to construct meanings for studied concepts and bring about changes in the posture of each individual.

Keywords: didactic sequence, electrical and electronic waste, CTSA, three pedagogical moments

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA	9
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 A Educação Ambiental	18
2.2 Aspectos legais sobre o lixo eletroeletrônico	31
2.3 A logística reversa	37
2.4 Abordagem conceitual.....	46
2.5 Abordagem CTS(A).....	54
2.6 Temas e Momentos pedagógicos.....	56
3. CONTEXTO DA PESQUISA E ASPECTOS METODOLÓGICOS	61
3.1 Participantes	61
3.2 Procedimentos e Métodos	61
4. A SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE ATIVIDADES DIDÁTICOS- PEDAGÓGICAS A SER APLICADA	71
4.1 Área do conhecimento	71
4.2 Tema	71
4.3 Expectativas de aprendizagem	71
4.4 Duração	71
4.5 Conteúdos relevantes (previstos)	71
4.6 Conteúdos Relacionados	71
4.7 Sequência de Atividades Didático – Pedagógicas	72
5. RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES	88
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	118
7. REFERÊNCIAS E BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	122
8. ANEXOS	130

1. INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA

Compreendemos que desde o início do século XIX o mundo tem passado por grandes mudanças em relação às questões sociais, econômicas, políticas, tecnológicas e ambientais e que, junto dessas vivemos um cenário de degradação da vida humana e de valores sociais e individuais. Nessa linha de pensamento, o presente trabalho tem por finalidade ações pedagógicas e epistêmicas estabelecidas em uma sala de aula de química relacionados à problemática ambiental da gestão de resíduos eletroeletrônicos articulada aos conceitos da disciplina de Eletroquímica. Também são determinantes nesse processo a contextualização e a significação conceitual para a compreensão da problemática e a conscientização.

O desejo de abordar o tema sobre a gestão do resíduo eletroeletrônico decorre da complexidade de um problema vivenciado atualmente em nossa sociedade. A velocidade do desenvolvimento tecnológico tem possibilitado o desejo e a aquisição frequente de aparelhos eletroeletrônicos mais modernos e com melhores capacidades tecnológicas. Isso está ocasionando o descarte de diversos resíduos eletroeletrônicos de forma inadequada e, conseqüentemente, trazendo diversos danos à saúde humana e ao meio ambiente. De acordo com Fagundes (2004, p.221, apud SELPIS *et. al.*, 2012, p.120), “diante da continua inovação tecnológica dos equipamentos eletroeletrônicos, e o fato de que a aquisição de um aparelho novo pode ser mais vantajoso que o conserto, cresce a tendência de substituição dos equipamentos antes de seu desgaste completo.”

O lixo eletroeletrônico, lixo tecnológico (e-lixo), conhecido também pela sigla RAEE (Resíduos de Aparelhos Eletroeletrônicos) ou pela sigla REEE (Resíduos de Equipamentos Eletro Eletrônicos), é todo resíduo material oriundo do descarte de equipamentos eletrônicos e eletrodomésticos. Dentre eles destacamos: celulares, computadores, tablets, notebooks, câmeras fotográficas, televisores, rádios, pilhas, baterias, entre outros. Quando estes equipamentos se tornam obsoletos, em virtude da inovação tecnológica constante, são descartados ou trocados por novos. A forma de descarte desses materiais quando são “inutilizáveis” e os perigosos componentes químicos presentes em vários desses equipamentos, acabam causando problemas ambientais, os quais nem sempre são perceptíveis à maioria da população.

Vimos que o consumo desenfreado de equipamentos eletrônicos interfere diretamente no meio ambiente, devido ao aumento significativo na quantidade de lixo

eletroeletrônico e pelo grande impacto ambiental causado no processo de fabricação desses novos produtos. Segundo Torres (2008), um dos lados perversos da tecnologia é seu amplo impacto ambiental, em especial a produção de computadores e periféricos, que tem ampla dependência de água e energia e consome grandes quantidades de recursos naturais.

O consumo desenfreado de produtos eletroeletrônicos acaba tendo consequências impactantes em nosso país. De acordo com Gomes (2011), o Brasil é um dos países que mais gera lixo eletroeletrônico por pessoa e a maior preocupação se baseia no descarte e recolhimento desse material eletroeletrônico, já que todo este rejeito gerado é de responsabilidade de todos.

Conforme estes impactos gerados pelo descarte incorreto do lixo eletroeletrônico e, diante de nossa realidade, verificamos que a cidade de Ituiutaba-MG não apresenta uma política específica, sendo esse tipo de rejeito descartado como lixo comum e encaminhado para o aterro sanitário da própria cidade, aumentando o risco de contaminação para o meio ambiente e a saúde da população.

De acordo com Leff (2001)

O princípio de sustentabilidade surge como uma resposta à fratura da razão modernizadora e como uma condição para construir uma nova racionalidade produtiva, fundada no potencial ecológico e em novos sentidos de civilização a partir da diversidade cultural do gênero humano. Trata-se da reapropriação da natureza e da invenção do mundo; não só de um mundo no qual caibam muitos mundos, mas de um mundo conformado por uma diversidade de mundos, abrindo o cerco da ordem econômica-ecológica globalizada. (LEFF, 2001, p.31)

Partindo deste pressuposto, a educação ambiental é um elemento importante, pois contribui para a formação de cidadãos conscientes de suas responsabilidades com o meio ambiente, com vista a instigar mudanças de atitudes e comportamentos em seu meio socioambiental, tanto em relação a problemas quanto a alternativas de sustentabilidade. Mas para que isso aconteça, é necessário uma prática escolar de forma transversal, que provoque uma construção de um novo conhecimento sobre a educação ambiental no aluno e desta forma, desenvolvendo um pensamento crítico.

Como professor em escola pública, ao longo desses 20 anos, acompanhando mais diretamente os modos e hábitos dos alunos, é cada vez mais perceptível, numa expressiva parcela dos jovens, a troca desenfreada de aparelhos celulares. Em geral,

estes desconhecem a importância de descartar esse tipo de resíduo de forma adequada, para que o meio ambiente não sofra com tal atitude. Além disso, observa-se uma carência no âmbito escolar em tratar assuntos relativos a temáticas como essa.

Cabe ressaltar que a preocupação com questões ambientais não é um assunto recente. Esse ganhou grande impulso a partir da Revolução Industrial, em que o trabalho do homem, ao ser substituído por máquinas, além de mudar de forma, intensificou a produção industrial e a apropriação dos recursos naturais pelos meios de produção.

O mundo globalizado e a especulação financeira, ambos atrelados ao consumismo desenfreado, dominam os países ditos em desenvolvimento, aumentando as desigualdades sociais e destruindo parte expressiva dos recursos naturais. Tais problemas fizeram surgir, na segunda metade do século XX, com maior expressão, o movimento ambientalista. O movimento em questão fortaleceu-se e começou a ter destaque na década de 1970, reconhecendo na educação ambiental a possibilidade de dar respostas à esta problemática. De acordo com o Grupo de Estudos Avançados sobre o Meio Ambiente (GEAMA), o movimento ambientalista está dividido em duas partes:

a primeira pode ser posta aqui como o surgimento da preocupação ambiental, por grande parte da população civil e organizações não-governamentais, às quais pode ser atribuída a responsabilidade do surgimento do movimento ecológico e ideias de autogestão na década de 60, com a chamada revolução ambiental norte-americana. Na segunda parte, década de 70, podemos ver o nascimento do movimento ambientalista global e sua institucionalização, começando assim a atuação dos governos que acabam por colocar o ambientalismo em outro patamar, sendo um marco para o movimento, assim como o surgimento do Greenpeace, responsável pela popularização das questões ambientais. (GEAMA, apud BASSANI et al., 2010, p. 48)

Nesse contexto a escola emergiu suas discussões sobre a Educação Ambiental e esse processo de aprendizagem sugere a necessidade de estratégias de ensino mais adequadas, tornando evidente a importância de um currículo integrado que valorize o conhecimento contextual. Nesse cenário, as várias disciplinas sejam vistas como recursos a serviço de um objeto central, como aprimoramento na formação dos sujeitos de ação e de cidadãos conscientes de seu papel no mundo.

No âmbito escolar, muitas vezes, a Educação Ambiental tem ficado, predominantemente, a cargo dos professores da área de Ciências da Natureza, o que

pode ser considerado um reducionismo pelo simples fato de restringir a formação cidadã e os problemas ambientais apenas aos conhecimentos dessa Área.

Sabendo que existem várias definições de Educação Ambiental ressalta-se, no presente trabalho, a concepção apresentada no Congresso de Belgrado, promovido pela UNESCO em 1975, que definiu a Educação Ambiental como sendo um processo cuja finalidade é

formar uma população mundial consciente e preocupada com o meio ambiente e com os problemas associados, e que tenha conhecimento, aptidão, atitude, motivação e compromisso para trabalhar individual e coletivamente na busca de soluções para os problemas existentes e para prevenir novos. (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – CARTA DE BELGRADO, p. 3)

Na mesma perspectiva, também consideramos relevante a definição de educação ambiental apresentada no Capítulo 36 da Agenda 21, uma vez que busca

Promover o desenvolvimento sustentável e aumentar a capacidade do povo para abordar questões de meio ambiente e desenvolvimento. Tanto o ensino formal como o informal são indispensáveis para modificar a atitude das pessoas, para que estas tenham capacidade de avaliar os problemas do desenvolvimento sustentável e abordá-los. O ensino é também fundamental para conferir consciência ambiental e ética, valores e atitudes, técnicas e comportamentos em consonância com o desenvolvimento sustentável e que favoreçam a participação pública efetiva nas tomadas de decisão. (Capítulo 36 da Agenda 21, 1995, p. 429)

Ambas definições de Educação Ambiental, apresentadas em momentos distintos da história da mundial, apontam que essa trata de um processo de formação e desenvolvimento de consciência que contribui para que a população passe a ter preocupação com os problemas ambientais, quer seja os existentes ou os que ainda estão por surgir. A definição apresentada no Congresso de Belgrado se distânciava da apresentada na Agenda 21, pelo simples fato de exigir que a população seja suficientemente competente – tenha um conjunto de habilidades – que lhe permita ir além de questões comportamentais, que trate com tamanha clareza a solução dos problemas ambientais.

Já a da Agenda 21 exige que o processo seja uma atitude e compromisso e não apenas estado de espírito. Embora essas estejam com dizeres diferentes, elas não são dicotômicas, pois se completam. Neste sentido, o presente trabalho busca promover uma educação que atenda a esses princípios. De acordo com Reigota (1994, p.9-10), a Educação Ambiental “deve ser entendida como educação política, no sentido de que ela

reivindica e prepara os cidadãos para exigir justiça social, cidadania social, nacional e planetária, autogestão e ética nas relações sociais e com a natureza”.

Desta maneira, a Educação Ambiental, será compreendida como um processo formativo de atitudes positivas frente à valorização e conservação do meio ambiente. Por meio da mediação do professor os alunos possam se inserir em um processo participativo e dialógico de ideias e no sentido de que passem a ser agentes transformadores e participantes ativos na busca de alternativas que reduzem os impactos ambientais e controlem o uso dos recursos naturais.

Pautado nas ideias de Vygotsky (1984, 1998), queremos entender a escola como um processo de reconstrução de significados e ações. Que contribua para os indivíduos, a partir da interação com uma ação externa (por exemplo, ao tratar de conceitos como de átomo, de chuva ácida, de eletromagnetismo, ou de materiais com pilhas e baterias), se tornam sujeitos conscientes. Isso pode ser potencializado pela internalização dos significados que constroem e ressignificam no desenvolvimento de suas relações sociointerativas.

Considera-se que a Educação Ambiental, como tantas outras áreas do conhecimento, no ensino formal, pode assumir uma parte ativa de um processo intelectual, sempre a favor da comunicação, da aprendizagem e da intenção de solucionar problemas. Espera-se, assim, que a escola seja transformada num local em que os educandos tenham a oportunidade de analisar o ambiente e a gestão de resíduos eletroeletrônicos num contexto interligado com práticas sociais. De acordo com Carvalho (2001), a escola tem o desafio de não permitir que a Educação Ambiental seja tratada de forma simplista, isto é, que ela supere a relação contemporânea de fragmentação entre o ser humano e o meio ambiente.

Deste modo, é preciso que a Educação Ambiental seja tratada como um tema a ser desenvolvido – gestão de resíduos eletroeletrônicos -, como elemento das ações escolares – no ensino de Química -, com sua característica interdisciplinar - envolvendo Biologia, Matemática, Geografia, História, Sociologia. É importante promover processos que tornam possível a formação de uma visão diferenciada sobre as questões ambientais como este em foco – com elaborações, reflexões e ações quanto ao destino da grande quantidade desses resíduos eletroeletrônicos produzidos -, sem a pretensão de se tornar o componente exclusivo do currículo.

Devido aos impactos ambientais na sociedade ocasionados pelo avanço do desenvolvimento científico e tecnológico, surgiram os agravamentos dos problemas ambientais. Nesse sentido, muitas discussões sobre a natureza do conhecimento científico e seu papel na sociedade começaram a surgir. A Educação científica e ambiental do cidadão passaram a se tornar meios de se alcançar o desenvolvimento sustentável, surgindo, assim, um movimento com uma abordagem contextualizada no ensino de ciências em uma perspectiva crítica, com enfoque CTSA (Ciência-Tecnologia-Saúde-Ambiente). De acordo com Zuin et al. (2009), o conteúdo programático, tanto do Ensino Fundamental quanto do Ensino Médio, pode apresentar temas com relação às questões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais, de modo a contribuir com o desenvolvimento de conceitos químicos e o exercício da cidadania.

Este movimento CTSA apresenta um caráter interdisciplinar, e o ensino de Química está voltado para um processo de inter-relação entre os conceitos químicos e o contexto social dos alunos, na busca da formação de cidadãos socialmente responsáveis e alfabetizados cientificamente. Na busca em se desenvolver um ensino significativo e socialmente relevante, Praia et al. (2007), estabelecem que

as relações CTSA marcam o desenvolvimento científico, com destaque para as repercussões de todo tipo de conhecimentos científicos e tecnológicos (desde a contribuição da ciência e da técnica para o desenvolvimento da humanidade até aos graves problemas que hipotecam o seu futuro), permitindo a preparação para a cidadania na tomada de decisões (PRAIA et al., 2007, p.151).

Nesta perspectiva, o movimento CTSA que se insere na escola é essencial para o desenvolvimento de habilidades e competências dos alunos, pois valoriza a experiência do estudante e o contexto do qual ele faz parte. Esta relação didático-pedagógica faz parte desse complexo no processo de ensino-aprendizagem, pois ela inicia dentro do espaço e no tempo da educação formal, mas podendo se entender para fora deste espaço. De acordo com Pinheiro et al. (2007),

O professor é o grande articulador, permitindo a mobilização dos saberes, o desenvolvimento do processo e a realização de projetos nos quais os alunos estabeleçam conexões entre o conhecimento adquirido e o pretendido, com a finalidade de resolver situações-problema, em consonância com as condições intelectuais, emocionais e contextuais dos alunos. (PINHEIRO et al., 2007, p.150)

Sendo assim, um professor articulador é aquele que desempenha um papel preponderante no processo de ensino-aprendizagem, participa da formação integral do aluno, pois considera os conhecimentos existentes e busca construir novos conhecimentos. Desta forma, proporciona condições ao aluno para que possa compreender melhor a sociedade à qual pertence e atuar sobre ela democraticamente. Chassot et al. (1993, apud Favila et al., 2013, p.2867), defende a ideia de que

se pensarmos na contextualização em seu sentido mais amplo, o emprego de um ensino de Química como meio de educação para a vida relacionando o conteúdo do aprendizado em sala de aula e o dia a dia dos alunos, formando assim o aluno-cidadão capaz de refletir, compreender, discutir e agir sobre a sociedade que está em sua volta.

Neste sentido, o presente trabalho trata da Educação Ambiental na perspectiva CTSA, utilizando práticas pedagógicas com atividades que venham a possibilitar o conhecimento científico e a conscientização ambiental. Também é função da escola a abordagem dos conhecimentos, valores e habilidades com vistas à sustentabilidade e à tomada de decisões. Para tanto, a ideia é desencadear um processo que possibilite aos educandos entender/adotar novas atitudes frente ao descarte, o reaproveitamento e a diminuição do lixo eletroeletrônico, amenizando os impactos causados, tanto para nossa geração como também para as gerações futuras.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 2002) a Química participa do desenvolvimento científico-tecnológico, pois a sociedade e seus cidadãos interagem com o conhecimento químico por diferentes meios e a tradição cultural difunde saberes que também estão fundamentados química e cientificamente, ainda que muitos estejam baseados em crenças populares. Nesse sentido, considera-se inapropriado que essa área do conhecimento se isente da responsabilidade da formação cidadã dos seus aprendizes, tanto no que se refere às transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada, quanto à compreensão dos processos químicos existentes nas aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas.

O documento ainda aponta que “a Química utiliza uma linguagem própria para a representação do real e as transformações químicas”, por meio “de símbolos, fórmulas, convenções e códigos”, fazendo “necessário que o aluno desenvolva competências adequadas para reconhecer e saber utilizar tal linguagem, sendo capaz de entender e

empregar, a partir das informações, a representação simbólica das transformações químicas”. (BRASIL, 2002, p.34). Daí compreende-se, conforme a Lei nº 9.795, de 27 de Abril de 1999, Art. 10, que a Educação Ambiental seja “desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal”. Já a Química, enquanto área do conhecimento pertencente ao Ensino Médio, promova diálogos entre alunos e professores e alunos e alunos (interação) acerca do processo de gestão de resíduos eletroeletrônicos e torne a aprendizagem do educando mais significativa e social.

Este trabalho buscou alternativas em relação à metodologia tradicional, explorando uma proposta contextualizada e, de certa forma, inovadora para o ensino da Química, em especial a Eletroquímica. Com enfoque na Educação CTSA, buscou aliar o contexto real dos alunos com o conhecimento científico-tecnológico, de forma que eles reconhecessem e entendessem os fenômenos eletroquímicos por meio das reações de oxirredução e associassem estes fenômenos ao seu cotidiano. Também é função da escola despertar o interesse pela conservação ambiental e desenvolver pensamentos críticos sobre assuntos relevantes, como o descarte inadequado deste tipo de material.

Diante desse contexto, sentiu-se a necessidade de desenvolver um trabalho em sala de aula numa perspectiva de investigação direcionada para entender a questão: **Quais as possíveis contribuições do desenvolvimento de uma sequência de atividades-didático-pedagógicas nas aulas de Química, quanto às compreensões e ações relacionadas à gestão de resíduos eletroeletrônicos?**

Especificamente, diante da elaboração e do desenvolvimento da sequência de atividades didático-pedagógicas, acompanhadas pela pesquisa, visando à gestão de resíduos eletroeletrônicos, buscamos: significar conceitos químicos sobre pilhas e baterias, que abrangem o funcionamento destas e os principais materiais presentes nos resíduos eletroeletrônicos; promover a informação, o entendimento e a conscientização da comunidade escolar sobre a importância da coleta e destinação correta (e do reaproveitamento, quando possível), bem como incentivar a diminuição do lixo ou resíduo eletroeletrônico no município de Ituiutaba-MG.

A abordagem sistemática desta problemática está estruturada em cinco capítulos. No capítulo I, tem-se a introdução, a justificativa da temática trabalhada, os objetivos e a problemática. No capítulo II são apresentados os aportes que nortearam a pesquisa, os

quais compreendem a educação ambiental, os aspectos legais sobre lixo ou resíduo eletroeletrônico, a logística reversa, os conhecimentos químicos, os Três Momentos Pedagógicos e o ensino CTSA. No capítulo III são apresentados os participantes da pesquisa e os procedimentos metodológicos. No capítulo IV é apresentada a sequência didática a qual se refere ao produto final desta dissertação. Esta foi elaborada e desenvolvida pelo autor em sua prática pedagógica e aborda a área de conhecimento, tema, expectativas de aprendizagem, conteúdos relevantes, conteúdos relacionados e avaliação. No capítulo V são apresentados os resultados, envolvendo análises e reflexões sobre a sequência didática desenvolvida e o meio ambiente, e implicações quanto à significação dos conhecimentos científicos e a formação da consciência sobre a problemática. Por fim, são tecidas considerações sobre o trabalho realizado como um todo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

No passado as relações existentes entre o homem e a natureza eram mais harmônicas. Na atualidade, com o consumismo desenfreado o meio ambiente tem sofrido as consequências. No presente é cada vez mais comum ver a contaminação dos cursos de água, a poluição atmosférica, a devastação das florestas, a redução dos habitats faunísticos e a gestão de resíduos sólidos e orgânicos realizados de forma inadequada.

Nessa conjectura, se faz necessário, com urgência, que a sociedade moderna mude seu comportamento em relação ao meio ambiente, visando abordagens mais sustentáveis. Para isto, é necessário adquirir novas práticas econômicas e uma gestão responsável dos recursos do nosso planeta, de forma a resguardar os interesses das gerações atuais e futuras e evidenciando a qualidade de vida de todos.

A expressão “Educação Ambiental” se potencializou, em meados da década de 1970, quando surgiu a preocupação com os problemas ambientais que estavam se intensificando. O marco histórico desse caminho começou a partir da Conferência de Estocolmo na Suécia em 1972 com o surgimento de políticas de gerenciamento ambiental. O principal enfoque foi sobre o crescimento econômico em detrimento do meio ambiente e o esgotamento dos recursos naturais, assunto já preocupante na época.

Estas preocupações começaram a ser debatidas, no ano de 1975. A UNESCO, seguindo as recomendações da Conferência de Estocolmo, promoveu em Belgrado, Iugoslávia, o Encontro Internacional sobre Educação Ambiental, conhecida como Conferência de Belgrado, onde foram formulados alguns princípios básicos para um programa de Educação Ambiental. Dois anos depois, em 1977, novamente a UNESCO e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA, realizou em Tbilisi, Geórgia, ex-URSS, a Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental (Conferência de Tbilisi), onde foram elaborados os objetivos, princípios, estratégias e recomendações para a Educação Ambiental. Em 1987, promovido pela UNESCO e PNUMA, ocorreu o Congresso Internacional sobre a Educação e Formação Relativas ao Meio Ambiente, em Moscou, Rússia, e teve como objetivos avaliar os resultados desenvolvidos durante a década e traçar uma estratégia internacional de ação em

educação ambiental para a década de 1990. Alguns anos depois aconteceu a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92). Na ocasião foi elaborado um documento pelas Organizações Não-Governamentais (ONGs) enquanto representantes da sociedade civil organizada, o qual tem sido usado como um dos principais referenciais de cunho ético-político e teórico pelos estudiosos da questão ambiental. A partir destes eventos a Educação Ambiental foi reconhecida através de três documentos: a Agenda 21; a Carta Brasileira para a Educação Ambiental; e o Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global.

Segundo Sato (2002), promover a Educação Ambiental é compreender um processo de reconhecimento de valores e clarificação de conceitos, que tem por objetivo desenvolver habilidades humanas para que estes mudem suas ações em relação à natureza. Para além disso, é salutar que a Educação Ambiental esteja atrelada com as práticas que levem o homem a tomar decisões, com ética, e procure melhorar a qualidade de vida.

Outro aspecto a ser considerado é que os problemas ambientais não são apenas de características biológicas, uma vez que esses se estendem às questões sociais, econômicas, culturais e políticas. Nesse sentido, enfrentar problemas como esses, de acordo com Reigota (2002, p. 64), constitui um desafio de mudar as concepções de modelo de desenvolvimento baseado na acumulação econômica, no autoritarismo político, no saque aos recursos naturais, no desprezo às culturas de grupos minoritários e aos direitos fundamentais do homem, sendo necessária, assim, uma Educação Ambiental para sustentabilidade.

Ao observar os caminhos percorridos pela Educação Ambiental no Brasil, Reigota (1998) pondera que a temática ambiental brasileira é muito variável e carregada de complexidade, o que exige que a educação ambiental enfrente o desafio da mudança de mentalidade sobre as ideias de modelo de desenvolvimento. Já Guimarães (1995, p. 28), refere-se à Educação Ambiental para a sustentabilidade equitativa, tratando-se de um processo de aprendizagem permanente baseado no respeito a todas as formas de vida. Para Sato (2003, p.17),

esse tipo de educação afirma valores e ações que contribuem para a transformação humana e social e para a preservação ecológica, estimulando a

formação de sociedades socialmente justas e ecologicamente equilibradas, que conservem entre si a relação de interdependência e diversidade.

Portanto, podemos verificar que a Educação Ambiental compreende um conjunto de práticas e conceitos voltado para uma melhor qualidade de vida, de modo que a sociedade promova mudanças de comportamentos e crie ações sustentáveis voltadas para a conservação do meio ambiente e da própria sociedade. De acordo com Dias (1993, apud FERREIRA, 2010, p.38), “a sociedade se encontra voltada para seu egoísmo, que procura viver bem sem se importar com o meio onde vive”. O autor ainda relata que este fato é considerado como um desenvolvimento “insustentável”, aparecendo em grandes cidades, pois

a sociedade vive em prol do binômio produção-consumo, e a “natureza é vista como se fosse um supermercado gratuito, com reposição infinita de estoque, onde os recursos naturais são utilizados sem nenhum critério e a produção crescente precisa ser consumida. (DIAS, 1994, p.23)

Para ele os meios de informação ocasionam um desenfreado consumo humano, promovem nas pessoas necessidades desnecessárias e um descontrole dos seus gastos e contribuem decisivamente para que este modelo de sociedade passe a ser um fator na degradação do meio ambiente. Este modelo de desenvolvimento “insustentável”, infelizmente praticado de forma impactante, se baseia na ocupação e composição do espaço urbano, transformando a cidade em que se vive por meio da influência de interesses de crescimento e sobrevivência individuais, ignorando o bem-estar social. O capitalismo individualista e predador do meio ambiente que age de forma desigual e contraditória é resultado das desigualdades sociais presentes em nosso país.

Na contramão desse processo, o caminho para o desenvolvimento sustentável é entender que o papel da sustentabilidade ambiental está alicerçado para o bem-estar humano, por um processo que busca reduzir a degradação e proteger a natureza ameaçada pelo crescimento econômico. Estamos, então, diante de uma mudança de paradigmas com a evolução e conscientização da sociedade, a qual resulta no conceito de “responsabilidade social”. De acordo com Leff (2001), o saber ambiental

é que irá incorporar um conjunto de valores e critérios que dispensa modelos capitalistas para a sua implantação, com novas perspectivas ao processo de desenvolvimento do espaço urbano, sobre novos princípios éticos e potenciais ecológicos, propondo uma transformação dos processos econômicos, políticos, tecnológicos e educativos para construir uma

racionalidade social e produtiva alternativa. (LEFF, 2001, apud MACIEL, 2012, p.64)

Nesse sentido, a Educação Ambiental assume cada vez mais um papel transformador e passa a ser um caminho para divulgar as condições necessárias para promover um novo tipo de desenvolvimento – o desenvolvimento sustentável. Mesmo não sendo um método único neste processo crescente de degradação socioambiental, Tamaio (2000, p38), menciona que a Educação Ambiental constitui “mais uma ferramenta de mediação necessária entre culturas, comportamentos diferenciados e interesses de grupos sociais para a construção das transformações desejadas”.

Dias (2004) menciona que a Educação Ambiental passa a ser uma dessas ferramentas que possa a vir contribuir de maneira significativa no processo de conscientização.

Um processo permanente no qual os indivíduos e a comunidade tomam consciência do seu meio ambiente e adquirem novos conhecimentos, valores, habilidades, experiências e determinação que os tornam aptos a agir e resolver problemas ambientais, presentes e futuros. (Dias, 2004, p.523)

A Educação Ambiental vem sendo, aos poucos, implantada e defendida como resposta para o enfrentamento e a minimização dos problemas ambientais e se constitui, desta forma, um componente importante na forma de repensar suas teorias e práticas através de ações educativas. Uma outra característica importante sobre a Educação Ambiental é que ela apresenta uma abordagem de forma contínua, articulada e interdisciplinar, que considera a complexidade dos problemas ambientais, possibilitando adquirir novos conhecimentos, preparando o indivíduo a tomar consciência de sua realidade de forma crítica e a perceber as relações sociais, econômicas com relação à compreensão do meio ambiente. Segundo Morin (2002, p.55), “Todo desenvolvimento verdadeiramente humano significa desenvolvimento em conjunto das autonomias individuais, das participações comunitárias e do sentimento de pertencer à espécie humana”.

No Brasil, desde a década de 90, a Educação Ambiental enfrenta diversas dificuldades para o seu reconhecimento efetivo e implementação em todos os níveis do ensino formal e não formal. Ela foi oficializada no Brasil através da Lei Federal de nº 6.938, que criou a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). Cabe salientar que desde a promulgação da Constituição Federal, em 1988, a Educação Ambiental passou a

ser direito de todo cidadão brasileiro, e tem necessidade de “promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino” (artigo 225, parágrafo 1º, inciso VI).

Outra importante ação no nível educacional foi a inclusão da questão ambiental na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB/96) que considera que essa educação seja uma diretriz para a compreensão do ambiente natural como fundamental para a educação básica. Mas a Educação Ambiental ganhou destaque pela Lei 9.795, de 27 de abril de 1999, que é um marco importante na história da Educação Ambiental do Brasil, e instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), bem como das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, e estabelece em seu artigo 2º, “A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal” (BRASIL, 1999). No Capítulo II das Diretrizes Nacionais Curriculares da Educação Ambiental são definidos os objetivos da Educação Ambiental a serem concretizados conforme cada fase, etapa, modalidade e nível de ensino. São eles:

- I - desenvolver a compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações para fomentar novas práticas sociais e de produção e consumo;
- II - garantir a democratização e o acesso às informações referentes à área socioambiental;
- III - estimular a mobilização social e política e o fortalecimento da consciência crítica sobre a dimensão socioambiental;
- IV - incentivar a participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania;
- V - estimular a cooperação entre as diversas regiões do País, em diferentes formas de arranjos territoriais, visando à construção de uma sociedade ambientalmente justa e sustentável;
- VI - fomentar e fortalecer a integração entre ciência e tecnologia, visando à sustentabilidade socioambiental;
- VII - fortalecer a cidadania, a autodeterminação dos povos e a solidariedade, a igualdade e o respeito aos direitos humanos, valendo-se de estratégias democráticas e da interação entre as culturas, como fundamentos para o futuro da humanidade;
- VIII - promover o cuidado com a comunidade de vida, a integridade dos ecossistemas, a justiça econômica, a equidade social, étnica, racial e de gênero, e o diálogo para a convivência e a paz;
- IX - promover os conhecimentos dos diversos grupos sociais formativos do País que utilizam e preservam a biodiversidade. (BRASIL, 2012, p. 70)

O artigo 8º das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, conforme a Resolução nº 2, de 15 de Junho de 2012, estabelece que,

A Educação Ambiental, respeitando a autonomia da dinâmica escolar e acadêmica, deve ser desenvolvida como uma prática educativa integrada e interdisciplinar, contínua e permanente em todas as fases, etapas, níveis e modalidades, não devendo, como regra, ser implantada como disciplina ou componente curricular específico (BRASIL, 2012, p.70).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, por sua vez, ressaltam a importância de elaboração e o desenvolvimento de projetos e programas educativos escolares, cuja finalidade era desenvolver procedimentos, com novas ações, enfatizando-se os aspectos sociais, econômicos, políticos e ecológicos na contribuição para a formação de cidadãos conscientes, comprometidos com a vida e com o bem-estar de todos. Desta forma, a Educação Ambiental, assim como a ética, pluralidade cultural, saúde, orientação sexual, trabalho, consumo e cidadania, passaram a serem considerados pelos PCN como temas transversais, os quais lidam com valores e atitudes e tem como objetivo aproximar a realidade dos alunos com o conhecimento escolar, possibilitando a alunos e professores tratarem de questões comuns do cotidiano de forma interdisciplinar, como as questões ambientais.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais,

Os conteúdos de Meio Ambiente serão integrados ao currículo através da transversalidade, pois serão tratados nas diversas áreas do conhecimento, de modo a impregnar toda a prática educativa e, ao mesmo tempo, criar uma visão global e abrangente da questão ambiental (BRASIL, 1997a)

Nos PCN é possível verificar os princípios listados na Recomendação nº. 2 da Conferência de Tbilisi. Trata-se dos doze mandamentos que visam orientar as ações desenvolvidas por quem pratica a educação ambiental. São eles (BRASIL, 1997b):

- a) O meio ambiente deve ser considerado em sua total complexidade, em relação ao natural e ao construído pelo homem, tecnológico e social, dentro do contexto econômico, político, histórico, cultural, técnico, moral e estético;
- b) As questões ambientais devem fazer parte de todas as fases do ensino formal num processo permanente;
- c) Ser trabalhado de forma interdisciplinar, levando em consideração os conteúdos de cada área do conhecimento, buscando uma perspectiva global da questão ambiental;
- d) Analisar as questões ambientais do ponto de vista local e mundial;
- e) Considerar os problemas ambientais atuais e os acontecidos no passado e também os do futuro, valorizando a perspectiva histórica;
- f) Construir valores no sentido de buscar a cooperação das comunidades nacionais e internacionais, visando prevenir os problemas ambientais;
- g) Reconhecer os problemas ambientais nos planos de desenvolvimento e crescimento;

- h) Buscar a participação dos alunos, por meio de suas experiências, promovendo a aprendizagem, permitindo a todos o direito de participar na tomada de decisões e aceitar suas consequências;
- i) Promover a sensibilização ao meio ambiente, a aquisição de conhecimentos, aos alunos de todas as idades, bem como, fornecer-lhes informações que os habilitem a tomar atitudes para resolver problemas e classificar valores, principalmente aos mais jovens, na sensibilização dos problemas ambientais de sua própria comunidade;
- j) Descobrir juntamente com os alunos a identificar os sintomas e as causas dos problemas ambientais, de acordo com as possibilidades de aprendizagem de cada fase de ensino;
- k) Dar a devida importância aos problemas ambientais e, com isso, as necessidades de se construir o senso crítico para a promoção de ações que os resolvam;
- l) Fazer uso dos mais variados ambientes e métodos que busquem transmitir e adquirir conhecimento sobre o meio ambiente, destacando as principais atividades e práticas, bem como as experiências pessoais.

Na forma proposta, os PCN estabelecem que o educador trabalhe com atitudes, com formação de valores, com o ensino e a aprendizagem de procedimentos, por meio de conteúdo dos temas transversais relacionados ao meio ambiente, os quais ajudariam os alunos a construir um senso crítico necessário para uma transformação da sua realidade e o enfrentamento da crise ambiental. Assim, ao apresentar o meio ambiente como tema transversal a ser trabalhado no ensino fundamental e médio, o documento menciona que a transversalidade deve promover uma compreensão abrangente dos diferentes objetos de conhecimentos, bem como a percepção da implicação do sujeito de conhecimento na sua produção, superando a dicotomia entre ambos.

Nessa perspectiva, a transversalidade abriu espaços para a inclusão de saberes extraescolares, permitindo que os significados fossem construídos a partir da realidade dos alunos. Deste modo, a escola pode ser concebida como uma entidade que desenvolve ações educativas em que, por meio de diferentes mecanismos, possibilita o aluno a intervir na sua realidade social, cultural, ambiental etc. Nesta perspectiva, não trata os valores apenas como conceitos ideais e sim como conteúdo das diferentes áreas do conhecimento escolar.

A escola possui um papel fundamental por ser um ambiente que favorece e influencia nas decisões do indivíduo, pois abrange um espaço estratégico e privilegiado para trabalhar a Educação Ambiental, através da implementação de atividades que propiciam essa reflexão. Dentro deste contexto, Dias (1991) relata que as escolas devem ser ambientes que propiciem a sensibilização dos alunos por questões ambientais, para

que fora dela possam dar continuidade nas suas ações ambientais e, assim, irem se formando cidadãos.

Medeiros et al. (2011) descrevem sobre a importância de tratar a questão ambiental no ambiente escolar:

A cada dia que passa a questão ambiental tem sido considerada como um fato que precisa ser trabalhado com toda a sociedade e principalmente nas escolas, pois as crianças bem informadas sobre os problemas ambientais vão ser adultos mais preocupados com o meio ambiente, além do que elas vão ser transmissoras dos conhecimentos que obtiveram na escola sobre as questões ambientais em sua casa, família e vizinhas. (MEDEIROS et al.,2011, p.2)

Entretanto, de acordo com Maciel (2012, p.42), é desejável que “a escola não seja apenas um local de apropriação de conhecimentos sociais relevantes, mas também espaço de diálogo e articulação entre os saberes científicos, sociais etc. – e suas linguagens”. Espera-se que essa instituição social possibilite a seus educandos o desenvolvimento da capacidade de analisar criticamente e incentive o exercício da reflexão a partir de uma visão plural e histórica do conhecimento, da ciência, da tecnologia e das diferentes linguagens. Nesse sentido, acredita-se que a escola se situa na interação e no reconhecimento da dimensão histórica e social do conhecimento.

Refletindo os parâmetros apresentados pelo documento é possível concluir que o âmbito escolar se trata de um lugar de suma importância para a promoção da consciência ambiental, contribuindo com a formação de cidadãos conscientes, realizando reflexões sobre realidades socioambientais. Segundo Reigota (2009, p.39) “é consenso entre a comunidade internacional que a educação ambiental deve estar presente em todos os espaços que educam o cidadão”, seja na escola ou fora dela.

Notamos nos professores algumas dificuldades em se trabalhar quando nos deparamos com estes temas transversais, uma vez que é tratada de forma simples e fragmentada. Estas dificuldades surgem devido à grande quantidade de conteúdos que os professores ministram em sua disciplina curricular, com a falta de preparo em se trabalhar de forma interdisciplinar e sua preparação como docente durante sua formação para se trabalhar esta prática. Segundo Bizerril e Faria 2001 (apud FOEPPPEL et al., 2014, p.435) “para os professores os PCN não estão totalmente claros e eles sentem dificuldades na compreensão da proposta em si ou então na forma de executá-la e que muitos tendem a fugir do aprofundamento do tema por desinteresse ou despreparo”.

Há de se ressaltar que os PCN estabelecem orientações curriculares para o ensino fundamental e médio sobre o tema meio ambiente, e indica as principais características da Educação Ambiental sob a ótica de Tbilisi. São sete características que transmitem o ponto principal da conferência, sendo elas: Processo dinâmico interativo; Transformadora; Participativa; Abrangente; Globalizadora; Permanente; Contextualizadora, as quais serão transmitidas por meio do ensino formal

Os princípios da Educação Ambiental nos PCN estão pautados na necessidade do desenvolvimento de valores, atitudes e posturas éticas. Essas apontam um caminho para se oferecer aos educandos conhecimentos que os capacitem a se colocar como sujeitos imprescindíveis na resolução de problemas ambientais. Isso permitiu a elaboração de conteúdos guiados pelos seguintes critérios (BRASIL, 1997):

- a) A Educação Ambiental deve permitir a construção de uma visão integrada à realidade, principalmente sob o ponto de vista socioambiental;
- b) Compreender a apreensão como uma necessidade de se estabelecer hábitos e atitudes no estágio de desenvolvimento em que se encontram;
- c) Permitir a criação de ações, resgatando os valores básicos para o exercício pleno da cidadania.

Os PCN deixam a cargo da escola o processo de construção de formas de integração e participação do aluno no desenvolvimento do ensino e da aprendizagem. No entanto, orientam os professores a desenvolver com seus alunos a capacidade da observação e compreensão da realidade de modo integrado, a partir do conhecimento científico e de um conjunto de procedimentos.

Já as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio de Química (BRASIL, 2006, p. 115) apresentam o tema Meio Ambiente como parte dos conhecimentos/habilidades/valores relativos à história, à filosofia da Química e às suas relações com a sociedade e o ambiente. No intuito de trabalhar a Educação Ambiental com vistas ao exercício da cidadania, o documento propõe que seja desenvolvido um ensino de Química que possibilite aos educandos: reconhecer os “aspectos relevantes do conhecimento químico e suas tecnologias na interação individual e coletiva do ser humano com o ambiente”; compreender e avaliar a ciência e a “tecnologia química sob o ponto de vista ético para exercer a cidadania com responsabilidade, integridade e respeito” e o “desenvolvimento de atitudes e valores compromissados com o ideal de

cidadania” do planeta; buscar meios de conservação do meio ambiente do ponto de vista global; e de promover ações que reduzam as desigualdades étnicas, sociais e econômicas.

O documento ainda pondera que, embora o tema Meio Ambiente seja trabalhado na forma de contextualização, as abordagens dos conteúdos relacionados a essa temática precisam, obrigatoriamente, em algum momento do processo, estar articuladas no âmbito do currículo escolar, de forma não fragmentada e não prescritiva, com o desenvolvimento da educação ambiental, conforme preceitua o Plano Nacional de Educação. (BRASIL, 2006)

De acordo com Leff (2003, p.8), para compreender a complexidade ambiental é necessário desaprender os conhecimentos concebidos. O conhecimento ambiental pode ser visto como a “construção e comunicação dos saberes que colocam em tela o juízo das estratégias de poder e os efeitos de dominação que se geram por meio de formas de detenção, apropriação e transmissão de conhecimentos”.

Sendo assim, na presente pesquisa, ao se propor a trabalhar com Educação Ambiental num meio formal, o interesse está para além do simples discorrer sobre conceitos e leis, e abrange ações para compreender e enfrentar os impactos causados pelos seres humanos ao meio ambiente. Nessa perspectiva, se fará o levantamento de um problema ambiental, a gestão de resíduos eletroeletrônicos, atualmente presente no dia a dia dos educandos, possibilitando-lhes a significação dos conceitos da ciência e a compreensão de questões de sua responsabilidade local e planetária.

No que tange à problemática dos resíduos ou rejeitos eletroeletrônicos, num breve levantamento foi possível encontrar vários trabalhos. Dentre eles destacam-se o de Abreu (2014); Oliveira, Gomes e Afonso (2010); Pereira et al. (2012); Costa et al. (2013), Melo, Prímola e Machado (2013). Salienta-se a existência de uma carência de trabalhos que discutam essa temática no ensino fundamental e no ensino médio.

Entre esses trabalhos verificou-se apenas um com o enfoque voltado para o ensino fundamental. Trata-se de um relato de experiência, de Oliveira, Gomes e Afonso (2010), em que se considera a gestão do lixo eletroeletrônico como um dos maiores desafios da sociedade moderna, devido à velocidade da geração e do consumo de aparelhos eletrônicos. Diversas palestras/debates sobre lixo eletroeletrônico foram realizadas com turmas de alunos do 9º ano e de ensino médio de escolas da rede privada

e pública do Rio de Janeiro, em eventos como feiras de ciências ou semanas culturais. Estas envolveram assuntos tais como: definição de equipamentos eletroeletrônicos; dados de produção, consumo e descarte no Brasil e no mundo; o que existe dentro de um eletroeletrônico (computador, TV, celular); a consequência do consumo incessante e crescente de eletroeletrônicos; o enfrentamento do problema do lixo eletroeletrônico.

Outro tipo de ação desenvolvida por estes pesquisadores contou com questionamentos junto aos alunos da destinação final do seu lixo eletroeletrônico, cujas respostas foram: (a) descarta-o junto com os resíduos domiciliares (resíduos sólidos urbanos); (b) guarda em gavetas e armários; (c) vende o produto a oficinas que consertam eletroeletrônicos; (d) doa para ONGs e igrejas; (e) repassa a cooperativas e programas de reciclagem. Além disso, foram realizadas discussões e oficinas nas quais os alunos desmontavam eletroeletrônicos obsoletos ou estragados, sendo enfatizada a necessidade de identificar e separar os componentes feitos de um só tipo de material daqueles que são compostos por vários materiais diferentes em natureza (como as placas de circuito impresso). Segundo os autores, possibilitou aos alunos perceberem a complexidade que está por trás da montagem de um equipamento eletroeletrônico por meio da junção de diferentes materiais que constituem seus componentes. A gestão desse tipo de resíduo, além da desmontagem e separação de componentes por métodos físicos, deve ser vista como um problema, cuja solução passa também pelo grau de consciência das pessoas e da mudança de mentalidade do consumidor, visando ao consumo consciente.

Já os trabalhos de Abreu (2014); Pereira et al. (2012) e o de Melo, Prímola e Machado (2013) foram desenvolvidos com alunos do ensino médio. Abreu (2014) menciona que são inúmeros os benefícios que os equipamentos eletrônicos trazem para o nosso cotidiano, mas que esses devem ser utilizados de modo consciente, pois a geração e a disposição desse tipo de resíduos trazem consequências de difíceis equacionamentos. A pesquisa teve como finalidade a elaboração, implementação e análise de uma proposta didática a partir da temática resíduos eletrônicos ou e-lixo para investigar como o ensino de Química com enfoque CTS pode favorecer o letramento científico e o desenvolvimento de habilidades argumentativas dos alunos.

A proposta didática, desenvolvida com alunos do terceiro ano do ensino médio de uma escola pública, teve enfoque na abordagem CTS, com pano de fundo o descarte

de resíduos eletrônicos. Esta leva em consideração conceitos de eletroquímica, como vistas à compreensão das transformações químicas das partes metálicas dos equipamentos, que resultam na biodisponibilização de substâncias tóxicas impactantes ao meio ambiente (ABREU, 2014).

A pesquisadora considerou que as estratégias favoreceram as reflexões críticas acerca do consumo não racional de celulares, computadores, etc., sutilmente imposto por campanhas publicitárias que defendem os pressupostos da obsolescência programada. Ela mencionou que as estratégias utilizadas auxiliaram na apreensão, por alguns estudantes, dos conceitos envolvidos, como: número de oxidação, reações de oxirredução, agentes oxidantes e redutores. Além disso, os alunos apresentaram um maior engajamento no discurso argumentativo, permitindo a associação dos conhecimentos químicos com os aspectos sociais, econômicos, políticos e ambientais e no desenvolvimento de habilidades argumentativas tais como produção, análise e refutação de argumentos (ABREU, 2014).

Pereira et al. (2012) também desenvolveram uma sequência didática com essa mesma temática, usando a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), com turmas do segundo ano do ensino médio profissionalizante de Química do Colégio Técnico da UFMG. Essa tinha por objetivo possibilitar que os alunos se familiarizassem com os materiais que compõem os equipamentos eletroeletrônicos, articular conceitos das disciplinas de Química Analítica e de Química dos Materiais, além de alertar os estudantes para as questões decorrentes do descarte inadequado do lixo eletrônico.

Os autores explicitam que durante as etapas de aplicação desta sequência foi possível perceber, na fala dos estudantes: surpresa em relação à posição brasileira no ranking de países emergentes em relação ao descarte de equipamentos eletroeletrônicos; preocupação com o fato dessa informação não ser amplamente difundida, o que, segundo a opinião deles, falta conscientização da sociedade sobre esse problema; desconhecimento quanto aos danos que o descarte inadequado destes equipamentos pode causar ao ambiente; e carência de conhecimento dos materiais que compõem os resíduos eletroeletrônicos. Consideraram que ações como estas parecem possibilitar uma tomada de consciência acerca do consumo, do descarte e da gestão desses resíduos (PEREIRA, et al., 2012).

Melo, Prímola e Machado (2013) realizaram um trabalho com 160 alunos do Ensino Médio Integrado ao Curso Técnico em Eletrônica e Informática do Instituto Federal do Triângulo Mineiro, envolvendo uma pesquisa bibliográfica sobre o tema resíduo eletroeletrônico pelos alunos, um seminário com questões para debate em sala de aula, e a aplicação de questionário investigativo. Eles analisaram qualitativamente o que os alunos agregaram de conhecimentos sobre: o lixo eletroeletrônico, os danos socioambientais causados por este tipo de resíduo e as atitudes e valores desenvolvidos a partir do que se estudou e discutiu.

No decorrer das atividades os alunos foram orientados a fazer uma campanha de recolhimento de resíduos eletroeletrônicos, que eles chamaram de e-lixo, e envolveu uma gincana que tinha por finalidade recolher o maior número de lixo eletrônico por turma, tais como, aparelhos não mais utilizados por eles e/ou por seus familiares (celulares, baterias, pilhas, computadores, relógios, impressoras, rádios etc.), bem como a separação e encaminhamento do lixo eletrônico para a reciclagem. A problemática se constituiu numa importante estratégia para a promoção de um processo de ensino-aprendizagem significativo, participativo, criativo e crítico (MELO; PRÍMOLA; MACHADO, 2013).

Por fim, na modalidade Educação Jovens e Adultos, evidencia-se o trabalho de Costa et al. (2013) sobre a temática “Lixo Eletroeletrônico: desafios na sociedade do consumo”, implementado no curso técnico integrado ao ensino médio na área da Informática, desenvolvida na modalidade de jovens e adultos (PROEJA), no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG). Este envolveu diversos recursos e discussão sobre a geração de lixo eletroeletrônico, as relações desiguais da sociedade, que tem o consumo como diferenciador, ou seja, aquele que consome mais é mais aceito. Havia o intuito de possibilitar aos alunos que relacionassem os seus respectivos modos de vida com as questões ideológicas da nossa sociedade. Também esteve em foco a informática, a exploração de vários conceitos, um histórico sobre evolução deste tipo de resíduo, o desmonte e a manipulação de alguns materiais, e o destino e consequências ambientais.

As discussões relacionando informática e outras áreas de conhecimento se tornaram muito importantes para a formação geral dos educandos. O profissional da informática, assim como qualquer profissional, deve ter em sua formação, além da

discussão dos conceitos científicos e técnicos da área, uma formação política, filosófica e cultural mais ampla, de forma a possibilitar uma atuação crítica e autônoma frente aos problemas da sociedade. Tais discussões contribuem para formação integral do cidadão, apresentando, assim, a necessidade de uma Educação de Jovens e Adultos que possibilite a integração da formação básica e a formação profissional. Isso permite que os professores dessa modalidade educacional, a partir de uma abordagem contextualizada e interdisciplinar, sinalizem contribuições curriculares para cursos de EJA, diminuindo a dualidade formação geral-formação técnica existente (COSTA et al., 2013).

2.2. ASPECTOS LEGAIS SOBRE O LIXO ELETROELETRÔNICO

O descarte incorreto de resíduos eletroeletrônicos assim como seus componentes, podem ocasionar problemas à biodiversidade brasileira e global. Considerando os graves impactos negativos que o descarte incorreto pode provocar, devemos ressaltar o conceito de impacto ambiental, que segundo Souza et al. (2004, p.33), pode ser definido como “qualquer alteração produzida pelos homens e suas atividades, nas relações constitutivas do ambiente e que excedam a sua capacidade de absorção”.

Em função destes impactos ambientais e os problemas de saúde ocasionados devido à liberação de materiais pesados como mercúrio, cádmio e chumbo, entre outros compostos químicos, foi necessária a elaboração de leis específicas, atualmente em vigor em diversas partes do mundo.

A legislação para a regulamentação do descarte e tratamentos de pilhas e baterias no Brasil teve início após a década de 90, quando o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), veio estabelecer, através da Resolução n.º 257, de 30 de junho de 1999, regras para o gerenciamento ambientalmente correto dos resíduos gerados após o consumo destes produtos. De acordo com artigo primeiro desta resolução do CONAMA (1999), estabelece que:

Art. 1º. As pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, necessárias ao funcionamento de quaisquer tipos de aparelhos, veículos ou sistemas, móveis ou fixos, bem como os produtos eletroeletrônicos que as contenham integradas em sua estrutura de forma não substituível, após seu esgotamento energético, serão entregues pelos usuários aos estabelecimentos que as comercializam ou à

rede de assistência técnica autorizada pelas respectivas indústrias, para repasse aos fabricantes ou importadores, para que estes adotem, diretamente ou por meio de terceiros, os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada.(BRASIL,1999, p.28-29)

Diante desta mesma resolução, o artigo sexto, informa a composição das pilhas e baterias quanto ao limite máximo da presença de metais tóxicos:

Art. 6º. A partir de 1º de janeiro de 2001, a fabricação, importação e comercialização de pilhas e baterias deverão atender aos limites estabelecidos a seguir: I - com até 0,010% em peso de mercúrio, quando forem do tipo zinco-manganês e alcalina-manganês; II - com até 0,015% em peso de cádmio, quando forem dos tipos alcalina-manganês e zinco-manganês; III - com até 0,200% em peso de chumbo, quando forem dos tipos alcalina-manganês e zinco-manganês. (BRASIL,1999, p.28-29).

Ainda diante desta resolução, o artigo 13 trata sobre a disposição dos resíduos que atendam ao sexto artigo, e estabelece que:

Art. 13º. As pilhas e baterias que atenderem aos limites previstos no artigo 6º poderão ser dispostas, juntamente com os resíduos domiciliares, em aterros sanitários licenciados.

Parágrafo Único. Os fabricantes e importadores deverão identificar os produtos descritos no caput deste artigo, mediante a aposição nas embalagens e, quando couber, nos produtos, de símbolo que permita ao usuário distingui-los dos demais tipos de pilhas e baterias comercializados. (BRASIL,1999, p.28-29)

Em 2008 o CONAMA revogou a Resolução n° 257/99 e instituiu em 4 de Novembro a Resolução n° 401, que estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado. Além de apontar as responsabilidades dos fabricantes e importadores de pilhas e baterias, este documento também institui a obrigatoriedade dos vendedores de conter pontos de recolhimento das mesmas visando ao gerenciamento ambientalmente adequado desses equipamentos pós-uso (BRASIL, 2008).

De acordo com esta resolução quanto aos limites máximos estabelecidos, podemos destacar alguns artigos:

Art. 7º. A partir de 1º de julho de 2009, as pilhas e baterias do tipo portátil, botão e miniatura que sejam comercializadas, fabricadas no território nacional ou importadas, deverão atender aos seguintes teores máximos dos metais de interesse: I - conter até 0,0005% em peso de mercúrio quando for do tipo listado no inciso III do art. 2º desta resolução; II - conter até 0,002% em peso de cádmio quando for do tipo listado no inciso III do art. 2º desta

resolução; III - conter até 2,0% em peso de mercúrio quando for do tipo listado nos incisos V, VI e VII do art. 2º desta resolução. IV - conter traços de até 0,1% em peso de chumbo.

Art. 8º. As baterias, com sistema eletroquímico chumbo-ácido, não poderão possuir teores de metais acima dos seguintes limites: I - mercúrio - 0,005% em peso; e II - cádmio - 0,010% em peso (BRASIL, 2008, p.108-109)

E em relação ao gerenciamento e responsabilidades, podemos destacar, dentre eles:

Art. 14º. Nos materiais publicitários e nas embalagens de pilhas e baterias, fabricadas no País ou importadas, deverão constar de forma clara, visível e em língua portuguesa, a simbologia indicativa da destinação adequada, as advertências sobre os riscos à saúde humana e ao meio ambiente, bem como a necessidade de, após seu uso, serem encaminhadas aos revendedores ou à rede de assistência técnica autorizada.

Art. 17º. Os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes destas pilhas e baterias, ou de produtos que as contenham para seu funcionamento, serão incentivados, em parceria com o poder público e sociedade civil, a promover campanhas de educação ambiental, bem como pela veiculação de informações sobre a responsabilidade pós-consumo e por incentivos à participação do consumidor neste processo.

Art. 18º. Os fabricantes e importadores dos produtos abrangidos por esta Resolução deverão periodicamente promover a formação e capacitação dos recursos humanos envolvidos na cadeia desta atividade, inclusive aos catadores de resíduos, sobre os processos de logística reversa com a destinação ambientalmente adequada de seus produtos.

Art. 19º. Os estabelecimentos de venda de pilhas e baterias referidas no art. 1º devem obrigatoriamente conter pontos de recolhimento adequados.

Art. 22. Não serão permitidas formas inadequadas de disposição ou destinação final de pilhas e baterias usadas, de quaisquer tipos ou características, tais como:

I - lançamento a céu aberto, tanto em áreas urbanas como rurais, ou em aterro não licenciado; II - queima a céu aberto ou incineração em instalações e equipamentos não licenciados; III - lançamento em corpos d'água, praias, manguezais, pântanos, terrenos baldios, poços ou cacimbas, cavidades subterrâneas, redes de drenagem de águas pluviais, esgotos, ou redes de eletricidade ou telefone, mesmo que abandonadas, ou em áreas sujeitas à inundação (BRASIL, 2008, p.108-109).

O quadro 1 a seguir resume os procedimentos que devem ser adotados em relação a pilhas e baterias usadas, segundo a Resolução nº 401/2008 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Quadro 1 – Aplicação usual de algumas pilhas e baterias e sua disposição final.

Pilhas e baterias destinadas a aterros sanitários		
Tipo / Composição	Aplicação mais usual	Destino
Comuns e alcalinas	Brinquedos, lanterna, rádio, controle remoto, rádio relógio, equipamento fotográfico	O usuário deve entregar a pilha ou bateria em postos de coleta
Zinco/magnésio		

Alcalina/manganês		autorizados, assistências técnicas ou estabelecimentos que comercializem esses produtos, os quais ficam responsáveis pela destinação ambiental adequada. Desde que os níveis de metal pesado estejam de acordo com a resolução do Conama, essas pilhas e baterias podem ser descartadas em aterros sanitários licenciados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama)
Especial	Telefone celular, telefone sem fio, filmadora, <i>notebook</i>	
Níquel-metal-hidreto (NiMH)		
Especial	Telefone celular e <i>notebook</i>	
Íons de lítio		
Especial	Aparelhos auditivos	
Zinco-Ar		
Especial	Equipamento fotográfico, relógio, agenda eletrônica, calculadora, filmadora, <i>notebook</i> , computador	
Lítio		
Pilhas especiais do tipo botão e miniatura, de vários sistemas	Equipamento fotográfico, agenda eletrônica, calculadora, relógio, sistema de segurança e alarmes	
Pilhas e baterias destinadas a recolhimento		
Tipo / Composição	Aplicação mais usual	Destino
Bateria de chumbo ácido	Indústrias, automóvel, filmadora	O usuário deve entregar a pilha ou bateria em postos de coleta autorizados, assistências técnicas ou estabelecimentos que comercializem esses produtos, os quais ficam responsáveis pela devolução aos respectivos fabricantes ou importadores.
Pilhas e baterias de níquel-cádmio	Telefone celular, telefone sem fio, barbeador e outros aparelhos que usam pilhas e baterias recarregáveis	
Pilhas e baterias de óxido de mercúrio	Instrumentos de navegação e aparelhos de instrumentação e controle	

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 401, de 4 de novembro de 2008.

No dia 5 de Agosto de 2010 foi aprovada a Lei Federal (nº 12.305) referente à Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil (PNRS), que estabelece princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos e

institui a responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos: dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, o cidadão e titulares de serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos na logística reversa dos resíduos e embalagens pós-consumo (BRASIL, 2010, p.1).

Devemos ressaltar que estas ações serão consagradas através de um longo processo de amadurecimento destes conceitos. É preciso que efetivamente se concretizem planos para a correta coleta e encaminhamento dos resíduos sólidos, assim como a fiscalização dessas atividades, visando uma responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, o que está em acordo o Artigo 30 desta mesma lei.

Art. 30. É instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, consoante as atribuições e procedimentos previstos nesta Seção.

Parágrafo único. A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos tem por objetivo:

I - compatibilizar interesses entre os agentes econômicos e sociais e os processos de gestão empresarial e mercadológica com os de gestão ambiental, desenvolvendo estratégias sustentáveis;

II - promover o aproveitamento de resíduos sólidos, direcionando-os para a sua cadeia produtiva ou para outras cadeias produtivas;

III - reduzir a geração de resíduos sólidos, o desperdício de materiais, a poluição e os danos ambientais;

IV - incentivar a utilização de insumos de menor agressividade ao meio ambiente e de maior sustentabilidade;

V - estimular o desenvolvimento de mercado, a produção e o consumo de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis;

VI - propiciar que as atividades produtivas alcancem eficiência e sustentabilidade;

VII - incentivar as boas práticas de responsabilidade socioambiental. (BRASIL, 2010)

No que se refere ao Artigo 30 da Lei Federal nº 12.305 citado acima, ele esclarece sobre a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Esta análise do ciclo de vida de um item compreende todo o processo do produto, desde a extração da matéria-prima, produção, consumo e descarte final. A responsabilidade sobre o produto cabe a comerciantes, fabricantes, importadores, distribuidores, cidadãos e titulares de serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos na logística reversa.

Desta forma, a escola possui um papel importante quanto a entendimentos e aplicabilidade desta lei, através da mobilização da comunidade escolar para conscientização ambiental, uma vez que se pode desenvolver ações práticas educativas sobre questões ambientais. Além disso, possibilita o desenvolvimento de iniciativas sociais orientadas na prática da sustentabilidade, em especial aquelas associadas à minimização de impactos ambientais, bem como a implantação de sistemas de gestão de

resíduos sólidos, com o objetivo de melhorar as condições ambientais, em curto, médio e longo prazos.

Sendo assim, é de fundamental importância abordar tais conceitos no contexto escolar, pois os alunos passam a refletir sobre a temática, significar suas ações e tomar decisões em prol da melhoria do meio ambiente. Conforme Eigenheer (2004) e Reigota (2006), (apud ARAÚJO, 2010, p.311), a sustentabilidade tem sido uma prática importante, pois contribui para “a diminuição e a prevenção de riscos na saúde pública e dos impactos ambientais; da exploração e economia dos recursos naturais; da geração de trabalho e renda; e da redução do consumo de energia”.

O artigo 33 da seção II, capítulo III, da Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei Federal nº 12.305, prevê que os seguintes produtos devem ser moldados ao sistema de devolução no pós-consumo:

- I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas;
- II - pilhas e baterias;
- III - pneus;
- IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;
- V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
- VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes (BRASIL, 2010).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou em 2013 a norma ABNT NBR 16.156, onde descreve os conceitos básicos e pilares do documento e alinhamento com a Política Nacional de Resíduos Sólidos sob a Lei 12.305/2010 e o Decreto 7.404/2010 e estabelece requisitos para proteção ao meio ambiente e para o controle dos riscos de segurança e saúde no trabalho na atividade de manufatura reversa de resíduos eletroeletrônicos além de requisitos específicos relacionados a responsabilidade por substâncias perigosas; a rastreabilidade dos resíduos recebidos; e ao balanço de massa até a disposição. (ABNT, 2013)

Esta norma se aplica a empresas que realizam atividades de manufatura reversa de resíduos eletroeletrônicos, voltadas ao princípio da sustentabilidade, assim como as etapas da atividade de reciclagem que compreendem os processos de transformação dos resíduos eletroeletrônicos em partes e peças, insumos ou matérias primas, sem a obtenção de novos produtos. Estipula condições que propiciam desenvolver capacidades

para estruturar e gerir um sistema de controle e redução das ocorrências de agressões ao meio ambiente e aos trabalhadores envolvidos nos processos de reciclagem de resíduos eletroeletrônicos.

Diante disto, surge o instrumento da logística reversa, que é definido pela Lei Federal 12.305/10, que determina como devem ser estruturados e implementados os sistemas de logística reversa, ou seja, o retorno de produtos após serem utilizados pelo consumidor.

2.3. A LOGÍSTICA REVERSA

A Lei 12.305/10 trata de vários princípios importantes na busca de uma melhor qualidade de vida e cidadania. Podemos citar entre eles: a participação de todos; a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade; a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e a Educação Ambiental. Iremos tratar aqui sobre a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, onde todos os geradores passam a assumir responsabilidades na destinação de seus resíduos. Ela abrange todos os setores, desde os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos nas três esferas do governo.

Afim de viabilizar esta responsabilidade compartilhada, entra o instrumento da logística reversa que é definido pela Lei 12.305/10 como

[...] instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010)

Neste processo da logística reversa responsabiliza as empresas e estabelece uma integração de municípios na gestão do lixo. Quer dizer que a Lei exige que as empresas assumam o retorno de seus produtos descartados e cuidem da adequada destinação, ao final de seu ciclo de vida útil. Já os consumidores devem devolver embalagens e produtos que não são mais usados nas empresas, nos comércios ou em postos específicos estabelecidos pelas empresas ou pelos comerciantes. Enquanto que a parte

administrativa está incumbida de criar campanhas de educação e conscientização para os consumidores, além de fiscalizar a execução das etapas da logística reversa.

Assim, conforme menciona Silva Filho et al. (2012, p. 74),

[...] o sistema de logística reversa concebido pela PNRS deve contemplar a devolução pelos consumidores aos comerciantes ou distribuidores dos produtos após o uso. Na fase seguinte os comerciantes e distribuidores deverão efetuar a devolução aos fabricantes ou importadores, dos produtos devolvidos e reunidos. Por fim, a eles, cabe dar a destinação ambientalmente adequada aos resíduos recebidos por meio do sistema de logística reversa e encaminhar os rejeitos para a disposição final ambientalmente adequada, em conformidade com as normas expedidas por órgão do Sisnama e com o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos. (SILVA FILHO et al., 2012, p. 74)

O Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010, regulamenta a obrigação para a logística reversa na Política Nacional de Resíduos Sólidos, o qual passa a ser um instrumento para aplicação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. A PNRS define logística reversa (no Art. 13 do Decreto Nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010) como

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada. (BRASIL, 2010, p.1)

Desta forma, a implantação do sistema de logística reversa é mais uma maneira de encaminhar os resíduos sólidos através de uma gestão integrada de cada classe de resíduos, desde a sua geração, coleta, transporte e destinação final. A finalidade está em proporcionar um desenvolvimento sustentável do planeta, pois possibilita a reutilização e redução no consumo de matérias-primas.

De forma mais ampla, podemos conceituar a logística reversa como sendo o caminho contrário que uma embalagem ou produto deve fazer. Ela sai do setor empresarial para o consumidor e deve retornar para a indústria, onde deverá ser reaproveitada ou receber outra destinação ambientalmente adequada. Uma das principais formas de implementar e operacionalizar a logística reversa são os acordos setoriais: firmados por meio de contratos entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes.

De acordo com o artigo 15 do Decreto ° 7.404, de 23 de Dezembro de 2010, os sistemas de logística reversa serão implementados e operacionalizados por meio de: acordos setoriais (contratos firmados entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, onde partilham a responsabilidade pelo ciclo de vida do produto); regulamentos expedidos pelo Poder Público; ou termos de compromisso.

A logística reversa passou a ser vista como ferramenta estratégica para a tomada de decisões nos últimos tempos, uma vez que desempenha um papel importante no processo produtivo quanto aos impactos ambientais, conforme cita Leite (2007),

A área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valores de diversas naturezas: econômico, de prestação de serviços, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, dentre outros (LEITE, 2009, p.17).

Chaves e Batalha (2006, p. 425) afirmam que “o foco de atuação da logística reversa envolve a reintrodução dos produtos ou materiais na cadeia de valor pelo ciclo produtivo ou de negócios. Portanto, o descarte do produto deve ser a última opção a ser analisada”.

A logística reversa foi definida pela PNRS e em Minas Gerais é desenvolvida e implantada por meio de Termos de Compromisso, conforme estabelecido pela Deliberação Normativa nº 188/2013, acompanhados pela Gerência de Resíduos Especiais da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), no âmbito das competências estabelecidas no Estatuto da Fundação.

De acordo com Art. 1º. desta deliberação, “Ficam estabelecidas as diretrizes gerais e os prazos para a publicação dos editais de chamamento de sistemas de logística reversa no Estado de Minas Gerais, em atendimento ao artigo 17, do Decreto nº 45.181, de 25 de setembro de 2009.”

Parágrafo único. Para fins desta Deliberação Normativa considera-se logística reversa o conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada. (BRASIL, 2013)

A figura 1 abaixo representa a logística reversa desde quando o material começa a ser fabricado até chegar ao consumidor, bem como o fluxo do resíduo que é gerado

após seu consumo, até sua reutilização ou reaproveitamento. No momento em que o material deixa de ser útil, será feito o desmanche desse material para ser utilizado como matérias primas-secundárias e produzir novos materiais.

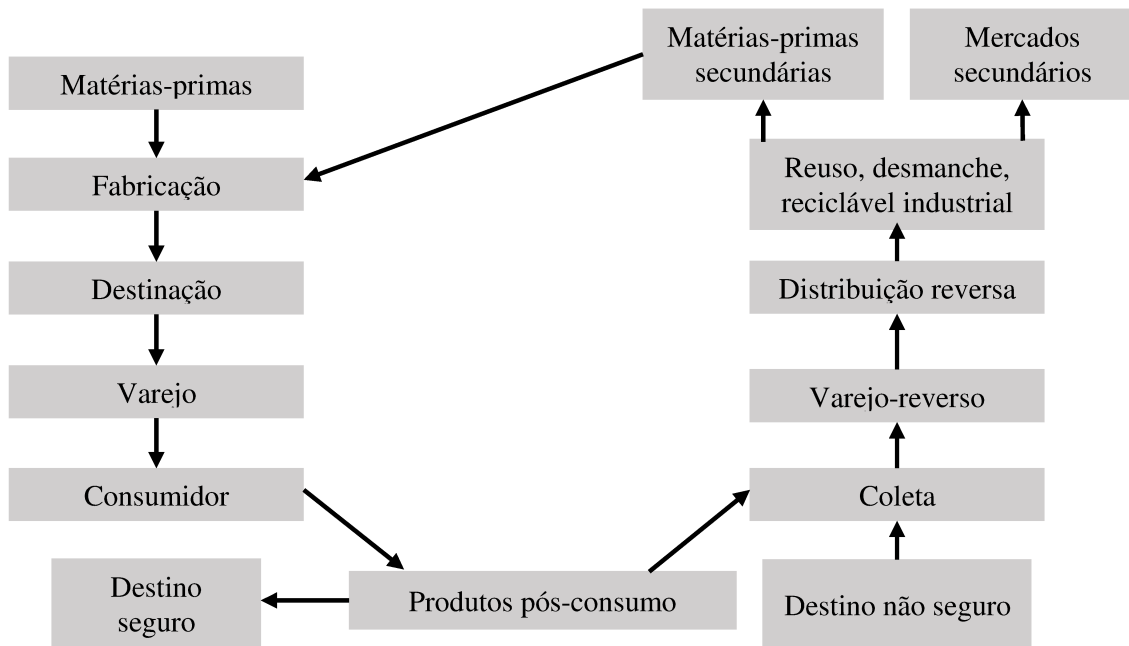


Figura1: Esquema da logística reversa. Fonte: Mueller (2012, apud DEMAJOROVIC, 2012).

A geração deste tipo de resíduo cresce a cada dia mais em função da contínua modernização dos equipamentos eletroeletrônicos e pelo pequeno tempo de vida útil, o que os tornam obsoletos. Apesar de serem considerados uma pequena parte em relação aos lixos tecnológicos, a logística tem causado grandes discussões acerca da importância de gerenciar o destino dado aos resíduos sólidos descartados diariamente pelos consumidores.

Desta forma, “a logística reversa deve ser vista como uma oportunidade competitiva e não como um custo, pois, com ela, pode-se desenvolver um melhor relacionamento com os demais envolvidos na cadeia produtiva, com os clientes e o mercado em geral” (STOCK et. al. 2002 apud MIGUEZ, 2012, p.12).

O lixo eletroeletrônico é um resíduo que, não sendo tratado de forma adequada, pode gerar grandes danos ambientais e à saúde pública. Desta forma, a implantação de técnicas de reciclagem do lixo eletroeletrônico, além de reduzir o impacto sobre os

elementos naturais utilizados para sua produção, está se tornando um negócio bastante rentável, em diversas áreas do mundo, especialmente nos países desenvolvidos.

Os benefícios ambientais e sociais da reutilização incluem a diminuição da demanda por novos produtos e matérias-primas, menos embalagem por unidade, disponibilidade de tecnologia para faixas mais amplas da sociedade, devido à maior acessibilidade dos produtos; e diminuição do uso de aterros sanitários.

De acordo com o site lixoeletronico-ufabc.blogspot.com.br, a reciclagem do lixo eletroeletrônico consiste em três passos fundamentais: coleta, triagem/desmontagem/pré-processamento e refinação (processo final).

1) **Coleta** – esta é a parte mais crucial, pois determina o montante de material a ser reciclado. Nesta etapa faz-se a coleta do lixo eletroeletrônico e a separação do material que realmente é útil e poderá ser aproveitado para a reciclagem.

2) **Triagem, desmonte e pré-processamento** – Nesta etapa faz-se a triagem, separando as substâncias perigosas e armazenando-as em locais adequados. Isto inclui a remoção de baterias, condensadores etc., antes do pré-tratamento. As baterias dos dispositivos podem ser enviadas para instalações específicas para a recuperação de cobalto, níquel e cobre.

3) **Refinação (processamento final)** – Após o pré-tratamento pode-se dar as seguintes destinações: partes ferrosas são direcionadas para usinas siderúrgicas para a recuperação de ferro; partes de alumínio podem ser enviadas para fundições de alumínio, enquanto partes que possuem cobre/chumbo ou outros metais preciosos podem ser enviados à fundições que recuperam metais preciosos ou não ferrosos.

Conforme o site da *Tech in Brazil*¹, existem algumas empresas maiores especializadas na reciclagem de lixo eletroeletrônico que já operam efetivamente no Brasil. Dentre as principais empresas recicladoras, podemos destacar:

***Ecobraz:** a empresa é especializada na coleta e reciclagem de aparelhos eletroeletrônicos. O projeto está presente na região metropolitana de São Paulo,*

¹ Tech in Brazil é um portal B2B que cobre tópicos relacionados à tecnologia no Brasil tanto em inglês quanto em português. Criado em 2013, o portal se especializou em artigos nas áreas de TI, mídia, eletrônica e telecomunicações, reunindo uma audiência fiel de executivos técnicos de altos cargos em empresas brasileiras.

oferecendo serviços para empresas, consumidores, fabricantes e organizações governamentais.

Reciclagem Brasil: com sede na cidade de Cabreúva, em São Paulo, a empresa gerencia lixo eletroeletrônico. A Reciclagem Brasil é especializada em fornecer o destino correto para os resíduos de empresas, entre eles computadores, telefones e cabeamento. A empresa também oferece soluções para a reutilização de aparelhos eletroeletrônicos.

Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR): o CEDIR é um projeto criado pela USP para tratar o lixo eletroeletrônico e enviá-los à empresas de reciclagem. Alguns de seus componentes são destinados para o reuso em projetos sociais.

Coopermiti: a empresa é parceira da Prefeitura Municipal de São Paulo e oferece gerenciamento, processamento e reciclagem de lixo eletroeletrônico.

Descarte Certo: oferece serviços de coleta e reciclagem para consumidores e empresas, trabalhando com as maiores empresas do país como o Santander, Zurich Seguros, Oi e Carrefour. A empresa trata de uma grande variedade de produtos desde telefones celulares e fones de ouvido até máquinas de lavar e refrigeradores.

Estre: fundada em São Paulo, a empresa recicla todos os tipos de materiais e resíduos eletroeletrônicos. As operações da Estre incluem a desmontagem, separação e reciclagem dos equipamentos coletados por seus serviços.

Lorene: é uma das pioneiras no tratamento de lixo eletroeletrônico no país, operando nas principais cidades brasileiras como São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba e Belo Horizonte. A empresa, certificada pelas maiores organizações ambientais, opera em todos os setores do processo de tratamento de resíduos.

RecicloMetais: a empresa oferece tratamento de lixo eletroeletrônico em todos os seus estágios, coletando e reciclando a maioria dos tipos de materiais e equipamentos.

Recicladora Urbana: localizada na cidade de Jacareí, a Recicladora Urbana oferece logística reversa e gerenciamento de resíduos para empresas e organizações.

Podemos destacar ainda a **Suzaquim**, empresa localizada na cidade de Suzano (SP), opera desde 2008 com o reprocessamento e destinação final de resíduos industriais, pilhas, baterias, lixo tecnológico e materiais diversos para a produção de sais e óxidos metálicos, que poderão ser reaproveitados em diversos segmentos industriais. É uma das poucas empresas do Brasil que possuem licença para promover a destinação final de pilhas e baterias.

Em Selpis, Castilho e Araújo (2012, p.119) vemos que quando um produto é consumido que inicia o processo da logística reversa e que as empresas devem estar preparadas para dar conta do que é identificado como 4Rs da logística reversa, quer seja: *Recuperação, Reconciliação, Reparo e Reciclagem*.

- 1) **Recuperação**: permite à empresa manter e controlar a saída e a confiabilidade do produto de forma a melhorá-lo no mercado;
- 2) **Reconciliação**: corresponde à análise dos produtos defeituosos que retornam para empresa. Eles são avaliados para determinar o canal de retorno adequado que precisa ser usados, como reparação, reposição, reconstrução ou reciclagem e, se possível, serem novamente enviados ao mercado;
- 3) **Reparo**: é o tempo de espera do cliente para que o produto seja reparado ou trocado;
- 4) **Reciclagem**: é o retorno ao ciclo dos produtos que seriam descartados pelo consumidor e pela indústria, de forma que reduzam os custos do processo e abram novas possibilidades.

Visando solucionar o problema dos rejeitos eletroeletrônicos, podemos notar que o processo de reciclagem ainda é um mercado emergente que está em crescimento. São necessários mais investimentos em tecnologia para a reciclagem dos componentes eletroeletrônicos, buscando uma forma mais sustentável de produzir os equipamentos deste tipo.

É importante que nossos alunos se conscientizem e tenham ações práticas que reduzam os seus impactos sobre o ambiente. Quando se fala na gestão dos resíduos sólidos, podemos indicar a política dos R's, o que torna imprescindível que os alunos saibam seus significados. O conceito de 4 R's, que compreende Reduzir, Reciclar, Reutilizar e Reintegrar, está ligado à gestão dos resíduos sólidos, enquanto que o conceito de 5 R's, que significa Reduzir, Reutilizar, Reciclar, Repensar e Recusar, prioriza a redução do consumo e o reaproveitamento dos materiais em relação à sua própria reciclagem.

Este conceito dos 5 R's está sendo utilizado por muitas empresas e foi adaptado para favorecer processos sobre a Educação Ambiental. É de suma importância o

comportamento do indivíduo nesse processo, e a política dos 5 R's enfatiza mudanças de comportamentos e atitudes, a fim de garantir a qualidade de vida e a sustentabilidade, por meio da conservação e conscientização ambiental. Podemos dizer que é função dos sistemas educativos fomentar estudos e discussões a respeito dos cinco R's, promovendo no processo educativo a formação voltada para alavancar mudanças de hábitos e atitudes, entre elas a redução no consumo e evitar desperdícios.

Nesse sentido, o Ministério do Meio Ambiente criou o programa Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), e tem como objetivo incentivar e promover os órgãos públicos do país a adotarem e implementarem práticas de sustentabilidade em suas atividades na área de responsabilidade socioambiental. A Agenda Ambiental prioriza como um de seus princípios a política dos 5 R's. São eles: repensar, recusar, reduzir, reutilizar e reciclar

Repensar: Repensar a necessidade de consumo e os padrões de produção e descarte adotados.

Recusar: Recusar possibilidades de consumo desnecessário e produtos que gerem impactos ambientais significativos.

Reduzir: Reduzir significa evitar os desperdícios, consumir menos produtos, preferindo aqueles que ofereçam menor potencial de geração de resíduos e tenham maior durabilidade.

Reutilizar: Reutilizar é uma forma e evitar que vá para o lixo aquilo que não é lixo reaproveitando tudo o que estiver em bom estado. É ser criativo, inovador usando um produto de diferentes maneiras.

Reciclar: Reciclar significa transformar materiais usados em matérias-primas para outros produtos por meio de processos industriais ou artesanais. (BRASIL, 2013 B, p.52)

Portanto, pensar a política dos 5 R's juntamente com a coleta seletiva, se torna fundamental, haja visto que muitos resíduos são destinados para a reciclagem, uma vez que reduz os impactos ambientais e o consumo de matéria-prima no processo de fabricação de um determinado material. Este processo de reciclagem pode ser feito de forma artesanal ou industrial, mas para ocorrer de forma eficiente é essencial um sistema de coleta seletiva adequado, em acordo com o Decreto nº 5.940 de 25 de outubro de 2006, que

instituiu a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e instituições da administração pública federal direta e indireta na fonte geradora e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis. (BRASIL, 2006, p. 4).

Atividades sistemáticas na escola sobre esse assunto acaba implicando nos alunos uma conscientização ambiental por mudanças comportamentais. Uma nova cultura de consumo é possível, pautada por ações conscientes e responsáveis, em busca de uma melhor qualidade de vida, visto que o ser humano é parte integrante do meio ambiente.

A produção de coletores, com os respectivos códigos de cores, e sua utilização na escola constitui uma das ações que a escola pode realizar. O Conselho Nacional do Meio Ambiente, por meio da Resolução CONAMA nº 275/01, "estabelece código de cores para diferentes tipos de resíduos na coleta seletiva". (BRASIL, 2001). O Art. 1º desta Resolução, resolve:

estabelecer o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. **Azul:** papel/papelão; **Vermelho:** plástico; **Verde:** vidro; **Amarelo:** metal; **Preto:** madeira; **Laranja:** resíduos perigosos; **Branco:** resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde; **Roxo:** resíduos radioativos; **Marrom:** resíduos orgânicos; **Cinza:** resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação.

Considerando, então, em especial, a necessidade de se disciplinar o descarte e o gerenciamento ambientalmente correto de pilhas e baterias usadas, naquilo que se refere à coleta e posteriormente ao encaminhamento para um processo de reciclagem, tratamento ou disposição final, é importante disseminar estas informações para a comunidade escolar. As pilhas e baterias podem levar séculos para se decompor, o que representam hoje um sério problema ambiental. De acordo com Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica – Abinee, são produzidas a cada ano no país cerca de 800 milhões de pilhas comuns, sendo 80% de pilhas secas (zinco-carbono), 20% de pilhas alcalinas (hidróxido de potássio ou de sódio – zinco) e 17 milhões de baterias (ABINEE, 2006). No setor de eletroeletrônico a produção industrial no ano de 2017 teve um aumento de 5% na comparação com 2016. (ABINEE, - Relatório Anual 2017).

Sendo assim, as escolas são instituições que possuem um papel decisivo quanto à questão ambiental, pois exercem uma importância na conscientização ambiental dos alunos em busca da redução da quantidade de pilhas e baterias lançadas inadequadamente no meio ambiente. Estas contém metais pesados em seu interior de difícil degradação e são nocivos, o que representa um risco ao meio ambiente e à saúde

pública. Esse tipo de material possuem alta capacidade para se acumular no corpo humano.

Diante deste contexto, podemos considerar que a implantação da coleta seletiva e da logística reversa, juntamente com os entendimentos do assunto e a conscientização ambiental, pode ser feita através de parcerias entre os fabricantes, importadores e comerciantes com o poder público. Desta forma, os consumidores se tornam ativos nesse processo, favorecendo a redução dos impactos causados por descartes residuais, melhorando a qualidade de vida dos cidadãos e obtendo um balanço ambiental positivo. Além disso, dá-se um passo rumo ao desenvolvimento sustentável do planeta, pois possibilita a reutilização e redução no consumo de matérias-primas.

2.4. ABORDAGEM CONCEITUAL

A abordagem de ensino proposta através de uma sequência didática com a temática em Eletroquímica consiste em analisar um modelo didático que estabeleça a ligação entre quatro componentes do processo de ensino-aprendizagem, os quais são: o professor, os estudantes, o mundo material e o conhecimento científico. Dentre os aspectos da problemática que caracteriza a pesquisa neste contexto, estão as dificuldades de aprendizagem dos estudantes envolvendo conceitos químicos.

Desta forma, o desenvolvimento de uma sequência didática, a fim de contemplar o ensino de Eletroquímica, tem sido objeto de estudo e encontra destaque nas pesquisas envolvendo as concepções alternativas na tentativa de superar as dificuldades e produzir um conhecimento científico.

De acordo com Kempa (1991, p.120), um aluno não consegue entender ou conceber determinadas situações devido as dificuldades de aprendizagem que podem existir. Os principais fatores, são:

- I. A natureza do sistema de ideias/conhecimento já possuído pelo aluno, ou a inadequação de tais conhecimento em relação ao conceito a ser adquirido.
- II. A demanda e a complexidade de uma tarefa de aprendizagem em termos de processamento de informações, em comparação com o capacidade de tratamento de informações do aluno.
- III Problemas de comunicação decorrentes do uso da linguagem, por exemplo, em termos técnicos ou em termos gerais com significados especializados específicos do contexto, ou a complexidade da estrutura da frase e da sintaxe usada pelo professor (em comparação com o próprio idioma do aluno capacidade).

IV. Uma incompatibilidade entre abordagens educacionais usadas pelo professor e pelo modo de aprendizagem preferido do aluno (estilo de aprendizado). (KEMPA,1991, p.120)

Muitos conceitos envolvidos no ensino de Eletroquímica são de difícil compreensão para os estudantes, e diante das dificuldades apresentadas no processo de ensino-aprendizagem, abordamos o tema através de uma metodologia de ensino contextualizada, como forma de facilitar o entendimento dos conhecimentos científicos e relacionar assuntos ambientais, sociais e econômicos com o dia a dia dos alunos. Conforme Carvalho e Gil-Perez (2006, p.21), o ensino tradicional promove apenas atividades onde “o professor se transforma em um transmissor mecânico de conteúdo do livro de texto”. O ensino da ciência acaba sendo de forma abstrata e descompromissada, pouco contribuindo para promover a alfabetização científica e o pensamento crítico dos alunos.

Segundo Caamaño (2004, p.4), a maior dificuldade para os estudantes aprenderem os conceitos químicos está relacionada ao grande número de concepções alternativas, pois estas e “as dificuldades de aprendizagem detectadas podem ser atribuídas a: dificuldades intrínsecas e terminológicas da própria disciplina; os processos de pensamento e raciocínio dos estudantes; e o processo de instrução recebido.”

Estas dificuldades acontecem pois os conteúdos de Química são trabalhados através das concepções com o mundo macroscópico (fenomenológico), tornando o conhecimento químico abstrato. Ainda assim, podemos observar alguns fenômenos do cotidiano, como o caso “da corrosão, o desgaste de materiais metálicos, a utilização da corrente elétrica, a produção de corrente elétrica a partir de processos eletrolíticos e o descarte de pilhas e baterias” (SANJUAN et al., 2009, p.191).

Por sua vez, a construção da teoria, como o caso da Eletroquímica, no que se refere à transferência de elétrons entre átomos e/ou íons dentro de um sistema nos processos de oxidação e redução se baseia em fenômenos do mundo microscópico (teorias e modelos) e simbólicos (representacionais). Para que a aprendizagem seja efetivamente significativa a relação entre fenômeno e teoria tem que ter uma conexão com a área do conhecimento científico e com a função social que a Química exerce na formação do cidadão.

De acordo com Marcondes et al. (2017, p.5673) muitos trabalhos reportam as dificuldades a respeito do processo ensino-aprendizagem de conceitos relacionados ao conteúdo de Eletroquímica. Dentre eles, “são relatadas dificuldades de os alunos compreenderem conceitos de oxidação, redução, corrente elétrica, condutibilidade elétrica em soluções, representação de reações de óxido-redução e potencial de redução”.

Ainda conforme a autora, é possível ensinar o conteúdo de Química de forma mais significativa, e compreender conceitos e aspectos tecnológicos da Ciência como cultura humana. Desta forma, vem sendo defendida a ideia da contextualização dos conteúdos químicos visando uma educação para a cidadania em que se possa julgar e tomar decisão a respeito de temas sociais relacionados a Ciências (Auler, 2003; Santos & Mortimer, 2002).

De acordo com Santos (2007) a contextualização pode ser vista com os seguintes objetivos:

- 1) desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais relativas à ciência e à tecnologia;
- 2) auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da ciência; e
- 3) encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas do cotidiano. (Santos, 2007, p.5)

Contudo, essa contextualização pedagógica do conteúdo científico pode ser vista com o papel da concretização dos conteúdos curriculares, tornando-os socialmente mais relevantes.

O estudo da Eletroquímica se baseia em muitos conceitos e fenômenos, em relação aos quais os estudantes, com suas dificuldades na compreensão de conceitos e fenômenos, apresentam concepções muito superficiais, e são levados a interpretações equivocadas das reações de oxirredução que ocorrem nos eletrodos, bem como transferência de elétrons, reatividade de metais, cátodo e ânodo, potencial padrão de um eletrodo, cálculos da força eletromotriz. Desta forma, a utilização de uma sequência didática contextualizada, por meio de uma abordagem de um tema social com situações reais, possibilita uma discussão transversal em relação aos conteúdos e aos conceitos científicos e mostra aplicações destes fenômenos e como eles estão associados em nosso dia a dia.

Entendemos que é importante o professor selecionar temas relevantes e atuais, os quais tratem os conceitos químicos de forma a facilitar o entendimento dos estudantes. Por sua vez, Pauletti et al. (2014) apontam os três níveis de representação para o conhecimento químico, sendo eles o macroscópico, microscópico e o simbólico. Sendo que

O nível macroscópico corresponde aos fenômenos e processos químicos observáveis e perceptíveis numa dimensão visível. Já o nível simbólico envolve as fórmulas, equações e estruturas. Por fim, o nível microscópico diz respeito aos movimentos e arranjos de moléculas, átomos e partículas. (PAULETTI et al., 2014, p.124)

No sentido de estruturar o ensino de Química por meio de temas, e de permitir o desenvolvimento de conhecimentos de forma articulada em torno de um eixo central, foi desenvolvida uma sequência didática para que o aluno compreenda os processos químicos envolvidos e possa discutir aplicações tecnológicas relacionadas ao tema. A partir de uma problematização do conhecimento proposta por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), os quais expõem que a utilização de problematizações durante a atuação em sala de aula busca trabalhar com os conhecimentos prévios que o estudante possui, e através deste construir o conhecimento científico.

Com este estudo procuramos abranger os fenômenos conhecidos e explorar os conceitos químicos no contexto escolar, desenvolvendo paralelamente novos conceitos de maneira mais simples, direcionando-os a aplicações de interesse do aluno, como a diferença entre pilha ácida e pilha alcalina, quais as diferenças entre os diversos tipos de baterias disponíveis no mercado, os metais tóxicos presentes na composição das pilhas e baterias e como é feito o descarte de pilhas e baterias. Neste momento aproveitamos para discutir a gravidade do problema do lixo eletroeletrônico e como é feita a reciclagem responsável do lixo eletroeletrônico.

Diante deste contexto verificamos que as pilhas e baterias são consideradas como resíduos perigosos por conterem em sua composição metais pesados altamente tóxicos e não biodegradáveis, como cádmio, chumbo e mercúrio, que são extremamente perigosos à saúde humana. Desta forma, podem ocasionar impactos ambientais conforme a forma como são eliminados, acabam contaminando o solo, os cursos d'água e o lençol freático, atingindo a flora e a fauna.

De acordo com Cardoso (2008) os metais compõem um grupo de elementos químicos sólidos no seu estado puro (com exceção do mercúrio, que é líquido) caracterizados pelo seu brilho, dureza, cor amarelada a prateada, boa condutividade de eletricidade e calor, maleabilidade, ductibilidade, além de elevados pontos de fusão e ebulição. Dentre estes elementos existem alguns que apresentam uma densidade ainda mais elevada do que a dos demais, e por isso são denominados metais pesados. Além da densidade elevada, o que, em números, equivale a mais de $4,0 \text{ g/cm}^3$, os metais pesados também se caracterizam por apresentarem altos valores de número atômico (a referência é o número atômico do cálcio, que é 20), massa específica (densidade, em torno de $3,5$ a $7,0 \text{ g/cm}^3$); e massa atômica (a referência é a massa atômica do sódio, que é 23 g/mol).

Os metais pesados diferem de outros agentes tóxicos porque não são sintetizados nem destruídos pelo homem. Através da cadeia alimentar essas substâncias chegam, de forma acumulada, podendo, assim, ocasionar impactos na saúde. Especificamente o cádmio, o chumbo e o mercúrio.

- **Cádmio:** metal pesado que produz efeitos tóxicos nos organismos vivos, mesmo em concentrações muito pequenas. A exposição ocupacional acontece principalmente em fábricas de baterias por inalação de fumos e poeiras de Cd. Em refinarias de chumbo e zinco, soldadores e trabalhadores de indústrias eletrônicas, têxteis e de plásticos estão também expostos aos resíduos de Cd tanto por inalação como por contato. Uma grande fonte de exposição não ocupacional ao Cd respirável são os cigarros. Cada cigarro contém 1 a $2 \mu\text{g}$ de Cd e 10% é inalado. Assim, fumar um ou mais maços por dia resulta na duplicação da dose diária absorvida de Cd. Quando a absorção é pelo estômago ou intestino o Cd vai para a corrente sanguínea (1 a 5%). Quando a absorção se dá nos pulmões vai para a corrente sanguínea (30 a 50%). A toxicidade aguda surge após ingestão de concentrações altas de Cd, assim como após ingestão de alimentos ou bebidas contaminadas, inalação de fumos ou outros materiais aquecidos. Manifesta-se na forma de pneumonia química aguda ou edemas pulmonares. A toxicidade crônica é devida a uma exposição prolongada de concentrações baixas de Cd. Pode resultar em doença crônica obstrutiva pulmonar, enfisemas, doenças crônicas renais, efeitos no sistema cardiovascular e ósseo (E-TEC BRASIL, 2013, p.42).

- **Chumbo:** uma vez que o chumbo entre em contato com o organismo, o mesmo não sofre metabolização, sendo complexado por macromoléculas, diretamente

absorvido, distribuído e excretado. As vias de contaminação podem ser a inalação de fumos e poeiras (mais importante do ponto de vista ocupacional) e a ingestão. Apenas as formas orgânicas do metal podem ser absorvidas via cutânea. O chumbo é bem absorvido por inalação e até 16% do chumbo ingerido por adultos pode ser absorvido. Em crianças, o percentual absorvido através da via digestiva é de 50%. Uma vez absorvido, o chumbo é distribuído para o sangue onde tem meia-vida de 37 dias, nos tecidos moles, sua meia-vida é de 40 dias e nos ossos, sua meia-vida é de 27 anos, constituindo estes o maior depósito corporal do metal armazenando 90 a 95% do chumbo presente no corpo. A excreção é extremamente lenta, ocorrendo 65% por via renal e 35% por via biliar. O restante é pelo suor, unhas, cabelos, descamação da pele. Os efeitos são a neurotoxicidade, distúrbios hematológicos, distúrbios renais, hipertensão arterial, carcinogenicidade com evidência suficiente em animais e evidência inadequada em humanos (IARC). Também apresenta efeitos reprodutivos com possível aumento de abortos, malformações, natimortos e redução na contagem de espermatozoides (E-TEC BRASIL, 2013, p.38).

▪ **Mercúrio:** o mercúrio elementar é solúvel em gorduras, o que lhe permite atravessar membranas. A principal via de penetração são os pulmões, através da inalação dos vapores metálicos. Cerca de 80% dos vapores inalados são absorvidos nos alvéolos pulmonares, em consequência da alta difusibilidade da substância. O mercúrio é também absorvido através da pele por contato com a forma líquida ou vapor, e através do aparelho digestivo ele é absorvido na proporção de 2 a 10% da quantidade ingerida. Após penetrar no organismo, o mercúrio apresenta-se na forma metálica o que permite atravessar a Barreira Hematoencefálica (BHE), atingindo o cérebro. No sangue e nos tecidos, ele é rapidamente oxidado ao íon mercúrio (Hg^{2+}) que se fixa às proteínas (albumina) e aos glóbulos vermelhos, sendo distribuído.

Os efeitos agudos na exposição são:

- Aparelho respiratório – os vapores são irritantes, provocando bronquite e edema pulmonar. Surge salivação, gosto metálico, lesão renal, tremores e convulsão;
- Aparelho digestivo – gosto metálico na boca, sede, dor abdominal, vômito e diarreia;

- Aparelho urinário – lesão renal, insuficiência renal e morte; IV - Sistema nervoso – alucinações, irritabilidade, perda de memória, irritabilidade emocional, confusão mental, anormalidades nos reflexos, coma e morte.
- Pele – irritação cutânea, edema e pústula ulcerosa nas extremidades dos dedos.

A exposição prolongada ao mercúrio elementar leva às seguintes alterações:

- Boca – inflamação da gengiva, que fica mole e esponjosa, dentes moles, inchaço das glândulas salivares, excesso de saliva.
- Sistema nervoso – tremores nos braços, nas mãos, pernas, pálpebras, nos dedos e lábios, vertigem e rubor.
- Psiquismo – irritabilidade, perda de memória, alucinações, perda do autocontrole, insônia, depressão, pesadelos.
- Outras alterações – rubor na face e lesões na pele (E-TEC BRASIL, 2013, p.40).

A disposição dos resíduos sólidos no meio ambiente pode gerar alguns problemas de saúde. O quadro a seguir, extraído do trabalho de Reidler e Günther (2003, p.25) cita as características e os principais efeitos à saúde devido a alguns metais presentes nas pilhas e baterias.

QUADRO 2. Principais efeitos à saúde devido a alguns metais presentes nas pilhas e baterias estudadas.

PRINCIPAIS EFEITOS À SAÚDE	
Cádmio Cd (*)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Câncer ▪ Disfunções digestivas ▪ Problemas pulmonares e no Sistema Respiratório
Chumbo Pb (*)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anemia ▪ Disfunção renal ▪ Dores abdominais (cólica, espasmo, rigidez). ▪ Encefalopatia (sonolência, distúrbios metais, convulsão, coma). ▪ Neurite periférica (paralisia) ▪ Problemas pulmonares ▪ Teratogênico
Cobalto Co	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lesões pulmonares e no Sistema Respiratório ▪ Distúrbios hematológicos ▪ Possível carcinogênico humano ▪ Lesões e irritações na pele ▪ Distúrbios gastrintestinais ▪ Efeitos cardíacos

Crômio Cr (*)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Câncer do aparelho respiratório ▪ Lesões nasais e perfuração do septo e na pele ▪ Distúrbios no fígado e rins, podendo ser letal. • Distúrbios gastrintestinais
Lítio Li	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Disfunções renais e respiratórias ▪ Disfunções do Sistema Neurológico ▪ Cáustico sobre a pele e mucosas ▪ Teratogênico
Manganês Mn	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Disfunção cerebral e do Sistema Neurológico ▪ Disfunções renais, hepáticas e respiratórias. ▪ Teratogênico
Mercúrio Hg (*)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Congestão, inapetência, indigestão. ▪ Dermatite ▪ Distúrbios gastrintestinais (com hemorragia) ▪ Elevação da pressão arterial ▪ Inflamações na boca e lesões no aparelho digestivo ▪ Lesões renais ▪ Distúrbios neurológicos e lesões cerebrais ▪ Teratogênico, mutagênico e possível carcinogênico.
Níquel Ni	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Câncer ▪ Lesões no Sistema Respiratório ▪ Distúrbios gastrintestinais ▪ Alterações no Sistema Imunológico ▪ Dermatites ▪ Teratogênico, genotóxico e mutagênico.
Prata Ag	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Argíria (descoloração da pele e outros tecidos) ▪ Dores estomacais e distúrbios digestivos ▪ Problemas no Sistema Respiratório ▪ Necrose da medula óssea, fígado, rins e lesões oculares.
Zinco Zn	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alterações hematológicas ▪ Lesões pulmonares e no Sistema Respiratório ▪ Distúrbios gastrintestinais ▪ Lesões no pâncreas

Fonte: REIDLER; GÜNTHER (2003)

* Esses metais estão incluídos na Lista “TOP 20” da USEPA, entre as 20 substâncias mais perigosas à saúde e ao ambiente: Cd, Cr, Hg, Pb (CERCLA 2002).

Sendo assim, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) do ensino médio propõem que o aprendizado de química

deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com

as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas (BRASIL, 2002, p. 87).

Para que isto ocorra é necessário que se busque alternativas por meio de uma dinâmica reflexiva e investigativa, que propiciem a construção dos conhecimentos, vinculando-a às implicações sociais. Para isto acontecer, o professor precisa utilizar de metodologias não tradicionais, na busca de discutir sobre os problemas inerentes ao processo de ensino e aprendizagem da Química, uma vez que esse tipo de ensino tradicional não possibilita a formação e o desenvolvimento do raciocínio científico. Neste contexto, Machado e Mortimer (2007), valorizam as ideias preconcebidas dos alunos, permitindo reconstruir o seu próprio conhecimento argumentando que

aprender ciência não é uma questão de simplesmente ampliar o conhecimento dos jovens sobre os fenômenos – numa prática talvez denominada mais apropriadamente como estudo da natureza – nem de desenvolver ou organizar o raciocínio do senso comum dos jovens. Aprender ciências requer mais do que desafiar as ideias anteriores dos alunos, através de eventos discrepantes. Aprender ciências requer que as crianças e adolescentes sejam introduzidos numa forma diferente de pensar sobre o mundo natural e explicá-lo (MACHADO E MORTIMER, 2007, p.23)

Contudo, esta abordagem temática foi realizada de forma que o aluno compreenda os conceitos bem como os processos químicos envolvidos e possa discutir suas aplicações. Levando-o a compreender os efeitos dos avanços das tecnologias na sociedade, na melhoria da qualidade de vida das pessoas e as suas decorrências ambientais, tornando-o um cidadão crítico através de tomadas de decisão na compreensão de conceitos científicos relativos à temática em discussão.

2.5. ABORDAGEM CTS(A)

Com o crescimento científico e tecnológico, em meados do século XX, em especial nas décadas de 1960 e 1970, alguns países capitalistas centrais perceberam que avanço da ciência e tecnologia (C&T) não era diretamente proporcional ao desenvolvimento do bem-estar social e que precisavam de um olhar mais crítico. Movimentos C&T foram tomando grandes dimensões para aquela época e passaram a compor os debates políticos (ALVES, 2014).

Para Alves (2014), alguns trabalhos como “A estrutura das revoluções científicas”, publicado pelo físico e historiador da ciência Thomas Kuhn, e “Silent

spring”, pela bióloga Rachel Carsons, ambos publicados 1962, potencializaram as discussões sobre a interação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Bazzo, Von Linsingen e Pereira (2003, p. 117) definem a expressão CTS como sendo

um campo de trabalho acadêmico cujo objeto de estudo está constituído pelos aspectos sociais da ciência e da tecnologia, tanto no que concerne aos fatores sociais que influem na mudança científico-tecnológica, como no que diz respeito às consequências sociais e ambientais.

Desde sua criação o movimento CTS foi direcionado a três direções: no campo das políticas públicas defendendo a regulação social da ciência e da tecnologia; no campo da pesquisa, como alternativa à reflexão acadêmica nos moldes tradicional acerca da temática; e no campo da educação, promovendo a criação e introdução de programas e disciplinas que contemplem o ensino CTS no Ensino Médio ou Superior, proporcionando uma nova imagem da ciência e da tecnologia (BAZZO, VON LINSINGEN e PEREIRA, 2003)

No que se refere ao campo da educação, segundo Santos e Mortimer (2002), o movimento CTS tem como principal objetivo a formação de cidadãos capazes de entender o mundo de forma científica e tecnológica, auxiliando o aluno a compreensão de conhecimentos, habilidades e valores que serão importantes para tomadas de certas decisões, principalmente no que se refere à ciência e a tecnologia na sociedade, discutindo de forma reflexiva possíveis soluções para essas questões.

Santos et al. (2010) ressaltam os objetivos do ensino com enfoque CTS, sendo eles: a) A análise e desmistificação do papel da ciência e da tecnologia como aprendizado hierarquizado e que leva ao desenvolvimento; b) Uma aprendizagem social com participação pública nas decisões relacionadas com temas tecnocientíficos e; c) Uma renovação da estrutura curricular dos conteúdos, visando colocar a Ciência e Tecnologia em concepções vinculadas ao contexto social.

Paralelamente, outras questões ligadas à sociedade como um todo foram tomando forma após alguns desastres ambientais, como os inúmeros derramamentos de petróleo, o acidente com a usina nuclear americana Three Miles Islad, dentre outros. As evidências sobre os impactos auxiliaram a fomentar as discussões sobre os impactos e degradações ambientais.

Neste sentido alguns professores e pesquisadores defenderam a ideia de que fossem acrescentadas no movimento CTS as discussões ambientais causadas pelo avanço da ciência e tecnologia. Eles defendiam a inserção do conceito de sustentabilidade e questões éticas e morais, tendo como finalidade desvelar as dimensões multiculturais associadas à Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, passando a adotar a sigla CTSA. Dessa forma, passou-se a considerar o entendimento de questões ambientais, qualidade de vida, economia, discussões sobre opiniões e valores, pautadas em uma ação que visa à democracia (SUTIL et al., 2008, p.5)

Carvalho (2005) salienta que

um dos principais desafios desta chamada ênfase CTSA é a exploração de questões socioambientais à luz de suas relações com a ciência e com a tecnologia. Nesta vertente, o desafio principal reside em considerar as possíveis relações entre impactos ambientais e seus principais causadores que, normalmente, são os “produtos” dos artefatos científico-tecnológicos, os quais se mostram em forma de processos industriais, transporte, construções etc. (CARVALHO, 2005, p. 70).

Abreu, Fernandes e Martins (2009) destacam que no campo teórico a diferenciação da abordagem CTS e CTSA reside na incorporação da dimensão ambiental, pois no campo de pesquisa essas duas abordagens ainda são muito semelhantes.

De forma geral, devemos trabalhar dentro de sala de aula com a sigla CTS ou CTSA, sendo a Educação Ambiental explorada de maneira interdisciplinar, transversal, através de ações coletivas envolvendo, temas, projetos ou outras formas de interação. Neste trabalho, em particular, o tema está articulado com os conteúdos de Química, de forma que traga contribuições importantes sobre questões ambientais e tecnológicas.

Quando os conceitos químicos são ensinados em um contexto faz com que o aluno passe a refletir sobre seu cotidiano e comece “a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de Ciência e Tecnologia na Sociedade e atuar na solução de tais questões” (SANTOS E MORTIMER, 2002, p.114).

2.6. TEMAS E MOMENTOS PEDAGÓGICOS

A escola é uma instituição social complexa, ampla e diversificada que possui um papel de suma importância no desenvolvimento da sociedade de modo a modificá-la positivamente. Atualmente a escola se encontra frente a inúmeros desafios. Mesmo com os avanços trazidos pela Constituição de 1988 e pela democratização do ensino defendida legalmente pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional 9.394/96, notamos que a educação escolar não atinge o ensino de qualidade.

De acordo com Saviani, a escola passa a ser o lugar de socialização do saber sistematizado. Sendo assim,

não se trata, pois, de qualquer tipo de saber. Portanto, a escola diz respeito ao conhecimento elaborado e não ao conhecimento espontâneo; ao saber sistematizado e não ao saber fragmentado; à cultura erudita e não à cultura popular. (SAVIANI, 1984, p.2)

Para isto a escola precisa ressaltar um ensino que articule uma conexão entre o aluno e mundo a qual ele está inserido, buscando uma relação através dos conteúdos curriculares entre a teoria e a prática, por meio de situações da realidade do aluno. Nessa perspectiva, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) propõem repensar o ensino e a organização do currículo na escola brasileira, visando à construção do conhecimento por parte do aluno e o desenvolvimento de competências necessárias para entender e intervir na sua realidade.

Uma vez que os currículos em quase toda escola se encontram fragmentados, descontextualizados, lineares e distantes da realidade dos educandos. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 9.394/96 determina a construção dos currículos, no Ensino Fundamental e Médio, “com uma Base Nacional Comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e da clientela” (Art. 26)

Os próprios documentos oficiais que norteiam a Educação Básica do nosso país já têm apresentado essa preocupação. Entretanto, esbarra-se na existência de dois grandes problemas: o primeiro deles é que os professores em processo de formação inicial, na maioria das vezes, frequentam cursos totalmente lineares, fragmentados, com poucas articulações entre as disciplinas do próprio curso e com as de outros; o segundo,

como consequência do primeiro, os professores chegam à escola e não realizam parcerias para o desenvolvimento de um trabalho interdisciplinar.

Segundo Delizoicov, Angotti e Penabuco (2011), uma das possibilidades didático-pedagógicas para amenizar esse problema de natureza curricular é a organização dos programas escolares a partir de temas, ou seja, uma organização curricular balizada na abordagem temática.

Conforme Fleck (2010) menciona que é necessário sair de um ensino puramente propedêutico/disciplinar e ir em busca de um novo “estilo de pensamento”, transitar de uma abordagem conceitual para uma abordagem temática. Fleck (2010) é um dos autores que defendem a prática escolar como uma atividade humana que necessita ser inserida em questões sociais. Nesse sentido, o autor, ao se utilizar da combinação de termos “estilo de pensamento”, designa que os conhecimentos e as práticas façam parte de um pensamento coletivo em prol de uma mesma temática.

Por sua vez, Giacomini e Muenchen (2015) afirmam que dentre as várias finalidades da abordagem temática destacam-se a produção de articulação entre os conteúdos programáticos e os temas abordados, a superação dos principais problemas e das limitações do contexto escolar, a produção de ações investigativas e as problematizações dos temas estudados. Inserir o aluno em um processo em que ele tenha que pensar de forma articulada e contextualizada com a realidade, permite com que ele seja ator ativo do processo de ensino e de aprendizagem.

Aprendizagem, segundo Oliveira (1993, p.57), é “o processo pelo qual o sujeito adquire informações, habilidades, atitudes, valores e etc. a partir do seu contato com a realidade, o meio ambiente e as outras pessoas”. Para Vygotsky (2001), a aprendizagem dá-se em contextos históricos, sociais e culturais e a vivência em sociedade é essencial para a transformação do homem em um sujeito capaz de construir seu próprio conhecimento. No que tange à aprendizagem o autor foca nos benefícios da interação, colocando em evidência o sociointeracionismo, do qual o desenvolvimento do processo de ensino é considerado como único e realizado pelas mediações entre os professores e os alunos, conduzidos tanto pelos envolvidos quanto pelo processo.

Para que ocorra a aprendizagem, segundo Vygotsky (2001), a interação social deve acontecer dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), a qual corresponde à distância existente entre aquilo que o sujeito já sabe, seu conhecimento

real, e aquilo que o sujeito possui potencialidade para aprender, seu conhecimento potencial. É considerado um bom ensino, segundo o autor, aquele que baseia as suas intervenções pensando que o sujeito está em fase de maturação, ou seja, o que está na ZDP, sendo orientado para o futuro, e não para o passado.

Vygotsky pontua salienta que o êxito no trabalho docente tem relação direta com o entendimento do processo de formação dos conceitos.

um conceito é mais do que a soma de certos vínculos associativos formados pela memória, e mais do que um simples hábito mental; é um ato real e complexo de pensamento que não pode ser aprendido por meio de simples memorização, só podendo ser realizado quando o próprio desenvolvimento mental da criança já houver atingido o seu nível mais elevado. (VYGOTSKY, 2001, p.248).

Desde modo, o autor supracitado divide conceitos em duas categorias: os conceitos espontâneos e os conceitos científicos. O primeiro corresponde aos conceitos construídos ou adquiridos aleatoriamente ao longo da vida pelas experiências pessoais da criança. Já os conceitos científicos são aqueles elaborados com base nas atividades planejadas, intencionais (como a sala de aula), apreendidos por meio de um ensino sistemático.

Diante deste cenário, o presente trabalho visa elaborar um processo formativo a respeito da gestão de resíduos eletroeletrônicos, embasado na dinâmica didático-pedagógica a partir da concepção dialógico-problematizadora de Freire (1987), Delizoicov e Angotti (1991) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011). Tais autores propõem, para o desenvolvimento do programa de ensino em sala de aula, um modelo de ensino de Ciências baseado no pressuposto da codificação-problematização-decodificação de Freire, em três momentos denominados de “Momentos Pedagógicos”, cada um com funções específicas e diferenciadas.

O primeiro momento pedagógico, denominado como “problematização inicial”, como o próprio nome diz, trata-se do momento inicial onde o professor lança uma questão problematizadora sobre um tema significativo ao aluno, a fim de abrir uma discussão em sala, fazendo com que os estimule a falar e levantar novos questionamentos. Este primeiro momento tem como objetivo fazer uma relação sobre as situações reais que os alunos conheçam e vivenciam, estimulando ao estudo de novos conhecimentos, e onde também são introduzidos os conhecimentos científicos. Desta

forma, fazendo com que eles percebam a necessidade de aquisição de novas informações que ainda não sabiam.

Já no segundo momento, denominado de “organização do conhecimento”, haverá a sistematização do conhecimento, sob a orientação do professor, que possui um papel de mediador entre a compreensão do tema central e da problematização inicial. Apresenta os conceitos científicos através do diálogo de forma a favorecer o processo ensino/aprendizado. De acordo com Delizoicov e Angotti (1991), é desejável que esse momento possua um caráter interdisciplinar e que possibilite aos alunos responderem perguntas construídas na problematização inicial.

E por fim o terceiro momento pedagógico, denominado de “aplicação do conhecimento”, destina-se aos processos de interpretação e análise frente às situações que determinaram seu estudo, ao conteúdo abordado e ao conhecimento incorporado pelo aluno, tendo como consequência a construção/reconstrução o conhecimento. É neste momento que percebe se o aluno conseguiu ampliar seus conhecimentos e explicar as questões através dos conhecimentos científicos

Delizoicov e Angotti (1991) mencionam que o ensino de Ciências fundamentado na teoria dos Três Momentos Pedagógicos, possibilita o desenvolvimento de ensino na dimensão da Alfabetização Científico-Tecnológica (ACT) que considera aspectos da Pedagogia Libertadora de Paulo Freire. Desta maneira, acredita-se que o ensino de Química contextualizado favorece o estudo de contextos sociais com aspectos políticos, econômicos e ambientais - fundamentado em saberes das ciências e tecnologia - além de contribuir para a formação crítica dos educandos e permitir que eles assumam o papel de agentes transformadores de sua realidade desfavorável.

Nesse sentido, pondera-se a utilização dos Três Momentos Pedagógicos como estratégia de elaboração e desenvolvimento de uma sequência de atividades didático-pedagógicas além de estabelecer na sala de aula uma relação dialógica em que um pode aprender com outro, favorecendo a construção conjunta de um conhecimento tratado no coletivo.

3. CONTEXTO DA PESQUISA E ASPECTOS METODOLÓGICOS

3.1. PARTICIPANTES

São participantes desta pesquisa 61 alunos, dos quais 30 eram do sexo masculino e 31 do sexo feminino. As idades dos participantes se encontram numa faixa etária de 16 a 18 anos. Integram duas turmas do segundo ano do Ensino Médio Regular, de uma Escola Estadual localizada na cidade de Ituiutaba-MG. A aplicação desta pesquisa ocorreu no período regular de aulas, no próprio local de trabalho do professor de Química, autor da pesquisa. Salienta-se, também, que para análise de dados foi escolhida apenas uma das turmas, devido ao seu maior comprometimento com projeto desenvolvido, a qual contou com a participação de 27 alunos.

A escola onde foi realizado o projeto tem funcionalidade nos três turnos e hoje chega a uma quantidade de, aproximadamente, mil e quinhentos alunos. Ela possui uma estrutura que dispõe de 16 salas de aula, 01 sala da direção, 01 sala da vice direção, 01 sala de professores, 01 sala para supervisão, 01 sala para secretaria, 01 para sala de multimídias, 01 biblioteca, 01 laboratório de informática, 01 laboratório de ciências, 02 quadras de esportes, 01 cantina, 01 refeitório (salão multifuncional). A qualidade do ensino que a escola oferece é comprovada pelos bons índices de avaliações externas, tanto estaduais como federais.

3.2. PROCEDIMENTOS E MÉTODOS

3.2.1. TIPO DE PESQUISA

A abordagem do tema e os aspectos metodológicos estarão voltados para a elaboração e desenvolvimento de uma sequência didática sobre o tema “Lixo ou resíduos eletroeletrônicos - A Eletroquímica com foco no descarte de Pilhas e Baterias”. No que tange ao acompanhamento pela pesquisa, a investigação terá caráter de uma pesquisa qualitativa, com aportes quantitativos. De acordo com Demo (1997, p. 16), “Pesquisa é o processo que deve aparecer em todo o trajeto educativo”.

A utilização desse método será uma das estratégias de ensino para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem sobre a Educação Ambiental no

ensino médio. Além disso, para que possamos atingir de uma melhor forma o objeto estudado, a tipologia desta pesquisa abrangerá o viés da pesquisa-ação.

3.2.1.1. PESQUISA QUALITATIVA

Ao trabalharmos com metodologia da pesquisa, especialmente na área da Educação Ambiental e sua área interdisciplinar, estamos buscando o entendimento do conhecimento científico através de observações, reflexões, experimentações, análises, avaliações, interpretações e sínteses, a compreensão e/ou explicação de fenômenos da natureza e da vida.

Entende-se por metodologia “o caminho percorrido pelo pensamento e a prática exercida na abordagem da realidade” (MINAYO, 2010, p.14). Enquanto que pesquisar, segundo Preti (2005 apud MARTINS, 2015 p.10), vem da palavra latina *perquirere* que significa buscar com cuidado, procurar por toda parte, informar-se, aprofundar, inquirir, perguntar, perscrutar, esquadrinhar, indagar, ir ao redor de.

Os professores, desta forma, possuem um papel insubstituível na reconstrução do conhecimento do aluno, e o método de educar pela pesquisa se torna uma fonte principal para instigar o aluno a procurar respostas, compreender e dar início a elaboração de seus próprios conceitos. De acordo com Schein (2004, p.46), “é por meio da pesquisa que existe a possibilidade de construir um conhecimento novo e emancipatório no sentido de manipular o conhecimento sem que ocorra o adestramento conceitual.”

De acordo com Pedro Demo (2003, p.2),

Educar pela pesquisa tem como condição essencial primeira que o profissional da educação seja pesquisador, ou seja, maneje a pesquisa como princípio científico e educativo e a tenha como atitude cotidiana (...). Não se busca um profissional de pesquisa, mas um profissional da educação pela pesquisa.

Ainda segundo este autor, o professor deve ser o orientador de todo o processo de construção da aprendizagem do aluno. Em relação a isso, Demo nos diz que

A concepção moderna de professor o define essencialmente como orientador do processo de questionamento reconstrutivo no aluno, supondo obviamente que detenha esta mesma competência. Neste sentido, o que mais o define é a pesquisa. A rigor, ensinar é algo decorrente da pesquisa. Não pode manter a mesma densidade definitiva, como se diz com respeito à universidade em

termos de ensino, pesquisa, extensão. De partida, se os três termos fossem pelo menos homogêneos, teríamos um pouco mais de pesquisa e extensão, o que não é verdade. Como regra, a predominância do mero ensino é avassaladora. A seguir, não é correto homogeneizar os termos, porque há visível hierarquia, estando no topo a pesquisa. Se esta for bem conceituada e praticada, torna-se ocioso o de extensão, e engloba naturalmente o ensino, que se torna educação. Pois, educar pela pesquisa é a educação própria da escola e da universidade. (DEMO, 2001, p.26)

Desta forma, a pesquisa passa a ser como um processo de produção de conhecimento e as investigações se estabelecem à partir de paradigmas. Vários autores e estudiosos da epistemologia na área das ciências humanas aglutinam os paradigmas em dois grupos de abordagem: quantitativo e qualitativo.

A metodologia de pesquisa quantitativa, que tem suas origens no pensamento positivista lógico, busca enfatizar o raciocínio dedutivo, as regras da lógica e os atributos mensuráveis da experiência humana. Ela é esclarecida por Fonseca (2002, p.20) como:

Diferentemente da pesquisa qualitativa, os resultados da pesquisa quantitativa podem ser quantificados. Como as amostras geralmente são grandes e consideradas representativas da população, os resultados são tomados como se constituíssem um retrato real de toda a população alvo da pesquisa. A pesquisa quantitativa se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc. A utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente.

Enquanto que a metodologia de pesquisa qualitativa permite ter uma visão mais ampla de um cenário, é traduzida por aquilo que não pode ser mensurável, pois a realidade e o sujeito são elementos indissociáveis. Segundo Minayo (2001, p.21-22):

a pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares. Ela se preocupa, nas ciências sociais, com um nível de realidade que não pode ser quantificado. Ou seja, ela trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

A abordagem qualitativa é muito utilizada em pesquisas educacionais. Segundo Bogdan e Biklen (1994, p.49), a investigação qualitativa surgiu no final do século XIX e início do século XX, atingindo o seu apogeu nas décadas de 1960 e 1970 por via de novos estudos e sua divulgação. A abordagem da investigação qualitativa exige que o

mundo seja examinado com a ideia de que nada é trivial, que tudo tem potencial para construir uma pista que nos permita estabelecer uma compreensão mais esclarecedora do nosso objeto de estudo.

De acordo com os autores, o fato de se pretender recolher dados no ambiente natural em que as ações ocorrem, descrever as situações vividas pelos participantes e interpretar os significados que estes lhes atribuem, justifica a realização de uma abordagem qualitativa. Sendo assim, estes autores apresentam ainda como principais características da pesquisa qualitativa:

- 1 - a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal;
- 2 - é essencialmente descritiva. Os dados recolhidos são em forma de palavras ou imagens e não de números;
- 3 - os pesquisadores interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos;
- 4 - os pesquisadores tendem a analisar seus dados de forma indutiva;
- 5 - O significado é de importância vital na abordagem qualitativa (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p.47).

Para Martins e Bicudo (1989, p.21-2), as pesquisas quantitativas e qualitativas, estão relacionadas às ideias de fatos e fenômenos. Descrevem que a pesquisa quantitativa está relacionada com fatos (tudo aquilo que pode se tornar objetivo através da observação sistemática; evento bem especificado, delimitado e mensurável) e a pesquisa qualitativa está relacionada com fenômenos ([do grego *fainomenon*: aquilo que se mostra, que se manifesta] evento cujo sentido existe apenas num âmbito particular e subjetivo).

Diante do exposto, há que se considerar que ambas as modalidades não podem ser consideradas como excludentes, ao contrário, se complementam e distinguem-se por apresentarem funções específicas.

Ao usar a observação como metodologia de obtenção de dados não se deve considerar o qualitativo e o quantitativo de forma isolada. Gatti discorre muito bem sobre essa questão do uso das abordagens quantitativas e qualitativas:

Os métodos de análise de dados que se traduzem por números podem ser muito úteis na compreensão de diversos problemas educacionais. Mais ainda, a combinação deste tipo de dados com dados oriundos de metodologias qualitativas, podem vir a enriquecer a compreensão de evento, fatos, processos. As duas abordagens demandam, no entanto, o esforço da reflexão do pesquisador para dar sentido ao material levantado e analisado (GATTI, 2004, p. 13).

O estudo teórico-metodológico que se adotou nesta pesquisa foi de natureza qualitativa, pois foca um modelo fenomenológico no qual a realidade é enraizada nas percepções dos sujeitos; o objetivo é compreender e encontrar significados através de narrativas verbais e de observações em vez de números. A investigação qualitativa normalmente ocorre em situações naturais em contraste com a investigação quantitativa que exige controle e manipulação de comportamentos e lugares.

Diante da temática do trabalho proposto, visto que seu foco principal estava relacionado com a mudança de atitudes, notamos que a melhor forma de analisar a aprendizagem dos alunos foi através de uma abordagem da pesquisa qualitativa. A problemática, relacionada a situações cotidianas, estava voltada para a aprendizagem do conteúdo em termos conceituais, procedimentais e atitudinais, visando uma formação crítica. Este tipo de pesquisa leva em consideração identificar e analisar os dados que não podem ser mensurados numericamente, já que se trata de aspectos subjetivos e os pesquisados passam a ser avaliados pelo seu comportamento, suas atitudes e suas percepções em relação à temática.

Podemos observar, então, que os métodos qualitativos de investigação devem ser utilizados quando o objeto de estudo é traduzido por aquilo que não pode ser mensurável, pois a realidade e o sujeito são elementos indissociáveis. Apresenta como principal objetivo interpretar o fenômeno que se observa e daí então construir as suas hipóteses. Nesse sentido, o pesquisador influencia e é influenciado pelo fenômeno pesquisado, através de seus traços subjetivos e suas particularidades, que não podem ser traduzidos em números quantificáveis e, desta forma, tem a capacidade de fazer emergir aspectos novos.

3.2.2. ESTRATÉGIA DE INVESTIGAÇÃO

Quanto aos procedimentos adotados para os registros e coleta de dados, a pesquisa-ação configurou-se como a mais adequada para este estudo, por se tratar de um estudo através do qual se pretende melhorar a prática docente e a aprendizagem dos estudantes. A atividade foi realizada buscando minimizar um problema ambiental coletivo através de uma ação participativa entre o pesquisador e os membros da situação investigada, centrada no agir participativo por meio de uma problemática social. A

importância desta pesquisa está na relação entre o pesquisador e pessoas envolvidas no estudo da realidade, pois torna os sujeitos ativos nesta pesquisa, não apenas para se fornecer dados, mas sujeitos de conhecimentos. Sendo assim, “a pesquisa-ação é a produção de conhecimento guiada pela prática, com a modificação do ambiente ocorrendo de forma simultânea à pesquisa” (MELLO et al., 2012, p.2)

Como o próprio nome se refere, a pesquisa-ação busca unir a pesquisa à ação, isto é, estabelecer uma relação entre teoria e prática, visando a produção de conhecimento científico, levando em consideração as ações e operações. Assim, a pesquisa-ação, de acordo com Thiollent (1986, apud GIL, 2008, p. 30),

é um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Como este tipo de pesquisa é voltada para uma ação entre teoria e prática e aborda uma pesquisa qualitativa com enfoque na área social, ela acaba incentivando a participação das pessoas envolvidas na pesquisa a intervir na prática e relacionar uma ação educativa à resolução de um problema coletivo. De acordo com Demo (1989, apud SANTOS, 2004, p.55),

a pesquisa-ação tem compromisso com a prática, considerando que não há neutralidade na ação social, mas sim ação consciente política. Posto que o homem possui a política como intrínseca a sua natureza social, todas as suas ações guardam contexto político maior ou menor. Na pesquisa há influência do sujeito (pesquisador) sobre o objeto e vice-versa.

A pesquisa-ação é uma metodologia muito utilizada na pesquisa educacional, pois possibilita aos participantes condições de produzir um conhecimento e analisar suas ações de uma forma crítica e reflexiva. Trata-se de uma pesquisa com base empírica, onde pesquisadores e pesquisados estão envolvidos na solução de problemas e nas tomadas de decisões, buscam estratégias e ações mais concretas que visam encontrar soluções para os problemas.

Assim, este trabalho tem como base uma pesquisa qualitativa, com orientação metodológica da pesquisa-ação, buscando condições “de produzir informações e conhecimentos de uso mais efetivo, inclusive ao nível pedagógico” (THIOLLENT, 2002 apud VAZQUEZ; TONUZ, 2006, p.2). Dessa forma, o professor-pesquisador se

torna participante ativo com abertura de novas práticas docentes, em vista de promover melhores condições para ações e transformações de situações dentro da própria escola, por meio de um trabalho coletivo. De acordo com Tripp (2005, p.445), “a pesquisa-ação educacional é principalmente uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos”.

Na pesquisa-ação os pesquisadores exercem um papel fundamental na análise dos problemas encontrados, na forma de pensar e planejar novos atos em função dos problemas. Para isto, os pesquisadores devem fazer investigações bem elaboradas e conduzidas, através de ações problemáticas com relação ao aspecto científico, que não sejam simples. É importante que se reconheça a pesquisa-ação como um dos tipos de investigação-ação, pois se trata de um processo sistêmico entre agir no campo e investigar o mesmo. Estabelece-se assim um ciclo onde “planeja-se, implementa-se, descreve-se e avalia-se uma mudança para a melhora de sua prática, aprendendo mais, no correr do processo, tanto a respeito da prática quanto da própria investigação” (TRIPP, 2005, p. 446). A figura a seguir mostra uma representação deste tipo de pesquisa.

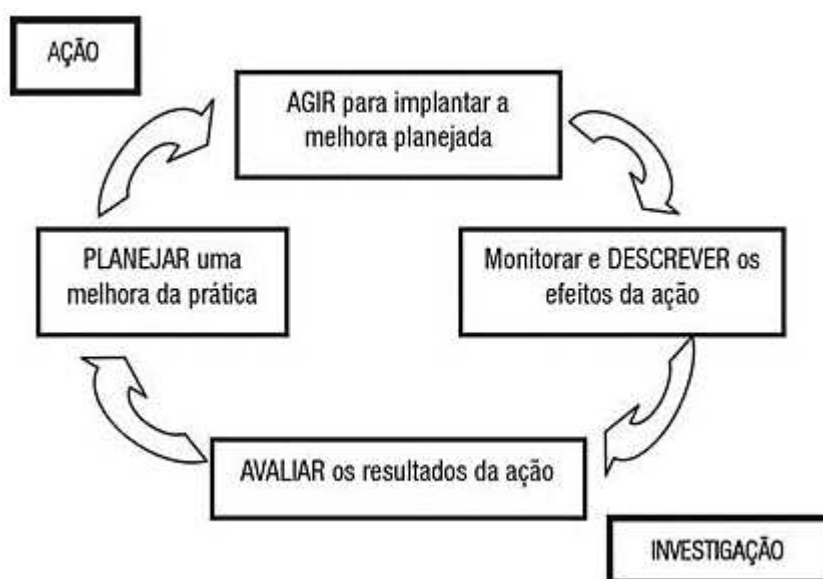


Figura 2: Representação em quatro fases do ciclo básico da investigação-ação. Fonte: TRIPP (2005, p. 446)

A metodologia de investigação inclui, simultaneamente, uma relação entre o conhecimento (ou compreensão) que é a própria investigação e a ação (ou mudança),

que se estabelece entre os pesquisadores e as pessoas implicadas na situação investigada. Desta forma, inicia-se com a identificação do problema seguido de um planejamento para sua solução, compreendendo a sua implementação e a avaliação de sua eficácia

Assim sendo, a investigação-ação se torna uma prática educativa que favorece o aluno tomar consciência de questões críticas, sendo capaz de refletir e criar autonomia necessária para agir e tomar decisões, por meio de uma dialética de reflexão-ação-reflexão contínua e sistemática. De acordo com Matos et al. (2004, apud FERNANDES, 2006, p. 77) “associar a investigação-ação à prática educativa do professor significa, tomar consciência de questões críticas que se manifestam na aula, criar predisposição para a reflexão, assumir valores e atitudes e estabelecer congruência entre teoria e a prática”.

Contudo a escolha da pesquisa-ação como metodologia pedagógica foi determinante, pois possibilitou trabalhar em sala de aula numa perspectiva da pesquisa e da reflexão. De acordo com Maldaner (2000, apud OLIVEIRA et al., 2010, p.3), o professor passa a ser um pesquisador em sua prática, “pois na sala de aula ele passará por situações que são únicas, cheias de conflitos e incertezas, tornando este um construtor/reconstrutor de conhecimento”, desenvolvendo uma consciência crítica de suas ações.

Nesta metodologia da pesquisa-ação, a coleta de dados pode ser realizada por meio de várias técnicas, as quais passam a envolver a participação de todos aqueles pertencentes ao grupo. De acordo com os objetivos da pesquisa e o problema investigado, entre os dados considerados estão os depoimentos dos alunos sobre a temática e o próprio pesquisador que relata suas observações e vivência, registrando em notas todas as aulas, já que se trata de uma pesquisa-ação. A utilização de várias fontes de dados possibilita a triangulação de dados, o que aumenta a confiabilidade nos resultados, e ajuda a compreender em profundidade o fenômeno em questão. Esse processo, conforme Patton (1990, p.187 apud FILIPPO, 2008, p.40), possui as seguintes vantagens:

- 1) a obtenção de diferentes pontos de vista sobre o que está sendo observado e contextualizar os diferentes dados coletados; 2) identificar discrepâncias entre o que o participante diz e o que ele efetivamente faz e, conforme o caso, desconsiderar estes dados e 3) evitar ou minimizar visões tendenciosas do pesquisador, especialmente quando se utiliza o método da pesquisa-ação, já

que o pesquisador participa e está diretamente envolvido no ambiente em que a pesquisa ocorre. (FILIPPO, 2008, p.40)

Contudo, Mello et al. (2012, p.8) destacam o trabalho de Coughlan e Coghlan (2002), que considera que “a obtenção dos dados acontece no envolvimento ativo no dia a dia dos processos organizacionais relacionados com o projeto de pesquisa-ação”. Os dados não são obtidos apenas com a participação e observação das equipes no trabalho, dos problemas sendo resolvidos, das decisões tomadas, mas também por meio de intervenções feitas para fazer avançar o projeto de pesquisa.

Assim, a tomada dos registros para compor os dados teve início através da aplicação de instrumentos elaborados para o desenvolvimento da pesquisa. Foram utilizados dois questionários, um pré-teste com questões objetivas (Anexo 1) e outro com questões dissertativas (Anexo 2), ambos utilizados para verificar os conhecimentos prévios dos alunos.

Num outro momento, foram explorados conceitos e propriedades pertencentes à Eletroquímica e sobre o descarte de pilhas e baterias. A aplicação de um terceiro questionário com questões dissertativas (Anexos 3, 4 e 5) sobre a leitura de alguns textos desta temática, o debate envolvido após a apresentação de um vídeo sobre o “Descarte consciente de pilhas e baterias - UNASP/EC”, este vídeo relata sobre o descarte de maneira correta de pilhas e baterias, evidenciando os riscos à saúde e ao meio ambiente, assim como a apresentações de trabalhos realizados pelos alunos, culminou em novos dados, que foram analisados e classificados de forma sistemática.

Num último momento, através de uma atividade prática, na construção de um coletor de pilhas e baterias e com ajuda de um quarto questionário com questões dissertativas (Anexo 6) pudemos analisar a compreensão do aluno quanto aos conceitos trabalhados através de uma comparação entre os testes iniciais, o desenvolvimento das atividades do trabalho e os testes finais.

De uma forma geral foi levado em consideração a coleta de dados a partir da observação, das discussões e dos questionários aplicados. Como consequência, realizou a análise destes dados, partindo da observação participante dos alunos, no envolvimento ativo das atividades aplicadas no seu dia a dia, relacionadas com o projeto de pesquisa-ação, conforme mencionado por Mello et al. (2012, p.8) e já destacado no trabalho de Coughlan e Coghlan (2002), onde considera que “a obtenção dos dados acontece no

envolvimento ativo no dia a dia dos processos organizacionais relacionados com o projeto de pesquisa-ação”

Foram levadas em consideração para coletas de dados, as respostas nos testes aplicados, os trabalhos apresentados em sala de aula, os debates entre os alunos, a atividade prática na construção de coletores e ainda o banco de dados que foram os dados anotados pelo pesquisador em blocos de notas. Ao comparar os dados obtidos com a teoria envolvida no tema pesquisado, serviu para nos mostrar a lacuna existente entre o conhecimento comum com o conhecimento científico. Desta forma, esta atividade deve provocar uma conscientização em todos os participantes, pois busca diagnosticar, planejar e agir sobre a resolução do problema, ou seja, vincular a reflexão e a ação na resolução de um problema prático.

4. A SEQUÊNCIA DIDÁTICA ELABORADA E DESENVOLVIDA NO ENSINO MÉDIO

4.1. Área do conhecimento: Ciências Naturais – Educação Ambiental

4.2. Tema: Lixo ou resíduos eletroeletrônicos - A Eletroquímica com foco no descarte de Pilhas e Baterias.

4.3. Expectativas de aprendizagem:

- Trabalhar a história sobre o lixo eletroeletrônico e seus impactos ocasionados no meio ambiente e na sociedade;
- Realizar estudos e ações voltadas para conscientizar a comunidade escolar sobre a necessidade de dar uma destinação correta às pilhas e baterias usadas, reduzindo a quantidade das mesmas que são lançadas no meio ambiente;
- Dar destinação adequada, através de parcerias (como correios), para as pilhas e baterias arrecadadas;
- Conhecer e/ou reconhecer problemas ambientais advindos de atividades humanas, como desequilíbrios ambientais;
- Realizar ações voltadas para o entendimento e redução de problemas ambientais.

4.4. Duração: 12 aulas de 50 min.

4.5. Conteúdos relevantes (previstos)

4.5.1. Meio Ambiente

- Conceito de sustentabilidade;
- Materiais e resíduos;
- Ser humano como integrante do ambiente;
- Contaminação e degradação do meio ambiente;
- Tecnologia e sociedade.

4.6. Conteúdos Relacionados

4.6.1. Química:

- Tabela Periódica;
- Ligações químicas;
- Óxido-redução;
- Número de oxidação (Nox);
- Regras para a determinação do Nox;
- Variação do Nox nas reações de óxido-redução;
- Balanceamento das equações das reações de óxido-redução;
- Processos de oxidação e redução;
- Pilhas de Daniell.

4.6.2. Biologia:

- Ecologia e ciências ambientais;
- Qualidade de vida das populações humanas;
- Doenças causadas por metais pesados.

4.6.3. Física:

- Equipamentos elétricos e telecomunicações;
- Calor, ambiente e usos de energia;
- Campo elétrico, diferença de potencial e corrente elétrica.

4.6.4. Matemática:

- Tratamento da informação;
- Estatísticas, gráficos e tabelas.

4.6.5. Geografia:

- Abordagem sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos;
- Conhecimento sobre o descarte correto do lixo eletroeletrônico no meio ambiente;
- Problemas ambientais urbanos, ações e medidas para redução destes;
- O homem criador de paisagem/modificador de paisagem;
- Estrutura e dinâmica de diferentes espaços urbanos e o modo de vida na cidade.

4.6.6. Língua Portuguesa

- Gêneros discursivos e textuais: narrativo, argumentativo, descritivo, injuntivo, dialogal;
- Língua oral: usos e formas;
- Língua escrita: Prática de produção de textos e de leitura.

4.7. Sequência de Atividades Didático-Pedagógicas

Introdução

Para estudar/compreender o meio ambiente faz-se necessário identificar e analisar a interferência do homem nos ciclos naturais. Ele tem provocado sérios desequilíbrios ambientais, mediante o crescimento acelerado da população, a concentração nos meios urbanos e, conseqüentemente o aumento do consumismo. Cabe à escola trabalhar a formação dos educandos, sensibilizando-os quanto a essa problemática que requer ações efetivas na conservação do ambiente em que vivemos.

Deste modo, foi desenvolvida uma proposta de uma sequência didática, relacionada ao conteúdo Eletroquímica, contextualizada com o foco no descarte de pilhas e baterias. Essa contextualização é importante, pois aborda problemas ambientais e de saúde, resultantes de atividades humanas com o descarte do lixo eletroeletrônico. Neste sentido, o presente trabalho terá enfoque CTS (Ciência – Tecnologia – Sociedade) juntamente com a Educação Ambiental, uma vez que o ensino em CTS busca interagir o conhecimento dos alunos com as problemáticas vividas no seu cotidiano enquanto a Educação Ambiental age de uma forma a proporcionar uma postura mais crítica deste aluno em sua formação quanto a cidadania.

A organização da sequência didática foi realizada por meio de questionários, leituras, vídeos, debates, pesquisas, aula de campo, atividades práticas e teóricas.

Essa sequência didática teve como finalidade trabalhar a história sobre o lixo eletroeletrônico e seus impactos ocasionados no meio ambiente e na sociedade; realizar estudos e ações voltadas para conscientizar a comunidade escolar sobre a necessidade de dar uma destinação correta a pilhas e baterias usadas, reduzindo a quantidade de uso destas e o próprio despejo no meio ambiente; dar destinação adequada, através de parcerias (como correios), para as pilhas e baterias arrecadadas; conhecer e/ou

reconhecer problemas ambientais advindos de atividades humanas, como desequilíbrios ambientais; realizar ações voltadas para criar soluções para reduzir os problemas ambientais.

Esta etapa da sequência didática foi desenvolvida durante 12 (doze) aulas, sendo cada aula de 50min, com a participação de duas turmas do 2º ano médio regular, totalizando 61 (sessenta e um) alunos, os quais estavam presentes e aceitaram participar do projeto de pesquisa. Vale ressaltar que as duas turmas realizaram todas as atividades, porém para efeito de resultados e levantamentos de dados, foi utilizado apenas uma delas, e a escolha teve como base o comprometimento dos alunos desta sala com o trabalho desenvolvido.

Atividades desenvolvidas

Quadro 1: Resumo da sequência didática

1º MOMENTO		
Aula	Atividade desenvolvida	Objetivos
1	Questionário inicial acerca do entendimento dos alunos sobre descarte de resíduos. (Anexo 1)	Identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o destino e tratamento do lixo. Averiguar o que os alunos entendem sobre a Educação Ambiental e CTS.
2	Roda de conversa em sala sobre o descarte do lixo comum. Questionário sobre o lixo eletroeletrônico. (Anexo 2) Apresentação de um vídeo (“Descarte consciente de pilhas e baterias - UNASP/EC”). Levantamento de questões pelo professor para a análise do vídeo.	Conscientizar os alunos sobre o descarte correto. Identificar relações entre o descarte das pilhas, o meio ambiente e a sociedade; Perceber o descarte das pilhas e baterias como problemática ambiental e social; Promover a reflexão do aluno.
2º MOMENTO		
Aula	Atividade desenvolvida	Conteúdo a ser explorado/objetivos
3	Reunir os grupos formados e realizar pesquisas sobre o	Dividir os grupos da sala.

	assunto a ser ministrado.	Sortear os temas propostos. Tirar as dúvidas sobre o desenvolvimento do trabalho.
4	<p>Leitura e análise em grupo de textos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 - Reciclagem de Pilhas e Baterias (Anexo 3) • 2 - A importância do descarte correto de pilhas e baterias (Anexo 4) • 3 - Um pouco sobre pilhas e baterias. (Anexo 5) <p>Socialização em grupos sobre as partes mais relevantes dos textos.</p>	<p>Conscientizar sobre a importância do uso de pilhas com menor toxicidade.</p> <p>Promover atitudes responsáveis frente às problemáticas ambientais.</p> <p>Descartar corretamente pilhas e baterias.</p> <p>Reconhecer alguns problemas de saúde causados pelos metais pesados.</p> <p>Analisar as leis que estão em vigor.</p>
5	<p>Apresentação em slides interativos e dinâmicos sobre oxirredução.</p> <p>Debate sobre processos de oxirredução do cotidiano do aluno.</p>	<p>Identificar e calcular número de oxidação.</p> <p>Distinguir processos de oxidação e redução.</p> <p>Balancear reações químicas.</p>
6	<p>Aula expositiva sobre o histórico das pilhas e baterias.</p> <p>Explicação dos princípios científicos da pilha de Daniel.</p> <p>Explicação de conceito sobre potencial de oxirredução.</p>	<p>Conceituar pilhas.</p> <p>Classificar os tipos de pilhas.</p> <p>Descrever e explicar os componentes das pilhas.</p> <p>Explicar o funcionamento de uma pilha.</p> <p>Nomear as pilhas.</p>
7	<p>Debate sobre pilhas do cotidiano do aluno</p> <p>Aplicação de exercícios de fixação sobre cálculo de ddp.</p>	<p>Associar os conhecimentos adquiridos com a realização dos exercícios.</p>
8	<p>Os alunos dos grupos 1 ao 3, socializaram os trabalhos de suas pesquisas com os demais grupos.</p> <p>Debate de forma geral com toda a turma</p>	<p>Analisar e avaliar os trabalhos apresentados.</p> <p>Promover a socialização entre os grupos.</p>

9	Os alunos dos grupos 4 ao 7, socializaram os trabalhos de suas pesquisas com os demais grupos. Debate de forma geral com toda a turma	Analisar e avaliar os trabalhos apresentados. Promover a socialização entre os grupos.
10	Atividade prática extraclasse, em que os alunos sejam divididos em grupos para a confecção de coletores. Discussão sobre os tipos de materiais que podem ser utilizados na confecção destes coletores. Colocar em um local para realizar a contabilidade do material recolhido.	Confeccionar coletores. Identificar locais adequados onde não existem coletores de pilhas e baterias (para coletar esse tipo de rejeito). Debater sobre os materiais descartáveis permitidos na construção dos coletores. Relacionar os tipos de materiais descartados nos coletores. Enumerar a quantidade de material recolhido.
3º MOMENTO		
Aula	Atividade desenvolvida	Conteúdo a ser explorado/objetivos
11	Questionário final sobre os conhecimentos apreendidos em relação ao descarte correto de pilhas e baterias de resíduos.	Conscientizar os alunos sobre o descarte correto das pilhas e baterias. Mostrar os problemas de saúde e o meio ambiente causados pelo descarte incorreto. Tornar o aluno crítico em suas decisões e ações.
12	Significação/explicação acerca dos conceitos químicos que geraram dúvidas. Debate de questões sobre a temática trabalhada Discussão sobre a consciência ambiental.	Conscientizar os alunos quanto a mudanças de atitudes. Desenvolver o senso crítico no aluno. Resgatar termos científicos.

Baseada e estruturada a partir da teoria dos Três Momentos Pedagógicos (Problematização Inicial, Organização e Sistematização do Conhecimento,

Aplicação/Contextualização do Conhecimento) essa sequência didática é composta por sete atividades, desenvolvida em doze aulas.

1º MOMENTO PEDAGÓGICO - PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL

ATIVIDADE 1: Identificando os conhecimentos prévios

Aula 1:

Essa primeira etapa levou em consideração o contato inicial com os sujeitos da pesquisa, sendo que na primeira aula com vistas a desafiar os alunos a expor o que pensam sobre o conteúdo de Eletroquímica vinculada ao CTS, bem como a educação ambiental por meio do tema de descarte de lixo eletroeletrônico, mais especificamente sobre pilhas e baterias.

Nesse primeiro contato, os alunos foram esclarecidos sobre a pesquisa e que após a obtenção do consentimento de participação, foram informados que o objeto em estudo estava centrado em situações e comportamentos do aluno relativo à temática proposta.

Na sequência foi aplicado um questionário individual (Anexo 1), onde os alunos permaneceram sentados em filas. Este questionário inicial apresentava perguntas sobre o perfil do aluno, como idade e sexo, assim como perguntas direcionadas referentes ao histórico, descarte, composição e contaminação das pilhas e baterias, tanto no aspecto ambiental quanto social, com o objetivo de verificar seus conhecimentos prévios sobre o tema.

Aula 2:

Na segunda aula houve uma roda de conversa com os alunos sobre o tema Lixo ou resíduo eletroeletrônico - A eletroquímica com foco no descarte de Pilhas e Baterias.

O professor como mediador dessa conversa organizou os alunos em sete grupos, todos sentados em pequenos círculos e distribuídos homogeneamente pela sala. Cada um dos grupos formados escolheu um líder para representá-los e recebeu do professor uma folha com o texto descrito a seguir:

“O lixo não é um problema da natureza. A natureza não tem lixo. Nela tudo se recicla. O lixo é um problema que o bicho homem cria quando esquece que faz parte da natureza.” (Parágrafo extraído de uma redação sobre o lixo, escrita por um aluno do 5º ano da rede Estadual de Goiás²).

Após a leitura do texto o professor lançou a seguinte pergunta, “*Vocês concordam com o que foi escrito pelo estudante? Acham que a natureza não produz lixo?*”, baseado nesta pergunta, o professor orientou os alunos de cada grupo a debaterem entre si e refletirem sobre a afirmação feita pelo estudante. Depois do debate, cada grupo anotou suas respostas e lendo posteriormente aos demais, o que acabou surgindo novos debates.

Dando continuidade a este debate e com intuito de analisar quais eram seus entendimentos sobre o assunto em foco, no que se refere ao descarte correto do lixo eletroeletrônico e sobre a conscientização ambiental, o professor deu sequência com novos questionamentos. Utilizando-se da mesma folha entregue aos grupos, a qual apresentava algumas outras perguntas sobre questões do lixo produzido pelo homem, sobre o lixo eletroeletrônico, o seu descarte e o funcionamento das pilhas e baterias. Conforme descritas abaixo:

1. Explique o que o aluno quis dizer com a frase: O lixo é um problema que o bicho homem cria quando esquece que faz parte da natureza.
2. Quais os tipos de lixo produzidos pelo homem?
3. Os seres humanos produzem pouco lixo, em quantidade razoável ou em quantidade excessiva (muito lixo)? Argumente!
4. O que são pilhas e para que servem?
5. Quantos aparelhos ou equipamentos vocês têm em casa que necessitam (ou utilizam) de pilhas ou baterias para seu funcionamento?
6. Você acha que os descartes de pilhas e de baterias em lixo comum provocam danos? Quais?

Logo após, cada grupo anotou suas respostas e ao término do questionário o professor solicitou aos alunos que formassem um grande círculo de modo a facilitar a

² <http://www.see.go.gov.br>. Currículo em Debate – Matrizes Curriculares e Sequências Didáticas – Ciências e Matemática – Caderno 5.1 – Página 23 – Goiânia – 2009

comunicação entre a turma como um todo. A seguir, o líder de cada grupo leu aos demais suas respostas, o que acabou gerando novos debates.

Para instigar ainda mais o interesse da turma pela temática, motivar e ampliar o diálogo que é de extrema importância para construção dos novos conhecimentos dos alunos, foi mostrado um vídeo “Descarte consciente de pilhas e baterias - UNASP/EC”³. Este vídeo mostra a maneira correta de descartar de modo consciente pilhas e baterias, evidenciando os riscos à saúde e ao meio ambiente.

Após os alunos terem assistido ao filme o professor pediu para que os mesmos falassem sobre o que haviam achado de mais interessante e quais as vantagens de descartar corretamente as pilhas e baterias.

Visto que o lixo eletroeletrônico está se tornando um dos problemas ambientais e sociais mais graves da atualidade, escondido por trás do crescimento acelerado de novas tecnologias e substituições de aparelhos por versões mais modernas, gerando um alto custo na degradação do meio ambiente, da água, do solo, do ar, além da saúde de uma grande parte da população.

2º MOMENTO PEDAGÓGICO - ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

Com intuito dos alunos compreenderem a problemática social em questão fez se necessário organizar e ampliar os conhecimentos químicos envolvidos no descarte incorreto de pilhas e baterias, foi proposto 5 (cinco) atividades, totalizando em 7 (sete) aulas.

ATIVIDADE 2: Ação do homem no ambiente

Aula 3:

Com base na atividade anterior e nos problemas observados pelos estudantes, é importante ampliar os conhecimentos sobre esse tema. Para isso, neste momento, foi solicitado aos alunos que fizessem uma nova divisão da classe em grupos. Após a divisão foram sorteados e distribuídos os temas, conforme descritos abaixo:

1 – História sobre a origem das pilhas e baterias;

³ O vídeo se encontra no endereço eletrônico: <https://www.youtube.com/watch?v=zklvYu0iDHg>.

- 2 – Produção e utilização das pilhas e baterias;
- 3 – Composição de pilhas e baterias;
- 4 – Impactos que pilhas e baterias podem causar no ambiente;
- 5 – Legislação vigente e descarte de pilhas e baterias;
- 6 – Veículos movidos a baterias: tendências e impactos sociais, econômicos e ambientais;
- 7 – Investigação sobre tipos de pilhas (nacionais ou piratas), usados na comunidade e diferenças quanto aos impactos ambientais.

Logo após o sorteio dos temas, foi escolhido um líder para cada grupo, este líder se tornou responsável pela troca de informações entre o professor e os demais membros do grupo. Em seguida, foi feito um debate sobre como o trabalho deveria ser apresentado e o que deveria conter nele. Ficou definido entre todos a realização de uma pesquisa bibliográfica, de forma clara, resumida e objetiva relativa a um dos destes temas e que seriam apresentadas na forma de slides ou vídeo, com um tempo limite de 15 minutos para a apresentação. E por último foram definidas as datas de apresentações dos trabalhos sobre Lixo Eletroeletrônico, as quais ficaram estabelecidas que seriam nas aulas 8 e 9.

ATIVIDADE 3: Conhecendo um pouco sobre o lixo eletroeletrônico

Aula 4:

Com a análise das respostas do questionário aplicado anteriormente na atividade 1 (um), foi desenvolvido um projeto, para trabalhar com os alunos sobre o conteúdo de Eletroquímica e conscientização sobre a temática do lixo eletroeletrônico. O projeto de pesquisa teve como tema a seguinte frase: *Colocando “uma pilha” na nossa conversa.*

O professor dividiu a sala de aula em sete grupos e distribuiu três textos para cada. O primeiro texto intitulado como *“Reciclagem de Pilhas e Baterias”* (Anexo 3), o segundo texto intitulado como *“A importância do descarte correto de pilhas e baterias”* (Anexo 4) e o terceiro texto como *“Um pouco sobre pilhas e baterias”* (Anexo 5).

Vale salientar que o primeiro texto abrange aspectos sobre a importância de se reciclar pilhas, as diversas substâncias contidas nelas que são prejudiciais ao meio ambiente e à saúde e como podem ser reaproveitadas. O segundo texto trata sobre a composição das pilhas, os prejuízos que eles podem ocasionar se descartados de maneira incorretos e sobre a obrigatoriedade de cada um de nós. Já o terceiro texto, trata de uma forma bem resumida na parte química e na parte aplicada sobre a composição e funcionamento da pilha, e questões ambientais, como alguns tipos de contaminações bem como os vários tipos de doenças ocasionadas pelo descarte incorreto destes materiais.

Em seguida, os alunos posicionaram as carteiras em forma de pequenos círculos, facilitando assim, a leitura e a discussão dos textos entre os membros dos grupos. Anotaram suas respostas, conforme cada texto solicitava.

Terminando a leitura dos textos, cada grupo apresentou oralmente para os demais colegas de classe uma síntese sobre o texto lido. Para tanto, os alunos posicionaram as carteiras em forma de um grande círculo, de modo a facilitar a comunicação entre a turma como um todo. As apresentações tiveram um tempo limitado de cinco minutos para cada grupo, para que a atividade pudesse ser desenvolvida com mais dinamismo.

As respostas dadas oralmente pelos alunos apesar de terem sido simples e direta, foram levantadas discussões que envolvia questões de consumo, descarte e reciclagem de materiais eletrônicos, utilizando aspectos da abordagem CTSA. Desta forma, serviu para iniciar um processo de conscientização socioambiental acerca do descarte correto, bem como sobre o processo de oxirredução.

ATIVIDADE 4: Construindo o conhecimento sobre oxirredução

Aulas 5, 6 e 7:

Na quinta aula, os alunos ficaram distribuídos individualmente em filas, onde foram entregues a cada aluno uma apostila (Anexo 7) contendo o assunto sobre a Eletroquímica, a qual abrangia o conteúdo sobre número de oxidação (Nox), processo de oxidação e redução, reações de oxirredução (conceituação e balanceamento de equações químicas), Pilhas de Daniell, a tabela dos potenciais-padrão de eletrodo, o

cálculo da força eletromotriz (FEM) das pilhas e algumas aplicações das transformações químicas que envolve eletricidade (pilhas e baterias).

Foi realizada uma aula expositiva utilizando-se de slides para sua apresentação. Os alunos foram orientados a anotar na própria apostila tudo aquilo que eles considerassem importante. Nesta aula foi trabalhado sobre número de oxidação (Nox), processos de oxidação e redução e reações de oxirredução.

As aulas 6 e 7 foram expositivas na própria sala, onde o professor trabalhou a contextualização do conhecimento utilizando-se da apostila e quadro. Os alunos estavam distribuídos em filas individualmente e na maior parte do tempo durante a aula foram ouvintes. Foi explicado sobre os conceitos e histórico das pilhas, sobre a pilha de Daniell e os cálculos da força eletromotriz (FEM) das pilhas.

Após as explicações, foram realizados alguns exercícios de aprendizagem (Anexo 7) sobre os conceitos trabalhados. Os alunos foram orientados a trabalhar em grupo ou individualmente, conforme considerassem melhor. As resoluções dos exercícios deveriam constar no caderno do próprio aluno.

No transcorrer desta etapa percebemos que a atividade não foi tão significativa, pois os alunos não assumiram uma postura mais ativa no processo de ensino-aprendizagem. Eles não conseguiam ter um diálogo mais aprofundado e dinâmico sobre o assunto, porém a sua aplicação favoreceu o desenvolvimento de interações sociais na sala de aula.

ATIVIDADE 5: Apresentação dos trabalhos sobre Lixo Eletroeletrônico

Aula 8:

Esta atividade serviu para que os grupos apresentassem seus trabalhos e foi dividida em duas aulas devido à quantidade de temas e ao tempo necessário para as suas apresentações. Nesta primeira aula foram apresentados os trabalhos elaborados pelos alunos com os temas: 1 (História sobre a origem), 2 (Produção e utilização das pilhas e baterias) e 3 (Composição de pilhas e baterias). Os três trabalhos apresentados foram em forma de aula expositiva através de slides na sala de multimídia da escola.

Os componentes do primeiro grupo, durante a apresentação do trabalho não demonstraram confiança e conhecimento sobre o assunto, principalmente quando foram indagados pelos outros alunos e pelo professor, que neste caso teve que nortear os esclarecimentos sobre o tema proposto. O segundo grupo, assim como o primeiro grupo, os componentes acabaram fazendo a leitura das informações que continham no próprio slide, demonstrando, desta forma, que não tinham muita confiança no domínio do conteúdo. Porém quando foram questionados pelos alunos e pelo professor souberam responder. Já o terceiro grupo apresentou o trabalho de uma maneira mais harmoniosa, alternavam suas falas entre a leitura dos slides com as explicações próprias. Quando questionados, souberam responder de maneira satisfatória as perguntas.

Ao final das três apresentações, cada grupo argumentou sobre seu tema possibilitando, assim, uma maior compreensão e aumentando a participação de todos.

Aula 9:

Nesta segunda aula foram apresentados os trabalhos com os temas: 4 (Impactos que pilhas e baterias podem causar no ambiente), 5 (Legislação vigente e descarte de pilhas e baterias), 6 (Veículos movidos a baterias: tendências e impactos sociais, econômicos e ambientais) e 7 (Investigação sobre tipos de pilhas – nacionais ou piratas –, usados na comunidade e diferenças quanto aos impactos ambientais).

O quarto grupo apresentou seu trabalho com os componentes não demonstrando muita confiança, uma vez que estavam fazendo a leitura das informações no próprio slide. Quando indagados pelos outros alunos e pelo professor, deram respostas não satisfatórias e mais uma vez o professor teve que nortear os esclarecimentos sobre o tema proposto.

Contudo, o quinto grupo colocou um roteiro em sua apresentação o que facilitou o entendimento dos demais alunos. Apresentou um contexto consistente ao tema, contendo fontes de letras, plano de fundo e imagens adequados para a apresentação e para o ambiente. Todos os alunos do grupo apresentavam domínio do conteúdo e utilizaram os slides para algumas informações adicionais. Quando indagados, souberam responder de maneira bem satisfatória as perguntas.

O sexto grupo optou por passar um vídeo que comparava um veículo de combustão interna, veículo elétrico e um veículo híbrido. Os componentes deste grupo acabaram fazendo a leitura das informações que continham no próprio slide, demonstrando desta forma que não tinham muita confiança sobre o assunto no momento da apresentação. Quando indagados pelos outros alunos e pelo professor deram respostas não satisfatórias e mais uma vez o professor teve que nortear os esclarecimentos sobre o tema proposto.

Já o sétimo grupo apresentou um trabalho alinhado com o tema, demonstrando domínio do conteúdo e utilizaram os slides para algumas informações adicionais. Quando indagados, souberam responder de maneira bem satisfatória as perguntas.

Logo após as apresentações, foi feito o debate com o envolvimento de todos os alunos, tendo o professor apenas como mediador deste debate, o qual possibilitou discussões mais abrangentes sobre o tema. Foi falado, principalmente, sobre o descarte correto dos resíduos eletroeletrônicos em locais apropriados, como empresas e cooperativas que atuam na área de reciclagem, sobre as substâncias tóxicas, principalmente o cádmio, zinco, cobre e mercúrio, contidas nas pilhas e baterias e como estas substâncias podem contaminar e poluir o meio ambiente, trazendo riscos à saúde da sociedade. Além disso, foi dito sobre a possibilidade de novos materiais que pudessem vir a substituir os metais tóxicos, bem como sobre a conscientização ambiental, indicando que é uma forma de podermos aumentar e sensibilizar boa parte dos estudantes sobre os impactos ocasionados pelas pilhas e baterias.

ATIVIDADE 6: Confecção de coletores de resíduos eletroeletrônicos

Aula 10:

Nesta atividade os grupos foram orientados para desenvolverem uma atividade extraclasse. Eles confeccionaram coletores de pilhas e baterias, conforme figura 2, e para isto utilizaram na sua maior parte materiais descartáveis, como garrafas PET, garrafões de água, caixas de madeira, baldes de plásticos entre outros, estes coletores apresentavam cores, simbologia e escritas para que pudessem ser identificados. Após a sua confecção, os coletores foram colocados em pontos determinados da cidade, como

lojas, supermercados e comércios. Estes coletores permaneceram nos seus locais por 60 (sessenta) dias, logo após este tempo o material coletado foi separado e contabilizado.

Após os alunos realizarem a separação dos materiais, estes foram encaminhados para o correio local, que é uma das instituições que faz o recebimento deste tipo de material na cidade, uma vez que a cidade não disponibiliza de uma política pública relacionada ao descarte e destino deste material, o que existe na verdade é uma coleta seletiva, mas que não abrange o descarte destes tipos de materiais.



Figura 2 – Coletores de pilhas e baterias confeccionados pelos alunos - Fonte própria.

Esta etapa teve a maior participação e interatividade dos alunos, o que caracterizou esta atividade como um dos momentos mais significativos, pois contribuiu na aproximação do conhecimento escolar/científico com o mundo real dos alunos. Além disso, contribuiu no processo interativo em termos da construção e reconstrução das concepções dos alunos acerca das relações do descarte de pilhas e baterias com enfoque CTSA; incentivou a refletir sobre a mudança de seus hábitos ambientais e proporcionar a formação de indivíduos mais críticos sobre a problemática em foco.

3º MOMENTO PEDAGÓGICO - APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

Nesta etapa da sequência didática, identificada como aplicação/contextualização dos conhecimentos, há a intenção de retomar/averiguar a aprendizagem sobre os processos que envolvam o funcionamento das pilhas e baterias, sua composição, seu descarte correto e a conscientização ambiental, os quais envolvem os conhecimentos cognitivos com os aspectos científicos que o constitui.

Neste contexto, visando com que os alunos desenvolvam a capacidade de analisar e interpretar o conhecimento químico em questão em diferentes contextos estruturou-se 1 (uma) atividade em 2 (duas) aulas.

Atividade 7: Aplicação/contextualização do Conhecimento

Aula 11:

Como consequência deste estudo sobre a discussão da Eletroquímica com a problemática do descarte ecologicamente incorreto das pilhas e baterias e levando-se em consideração as metodologias adotadas bem como os conhecimentos apreendidos, os alunos foram submetidos a uma aplicação de um questionário pós-teste. Foi entregue aos alunos uma folha do Questionário de Contextualização com as seguintes perguntas:

Questionário de Contextualização

1. Qual é a destinação do lixo eletroeletrônico produzido na sua casa?
2. Como você descarta aparelhos que têm pilhas e baterias?
3. Você conhece ou dispõe de alternativas para a destinação de pilhas e baterias? Quais?
4. O que acontece com pilhas e baterias que são destinadas aos lixões ou aterros sanitários?
5. Quais são os elementos químicos considerados perigosos presentes na composição de pilhas e baterias? Que danos podem causar ao organismo humano?
6. Qual é a obrigação ambiental dos consumidores de pilhas e baterias?
7. Como funcionam as pilhas? Quais são as reações que ocorrem?
8. Você achou relevante o tema estudado, bem como sua forma trabalhada?

Após serem entregues essas perguntas, as mesmas serviram como forma de avaliar a apropriação dos alunos de alguns conhecimentos científicos trabalhados nessa sequência, bem como possibilitar ao aluno conhecer mais sobre o descarte de pilhas e baterias, podendo agir de forma mais consciente no seu dia a dia.

Aula 12:

Com intuito de verificar possíveis dúvidas sobre o trabalhado, esta aula proporcionou um momento de reflexão sobre a temática trabalhada, sobre a metodologia contextualizada utilizada no processo de ensino-aprendizagem, bem como a relação dos conceitos químicos vinculados ao aluno na busca de um senso crítico socioambiental.

Porém, de uma forma geral, a avaliação dos alunos pôde ser feita em todos os momentos das aulas através de suas participações e de seus envolvimento nas atividades (com perguntas e debates), bem como através de questionário pré-teste, de contextualização e pós-teste. Visto que as mudanças de valores, atitudes e posturas acabam ocorrendo lentamente e a obtenção de um resultado positivo passa a depender do envolvimento de todos (aluno/escola/comunidade), em um exercício de cidadania

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As atividades pedagógicas desenvolvidas durante a execução do projeto visaram discutir a construção do conhecimento científico sobre o processo de Eletroquímica e o real tratamento na escola enquanto uma prática social sobre a Educação Ambiental, com relação ao descarte de pilhas e baterias. As atividades realizadas proporcionaram uma ampliação na sensibilização dos estudantes sobre seu meio, através da busca de soluções e da ação racional sobre os problemas socioambientais com atuação dentro e fora do ambiente escolar.

Ao revisar os registros feitos ao longo do desenvolvimento da SD buscamos compreender quais implicações esse processo acarretou nas concepções e/ou formação dos estudantes. O que foi mais relevante e/ou acarretou indagações quanto às ações realizadas. Notamos que os alunos ainda não possuem certos conhecimentos quanto ao descarte/destino dos resíduos eletroeletrônicos, aos impactos ocasionados à saúde e ao meio ambiente, bem como os conceitos sobre a Eletroquímica. Diante disto organizamos as seguintes categorias de análise: 1) Concepções e atitudes sobre destinação e descarte do lixo eletroeletrônico; 2) Disposição dos Resíduos e Legislação; 3) Problemas de saúde e meio ambiente; 4) Processos interativos e significação conceitual.

Com base na análise destas categorias notamos que as formas de atuação e intervenção acabaram estimulando uma reflexão crítica e promoveram a conscientização de que a qualidade do meio ambiente em que vivemos está diretamente associada com as ações do cotidiano e de sua postura enquanto cidadão diante das políticas públicas.

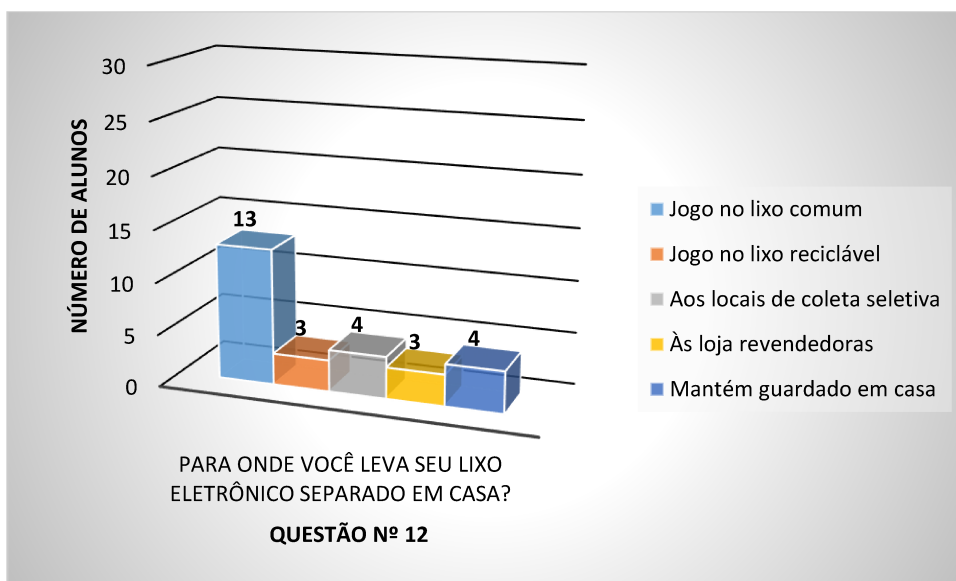
Categoria 1 – Concepções e atitudes sobre destinação e descarte do lixo eletroeletrônico

Na primeira etapa desta categoria encontram-se os sujeitos participantes da pesquisa que responderam inicialmente a um questionário pré-teste, onde se considerou as concepções ecologicamente corretas, concepções ecologicamente incorretas e concepções ecologicamente incompletas. São contempladas aquelas respostas em que os

sujeitos apresentaram entendimento (conhecimento) sobre a destinação, o descarte, a composição e os problemas de saúde gerados pelos resíduos de pilhas e baterias.

Analisando os dados do questionário pré-teste (Anexo 1) e observando o gráfico das respostas (Gráfico 1), notamos que uma pequena parcela dos pesquisados, correspondente a 3 alunos (11,1%), entende que não se pode descartar pilhas e baterias no meio ambiente devido a suas ações nocivas, enquanto que uma outra parcela dos alunos pesquisados, correspondente a 7 alunos (26,0%), entende que descartar as pilhas e baterias no lixo reciclável, ou destinar à coleta seletiva, seja um descarte ecologicamente correto e, por fim, uma parcela expressiva dos pesquisados, correspondente a 13 alunos (48,1%), descarta as pilhas e baterias no lixo comum. Para salientar os outros 4 alunos (14,8%) mantém o lixo eletrônico guardado em sua residência.

Gráfico 1 - Questionário pré-teste



De acordo com a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee), são comercializados por ano no Brasil 1,2 bilhão de pilhas e 400 milhões de baterias de celular (ABINEE, 2012). Desta forma, uma quantidade enorme acaba indo para o lixo comum todos os anos, mesmo que a quantidade de substâncias tóxicas seja mínima em cada pilha vendida e esteja de acordo com a lei. São milhões de pilhas descartadas que, juntas, somam uma quantidade considerável dessas substâncias. Fato este observado na atividade 5 (realizada na aula 10), quando os participantes do grupo 4,

que tratavam do assunto sobre “os impactos que pilhas e baterias podem causar no ambiente”, e também os participantes do grupo 5 que tratavam do assunto sobre “legislação vigente e descarte de pilhas e baterias”, mencionaram em suas apresentações a quantidade de pilhas e baterias produzidas e descartadas no mundo e no Brasil e também os impactos ocasionados ao meio ambiente e a saúde. Segundo Reidler e Günther (2003, p.21), “No Brasil, as pilhas e baterias exauridas são descartadas no lixo comum por falta de conhecimento dos riscos que representam à saúde humana e ao ambiente, ou por carência de outra alternativa de descarte.”

Durante o desenvolvimento do projeto, os alunos foram desafiados a exporem seus argumentos quanto aos processos de reciclagem das pilhas e baterias. As atividades propostas contavam com a apresentação de um vídeo, onde retratava o descarte consciente de pilhas e baterias e também com a leitura de um texto intitulado: “Reciclagem de Pilhas e Baterias (Anexo 3). Estas atividades foram realizadas nas aulas 2 e 4, nas quais pudemos observar pelas falas do alunos sobre a importância do papel da reciclagem no mundo atual tanto na geração de emprego, na diminuição do consumo de matérias-primas, quanto nos problemas gerados ao ambiente e às pessoas, conforme mencionadas a seguir:

A forma de se reciclar pois eles reciclam não só o metal mas também o plástico usando na pilha e o tanto de produto que é produzido com essa reciclagem deixa de utilizar os recursos naturais. (Grupo 1)

A forma que as pilhas são descartadas, e depois reaproveitadas e depois vendidas as para indústrias, desta forma gera mais empregos. (Grupo 2)

Em geral tudo é importante pois para haver a conscientização da reciclagem e preciso conhecer o processo. (Grupo 3)

Todos os aspectos da etapa de reciclagem de pilhas e baterias são importantes, porém a neutralização do pH é um dos aspectos mais elevados pois minimizam as agressões aos humanos. (Grupo 5)

As pilhas e baterias são constituídas de diversos metais maléficis a saúde do ser humano e que atuem o meio ambiente. [...] para aumentar a consciência da população pois reciclagem é necessária um número de campanhas de orientação. (Grupo 6)

Os mais importante no texto é conscientizar a população sobre os malefícios dos descartes indevidos de pilhas e baterias. E um processo de neutralização para minimizar as agressões aos humanos. (Grupo 7)

Ainda diante da atividade desenvolvida na aula 4, quanto à leitura dos textos, os alunos foram solicitados a responder o seguinte questionamento: *Suas ações têm contribuído de maneira eficaz na conservação ambiental? Você tem descartado corretamente o seu lixo eletroeletrônico, principalmente as pilhas e baterias? Argumente!*. Este segundo texto estava intitulado como “*A importância do descarte correto de pilhas e baterias*” (Anexo 4). Após leitura e discussão dos grupos podemos verificar que, apesar de saber da importância da conscientização sobre a educação ambiental e de suas práticas ambientais, ainda descartam os resíduos eletroeletrônicos no lixo comum, conforme relatos:

Minhas ações não tem sido eficazes na conservação do ambiente, pois muitas vezes descartam pilhas e baterias no lixo comum... (Grupo 3)

[...] pois fazemos o descarte de pilhas e baterias de maneira incorreta, ou seja, descartamos no lixo doméstico contribuindo para a contaminação do solo, rios, mares, entre outros... (Grupo 7)

Por sua vez, outros alunos têm contribuído de maneira eficaz na conservação ambiental com boas práticas, conforme relatos abaixo:

[...] o nosso papel é simples em encontrar um posto de coleta e levar as pilhas e baterias até lá. Pois, eles vão saber o melhor destino ... (Grupo 6)

“... não é muito frequente o descarte de pilhas e baterias, mas sim, mas quando há o descarte ele ocorre de forma correta[...] (Grupo 1)

Podemos ainda mencionar alguns dados do trabalho apresentado pelo grupo 2 na atividade 5 aula 8, onde os participantes abordaram o tema sobre a produção e utilização das pilhas e baterias. Em sua apresentação o grupo fez várias colocações interessantes, dentre elas os países que mais produziam e descartavam incorretamente as pilhas e baterias, o valor na produção para determinados tipos de pilhas e baterias e o valor para a reciclagem destes materiais.

Diante das falas, dos debates e da apresentação dos trabalhos conseguimos perceber um aumento na consciência socioambiental por partes dos alunos quanto a esta temática, porém a mudança de atitude ainda foi muito significativa. Para conscientizar ambientalmente o aluno é necessária a utilização de novas metodologias de ensino, através de exemplos contextualizados do seu dia a dia.

Numa outra etapa desta categoria, analisamos as respostas dos sujeitos através de um questionário pós-teste (Anexo 6), onde foram consideradas concepções ecologicamente corretas, concepções ecologicamente incorretas e concepções ecologicamente incompletas, aquelas respostas em que os sujeitos apresentaram entendimento (conhecimento) sobre a destinação, o descarte, a composição e os problemas de saúde gerados pelos resíduos de pilhas e baterias. Devemos salientar que alguns participantes mantêm guardadas as pilhas e baterias em suas residências e, desta forma, não as descartam.

Utilizando-se dos dados do questionário pós-teste e com auxílio da tabela das respostas (Tabela 1), percebe-se que uma parcela dos pesquisados (29,6%) possui concepções ecologicamente corretas, e destina e/ou descarta seus lixos eletroeletrônicos de forma a evitar problemas para o meio ambiente e causar graves doenças. Se compararmos ao questionário anterior, notamos que houve uma diferença significativa, mas o que nos leva a acreditar que as práticas e os hábitos continuam praticamente os mesmos, pois suas concepções ainda estão totalmente alinhadas com a questão ambiental considerada correta.

Concepções	Nº de sujeitos participantes	Porcentagem
Concepções ecologicamente corretas	8	29,6%
Concepções ecologicamente incorretas	10	37,1%
Concepções ecologicamente incompletas	6	22,2%
Não descartam seus resíduos eletrônicos	3	11,1%
Total	27	100%

Tabela 1 – Destinação e descarte do lixo eletroeletrônico - Fonte própria

Os alunos entendem que os materiais não podem ser descartados sem critérios e que são necessários locais apropriados, como empresas e cooperativas que atuam na área de reciclagem, o que está em acordo com algumas falas selecionadas. Dentre as que se enquadram nesta categoria:

Para a lixeira adequada (Aluno 11)

Eu coloco nas caixinhas de pilha em supermercados (Aluno 13)

As pilhas na maioria das vezes minha mãe leva para o supermercado e põe nos suporte... (Aluno 5)

Uma outra parcela dos alunos entrevistados (22,2%) entende que descartar as pilhas e baterias no lixo reciclável ou destinar a coleta seletiva seja considerado um descarte ecologicamente correto. Isso pode ser verificado em algumas falas selecionadas, dentre elas:

Jogo no lixo separado que é destinado para a coleta seletiva (Aluno 21)

O destino é a reciclagem (Aluno 4)

As pilhas vão para a coleta seletiva e aparelho fica o quanto que ele durar (Aluno 15)

Se compararmos ao questionário anterior, notamos que também houve uma pequena diferença, mas ainda não significativa, pois as concepções dos alunos neste tipo de descarte e/ou destinação devem estar vinculadas ao fato do município possuir uma política pública de coleta seletiva. Esta coleta implantada na cidade não está associada ao descarte de lixo eletroeletrônico e sim a materiais do tipo plástico, papel, vidro e metal.

Em vista deste cenário de crescimento na geração de lixo eletroeletrônico no Brasil e dos impactos ambientais ocasionados, desde a extração da matéria-prima para sua fabricação até o seu descarte, é necessário que todos os envolvidos neste processo de extração-produção-consumo-descarte sejam responsáveis pela destinação ambientalmente adequada desses resíduos.

E por fim uma parcela um pouco mais expressiva dos entrevistados (37,1%), destina e/ou descarta seus lixos eletroeletrônicos de forma incorreta, descarta as pilhas e baterias no lixo comum ou dão outro destino. Se compararmos ao questionário anterior,

notamos que houve uma diferença bastante significativa, a qual não foi mais baixa devido à praticidade e comodidade em fazer o descarte, na maioria das vezes, no lixo comum, sem levar em consideração que, além de poluir o meio ambiente, podem colocar a sua saúde em risco. Ao chegarem ao aterro sanitário, que recebe lixo comum, os lixos eletroeletrônicos começam a liberar substâncias, como mercúrio, cádmio, arsênio, zinco e chumbo, que são prejudiciais para o meio ambiente podendo contaminar os lençóis freáticos, o solo e a atmosfera (caso sejam queimados).

Além do meio ambiente, esses materiais também podem causar danos para a saúde humana, principalmente para os trabalhadores e catadores. Conforme Moreira (2007, apud FERREIRA E FERREIRA, 2008, p.163),

as contaminações podem ser por contato direto na manipulação das placas eletrônicas e seus componentes, como pode também ocorrer de forma acidental com aparelhos que vão para o aterro sanitário, existindo, assim, uma grande possibilidade de que os componentes tóxicos contaminem o solo chegando aos lençóis freáticos e, conseqüentemente, afetando a água.

Ainda, conforme Ferreira e Ferreira (2008, p.163), “os resíduos do lixo eletrônico, ao serem encaminhados para os grandes lixões a céu aberto ou aterros sanitários, podem causar danos à saúde, tanto à espécie animal quanto humana.”.

Estas concepções que os estudantes possuem se devem, principalmente, à falta de informações, de práticas sustentáveis e de mudanças de atitudes, o que também é comum na maioria das pessoas. Podemos observar isto diante de algumas falas dos alunos. Dentre elas:

Jogo na lixeira para quem passar na rua pegar (Aluno 18)

Jogamos no lixo comum (Aluno 8)

Para os lixões, onde no qual coloca-se dentro de uma sacolinha de plástico (Aluno 26)

No lixo comum da minha casa (Aluno 20)

Em qualquer lugar nos lixos (Aluno 14)

Devemos, ainda, considerar uma outra parcela dos alunos entrevistados (11,1%), os quais reservam em suas casas as pilhas e as baterias. Estes alunos alegam que não descartam no lixo comum devido aos problemas de saúde e no ambiente que elas possam vir a ocasionar e não as levam para os pontos de coletas por ser, às vezes, longe

de suas residências ou por esquecimento. Desta forma reforçamos a ideia de mudanças de atitudes.

Ao se considerar o destino real dos materiais, mesmo após a exploração deste assunto na sala de aula, as atitudes dos alunos mudaram um pouco em relação às suas atitudes iniciais, embora as concepções de uma parte expressiva deles estejam voltadas a se fazer o descarte adequado. Após o estudo sistemático, aparentemente as diferenças são poucas, pois ao compararmos os resultados nota-se que os números não diferem muito. Pelo que se entende, quanto ao descarte no lixo reciclável e/ou na coleta seletiva, mencionado no decorrer do trabalho por alguns dos alunos, havia o entendimento de que era adequado descartar pilhas e baterias na coleta seletiva. Mas essa concepção acabou sendo mudada por alguns deles após o desenvolvimento da sequência didática. Eles passaram a entender de uma forma melhor que a coleta seletiva do município não envolve o descarte de pilhas e baterias.

Conforme Pereira e Carvalho (2011, p.13)

Inicialmente, campanhas de esclarecimento e ensino à comunidade sobre os riscos do lixo eletrônico devem fazer parte do cotidiano das pessoas. Além de apresentar os benefícios da tecnologia, a população deve estar ciente do outro lado da moeda, dos recursos naturais envolvidos na fabricação de um produto eletrônico e dos prejuízos que estes também podem causar com o descarte incorreto.

Para diminuir esse problema, é fundamental que toda a sociedade ~~eduque~~ repense suas ações e adquira hábitos e/ou atitudes e valores através da educação ambiental, buscando uma formação da consciência ambiental e uma participação efetiva na disposição ecologicamente correta deste tipo de material, que ao invés o lixo possa se tornar, ao menos em parte, resíduos reaproveitáveis. Pensando especificamente na temática deste trabalho, os metais pesados existentes no interior das pilhas e baterias não se degradam e são extremamente nocivos à saúde e ao meio ambiente, além de serem bioacumulativos e para amenizar os impactos negativos causados pelo seu descarte inadequado, é necessário um número maior de campanhas de orientação e destino de postos de coleta, bem como uma legislação que incentive e eduque a população para os perigos que a contaminação das pilhas e baterias pode causar.

Por este motivo, é importante salientar que o gerador do lixo é o responsável pelo seu descarte e a prática de educação ambiental mostra o caminho para o alcance da

sustentabilidade de uma sociedade, com ações voltadas para minimizar a quantidade de lixo e os consequentes impactos negativos que este pode causar ao ecossistema e a todas as formas de vida.

Categoria 2 – Disposição dos Resíduos e Legislação

Nesta primeira etapa da segunda categoria encontram-se os sujeitos participantes desta pesquisa que responderam inicialmente a um questionário pré-teste, onde se considerou aquelas respostas em que os sujeitos apresentaram entendimento (conhecimento) sobre as leis do descarte de pilhas e baterias.

Ao analisarmos o questionário do pré-teste, notamos que 25 alunos (92,6%) dos entrevistados afirmaram não ter conhecimento sobre as leis de disposição de lixo eletroeletrônico, enquanto que apenas 2 alunos (7,4%) dos entrevistados afirmaram ter conhecimento sobre as leis.

Quanto a estes alunos, que disseram ter conhecimento sobre a legislação vigente, eles foram questionados para saber qual o seu real conhecimento. Eles sabiam da existência de leis no âmbito federal, estadual e municipal, mas não souberam especificar as leis, porém relataram sobre a questão da licença ambiental que determinadas empresas devem obter para seu funcionamento e sobre a reponsabilidade da destinação do resíduos gerados por todos.

Ainda com relação ao texto “*A importância do descarte correto de pilhas e baterias*” (Anexo 4) trabalhado na aula 4, bem como as atividades realizadas na aula 8, onde os alunos do grupo 2 apresentaram um trabalho com o tema “Produção e utilização das pilhas e baterias” e na aula 9, onde os alunos dos grupos 5 e 7 apresentaram um trabalho com o tema “Legislação vigente e descarte de pilhas e baterias” e “Investigação sobre tipos de pilhas – nacionais ou piratas –, usadas na comunidade e diferenças quanto aos impactos ambientais”, respectivamente, observamos que os trabalhos foram bem realizados e apresentados.

Alguns fatos relevantes, porém preocupantes, foram levantados pelos grupos, sendo o grupo 1 a quantidade de pilhas e baterias que são produzidas no Brasil e no mundo e o quanto destas são descartadas corretamente ou recicladas. Já o grupo 7, através de uma pesquisa realizada em dez residências, sendo eles: 1 – a média de pilhas

e baterias utilizadas nas residências ficou em torno de 15; 2 – quanto à quantidade de pessoas que disseram não saber diferenciar as pilhas do mercado formal com a do mercado informal foi de 30%. Ressaltam aqui que não sabem diferenciar pela composição das pilhas e baterias e não pela sua origem e legalidade; 3 – quanto aos tipos de pilhas que os consumidores compram, 40% alegam ser do mercado informal, conforme relatos. Isto acontece devido à diferença de preços existentes entre elas; 4 – 60% dos entrevistados não sabem dos impactos ocasionados à saúde e ao meio ambiente quando descartadas incorretamente, porém os alunos salientam que dentre esta porcentagem dos entrevistados não souberam especificar os tipos de impactos.

Diante desta atividade percebemos que houve um avanço na conscientização ambiental dos alunos, principalmente quando foram observados os dados de pesquisa apresentados pelo grupo 7. Os alunos relatam através de debates o quanto é importante as pessoas se tornarem cientes dos problemas ocasionados pela compra destes materiais do mercado informal, uma vez que desrespeitam as leis nacionais, mostradas pelo grupo 5, e pelos impactos ocasionados pelo descarte incorreto de pilhas e bateria.

Vimos desta forma um “nascimento” quanto à postura crítica dos alunos na formação da cidadania, mesmo sabendo que muitas concepções quanto à obrigatoriedade ambiental e sobre a disposição do lixo eletroeletrônico, podem ser melhoradas, pois eles ainda não possuem uma prática ambiental vinculada ao seu cotidiano que se alinha com o que preconiza a Legislação e com os entendimentos considerados ambientalmente corretos.

Entre as leis existentes no Brasil podemos considerar como um marco nas questões relativas ao meio ambiente a Lei nº 9.605 de 12 de Fevereiro de 1998 - Lei dos Crimes Ambientais, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Podemos destacar:

Art. 2º Quem, de qualquer forma, concorre para a prática dos crimes previstos nesta Lei, incide nas penas a estes cominadas, na medida da sua culpabilidade, bem como o diretor, o administrador, o membro de conselho e de órgão técnico, o auditor, o gerente, o preposto ou mandatário de pessoa jurídica, que, sabendo da conduta criminoso de outrem, deixar de impedir a sua prática, quando podia agir para evitá-la.

Art. 3º As pessoas jurídicas serão responsabilizadas administrativa, civil e penalmente conforme o disposto nesta Lei, nos casos em que a infração seja cometida por decisão de seu representante legal ou contratual, ou de seu órgão colegiado, no interesse ou benefício da sua entidade.

Parágrafo único. A responsabilidade das pessoas jurídicas não exclui a das pessoas físicas, autoras, coautoras ou partícipes do mesmo fato.

Art. 4º Poderá ser desconsiderada a pessoa jurídica sempre que sua personalidade for obstáculo ao ressarcimento de prejuízos causados à qualidade do meio ambiente (BRASIL, 1998).

O lixo eletroeletrônico é, atualmente, o resíduo sólido que mais cresce em nosso planeta e, de acordo com a Pnuma – Programa da ONU para o Meio Ambiente entre os países emergentes, o Brasil é o que mais gera este tipo de lixo. Uma boa opção é descartar conscientemente esses materiais, pois os vários tipos de substâncias que são eliminadas por eles podem gerar a contaminação da água ou do solo e, além disso, podem causar graves doenças às pessoas, principalmente naquelas que trabalham coletando esse lixo na rua ou nos lixões.

Conforme a Resolução nº 257/99 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA, p.28-29), ela determina o descarte adequado de pilhas e baterias usadas, conforme destacamos abaixo:

Em conformidade com a Resolução no. 257 do CONAMA, ficam proibidas as seguintes formas de destinação final de pilhas e baterias usadas de quaisquer tipos ou características: I - lançamento "in natura" a céu aberto, tanto em áreas urbanas como rurais; II - queima a céu aberto ou em recipientes, instalações ou equipamentos não adequados, conforme legislação vigente; III - lançamento em corpos d'água, praias, manguezais, terrenos baldios, poços ou cacimbas, cavidades subterrâneas, em redes de drenagem de águas pluviais, esgotos, eletricidade ou telefone, mesmo que abandonadas, ou em áreas sujeitas à inundação.

Apesar de ser uma exigência legal, a reciclagem ainda não é uma prática comum no país. Desta forma, o retorno das pilhas e baterias à cadeia de produção é de responsabilidade tanto dos fabricantes quanto dos consumidores, já que se referem à responsabilidade compartilhada para eletroeletrônicos. E isto se dá através da logística reversa e da importância da conscientização do cidadão nesse processo.

Numa terceira etapa, após analisar os resultados das atividades anteriores, foi realizado um questionário pós-teste para avaliar sobre o conhecimento e/ou disposição do lixo eletroeletrônico e suas obrigações ambientais, considerando o que preconiza a legislação ambiental. Nesse caso, elencamos as seguintes falas:

Os coletores de pilhas e baterias (Aluno 12)

Devolver aos comerciantes ao fim da vida útil desses produtos (Aluno 19)

Os lixos adequados – comércios onde vendem aparelhos eletrônicos que tem pilhas e baterias (Aluno 27)

Devolver a loja que lhe forneceu o produto (Aluno 17)

Reciclar esses objetos para que não causem maiores problemas ao ambiente (Aluno 4)

Receber de volta as pilhas e baterias, para que elas adotem os processos de reutilização e descarte final adequado. (Aluno 5)

Diante destes novos dados, observamos que os alunos reconhecem a existência das leis do meio ambiente, mas não citam as leis em específico, principalmente sobre o descarte de resíduos eletroeletrônicos. Porém, já apresentam um melhor entendimento quanto à sua disposição, conforme indicado na tabela a seguir.

Concepções	Nº de sujeitos participantes	Porcentagem
Concepções ecologicamente corretas	24	88,9%
Concepções ecologicamente incorretas	3	11,1%
Total	27	100%

Tabela 2 – Disposição e obrigatoriedade sobre a destinação de pilhas e baterias. Fonte: próprio autor.

Se comparamos os resultados obtidos antes do desenvolvimento da atividade com estes novos resultado, observamos um aumento significativo na porcentagem de alunos que passaram a compreender de uma forma melhor sobre a obrigação ambiental e o descarte correto do lixo eletroeletrônico. Este aumento passou de 7,4% para 88,9%. Podemos notar este aumento através das falas dos estudantes se deve ao fato que o tema proposto faz com que os alunos aprendam novos conceitos e valores sobre a natureza, contribuindo, assim, para transformar hábitos e ações de modo a se tornarem, cada vez mais, conscientes dos problemas ambientais.

Após o desenvolvimento da sequência didática notamos a importância da teoria associada à prática, para simplificar e aumentar a aprendizagem. Percebe-se que as ações desenvolvidas na escola, como estudos, debates e a construção dos coletores de coletas de pilhas e baterias, podem ter influenciando positivamente a formação dos estudantes voltada para a cidadania. A conscientização, a participação da sociedade na

disposição ecologicamente correta deste tipo de resíduo e o seu reaproveitamento é essencial, pois colabora com a conservação do meio ambiente.

Já existem informações e várias formas de dar um destino correto para os resíduos (lixos) eletroeletrônicos, mas faltam ações mais sistemáticas voltadas para a sensibilização, mudanças de atitudes e conscientização de todos sobre o descarte correto, para a conservação do ambiente. Esta redução só vai acontecer quando houver, além de uma parceria entre os fabricantes, os consumidores e o poder público sobre os riscos à saúde humana e ao meio ambiente, uma educação ambiental amplamente difundida na sociedade, em especial no contexto da escolarização.

Categoria 3 – Problemas de saúde e meio ambiente.

Após analisar os dados obtidos nas categorias 1 e 2, quanto à disposição/descarte e obrigações ambientais, foi realizado um novo levantamento de dados, agora quanto aos problemas de saúde e ao meio ambiente gerados pelos resíduos eletroeletrônicos, através de um questionário pré-teste (Anexo 1), onde os alunos responderam a seguinte pergunta: *Você acha que o descarte incorreto de pilhas e baterias no meio pode ocasionar problemas de saúde para a população?*

Nesta primeira etapa notamos que 26 alunos (96,3%) pesquisados estão conscientes que esse descarte incorreto causa problemas ambientais e de saúde, enquanto que apenas 1 aluno (3,7%) pesquisado, se diz contrário. Verificamos que muitas vezes os alunos utilizam de um método incorreto de descarte por não ter outra opção, mas entendem que as ações individuais são fundamentais para a conscientização da sociedade e que suas mudanças de atitudes em relação ao meio ambiente são de suma importância para ajudar a conservar os recursos naturais.

Conforme análise dos dados obtidos na primeira etapa desta categoria, e para melhor compreender os conhecimentos prévios dos alunos sobre o descarte correto de pilhas e baterias e os problemas ao meio ambiente e a saúde humana ocasionados por este descarte incorreto, foi realizada uma segunda etapa através de um questionário de problematização (Anexo 2). Nesta etapa encontram-se os sujeitos participantes desta pesquisa que foram questionados com a seguinte pergunta: *Você acha que os descartes de pilhas ou baterias em lixo comum provocam danos? Quais?*

Percebe-se que existe uma conscientização dos entrevistados, pois todos acreditam que o descarte do lixo eletroeletrônico pode causar problemas ambientais, como contaminação do solo, da água e do ar, bem como de saúde humana, conforme algumas falas observadas:

Sim, pode causar danos ao solo, deixando o solo incapaz de plantar, a demora da decomposição pode causar danos ao ar por causa dos resíduos que liberam. (Grupo 1)

Sim, pode provocar danos ao solo, ao ar, a água pela sua demora em decomposição. (Grupo 2)

Provocam a contaminação do restante do lixo, através da liberação de resíduos. (Grupo 3)

Sim libera radiação, se algum tipo de animal comer ele pode morrer. (Grupo 4)

Sim causam poluição, contaminação da água e do solo e intoxicações. (Grupo 5)

Sim, radiação. (Grupo 6)

Sim, pois pilhas e baterias descartadas incorretamente, liberam toxinas que podem causar câncer e sua decomposição de longa duração. (Grupo 7)

Vale salientar que neste momento foram discutidos sobre este “dito popular” que pilhas são dispositivos radioativos, conforme mencionado pelos grupos 4 e 6. Foi discutido entre os alunos que as pilhas e baterias não emitem radioatividade, mas, mesmo assim, constituem um resíduo perigoso à natureza e à saúde humana. Isto se deve à grande quantidade de metais pesados, substâncias altamente tóxicas, existente em seu interior. Foi retratado aqui também, de uma forma mais simples o fenômeno da radioatividade, os elementos radioativos e os tipos de emissões radioativas. De acordo com Jacobi (2003, p.200),

à medida que se observa mais dificuldade de se manter a qualidade de vida, é preciso fortalecer a importância de garantir padrões ambientais adequados e estimular uma crescente consciência ambiental, numa perspectiva orientada para o desenvolvimento sustentável.

O Brasil ainda vivencia diversos problemas socioambientais, como o descarte incorreto do lixo eletroeletrônico, o que foi evidenciado também com esta abordagem ambiental na escola. Foram vários os questionamentos feitos pelos próprios alunos sobre quais são os problemas que este tipo de resíduo pode causar à natureza.

Diante dos dados da atividade anterior, os alunos realizaram uma nova atividade, onde foram divididos em sete grupos para a leitura e discussão do texto intitulado “*Um pouco sobre pilhas e baterias*” (Anexo 5). Com base neste texto os alunos foram solicitados a responderem o seguinte questionamento: *Quais ações ou práticas adequadas no meu dia-a-dia, ao lidar com estes materiais, que refletem diretamente no meio ambiente e nos problemas de saúde?*

Algumas falas retratam sobre as ações que cada um dos pesquisados realiza. Dentre elas:

Jogar pilha em seus lugares adequados, não descartar pilhas nem baterias em rios ou aterros sanitários. Descartar pilha e bateria em lugar de recolhimento. (Grupo 1)

Geralmente uso pilhas alcalinas, todas são recarregáveis, então ainda não fiz o descarte delas mais quando tiver que fazer eu irei fazer o descarte correto. (Grupo 2)

Jogar o lixo em seu devido lugar, evito jogar lixos no chão, entregar os lixos restantes para o caminhão da coleta seletiva. (Grupo 4)

Ao fazer o descarte indevido de pilhas e baterias no lixo doméstico, é liberado um líquido que se acaso cair em rios, e se essa água foi usada para irrigação ou consumo direto pode provocar problemas a saúde como disfunções renais, osteoporose, vômito, diarreia, irritações nos olhos, problemas neurológicos, além de causar câncer. (Grupo 7)

Comparativamente, baseado nos dados obtidos na categoria 1, em que uma parcela dos alunos pesquisados (22,2%) entende que descartar pilhas e baterias no lixo reciclável ou destinar a coleta seletiva seja considerado um descarte ecologicamente correto, podemos constatar através dos dados obtidos na categoria 3 que este fato ainda permanece na mente de alguns alunos, conforme mencionado pela fala do grupo 4. Assim como, quando mencionam “descarte correto”, pode subtender que também tenham em mente o descarte na coleta seletiva. Estas dúvidas foram esclarecidas quando na atividade 5 da aula 9, onde os grupos 4 e 6 apresentaram os trabalhos com os temas “Impactos que pilhas e baterias podem causar ao meio ambiente e “Veículos movidos a baterias: tendências e impactos sociais, econômicos e ambientais”, respectivamente.

Diante da colocação dos grupos podemos ressaltar que houve debates sobre a contaminação do solo e lençóis freáticos e as principais doenças, tais como: perda de memória, insuficiência renal, insuficiência cardíaca, distúrbios digestivos, inflamações

dos pulmões, danos digestivos, ocasionadas pela contaminação por metais pesados como o chumbo, o mercúrio e o cádmio. Demonstraram como esses metais entram nas cadeias alimentares e terminam acumuladas no organismo das pessoas, produzindo os vários tipos de contaminação. Informaram sobre os limites máximos de metais pesados estabelecidos por lei, mostraram a diferença entre a motor elétrico e o motor de combustão interna, bem como suas contribuições de forma direta para conservação do meio ambiente, devido funcionarem à energia recarregável através de suas baterias

Podemos verificar que todos têm em mente algumas atitudes simples que contribuem efetivamente para o meio ambiente, os estudantes precisam sentir a importância da conservação ambiental no dia a dia e colocá-la em prática através de novos hábitos, com ações concretas. De forma geral, a sociedade precisa se educar e perceber que os danos à natureza estão cada vez mais severos e que trarão implicações sobre o próprio modo de vida. De acordo com Angotti e Auth (2001, p.5), para quem a problemática ambiental precisa ser vista como resultado das atividades humanas,

a ação de indicar/introduzir novas perspectivas deve vir acompanhada de subsídios que possibilitem aos indivíduos compreender a concepção que possuem sobre meio ambiente e poder confrontá-la com a de outros. Uma vez que as expectativas de conquistar mudanças estão diretamente relacionadas com a mudança de padrões de atitude e de valores, as problematizações em torno de suas concepções poderão “abrir caminhos” para outras possibilidades.

Mesmo que a conscientização ambiental seja um processo introspectivo, que necessita do próprio indivíduo adquirir tais pensamentos, existem não somente os métodos educacionais que procuram investir numa educação sustentável para as futuras gerações, mas também os métodos legislativos que visam acelerar esse processo.

A educação ambiental pode ser trabalhada por todos os professores, pois tratar do assunto de sustentabilidade nas escolas significa ir além de explicar a importância ambiental. Cada professor adota uma estratégia de acordo com sua realidade.

Após o levantamento dos dados e verificação dos conhecimentos prévios e/ou apreendidos pelos alunos sobre os impactos ambientais ocasionados pelo descarte incorreto, foi feita a intervenção a fim de que os alunos tivessem uma melhor aprendizagem sobre esse assunto e pudessem ter um processo constante de reflexão crítica não só na aprendizagem, mas também voltada para transformar a realidade em que estão inseridos.

Sabe-se que a conservação do meio ambiente, assim como uma boa qualidade de vida depende das ações e da participação da sociedade como um todo. Neste contexto, a intervenção aplicada neste momento abre um espaço para os alunos repensarem suas práticas sociais e compreendam melhor o meio em que estão inseridos. Desta forma, foram analisadas as respostas dos alunos quanto aos riscos que o descarte incorreto de pilhas e baterias poderia ocasionar ao serem lançados no lixo comum, conforme descrito na tabela abaixo (Tabela 3).

A educação ambiental, nas suas diversas possibilidades, abre um estimulante espaço para repensar práticas sociais e o papel dos professores como mediadores e informantes de um conhecimento necessário para que os alunos adquiram uma base adequada de compreensão essencial do meio ambiente global e local.

Concepções	Nº de sujeitos participantes	Porcentagem
Concepções ecologicamente corretas	20	74,1%
Concepções ecologicamente incorretas	7	25,9%
Total	27	100%

Tabela 3 – O que acontece com as pilhas e baterias que são destinadas aos lixões ou aterros sanitários. Fonte: próprio autor.

Analisando as informações foi verificado que uma grande parcela (74,1%) dos alunos pesquisados sabe sobre a periculosidade que representam esses objetos quando descartados em locais impróprios. Eles podem ocasionar algumas contaminações, que envolvem o solo, os lençóis freáticos e cursos d'água, estendendo a contaminação para a fauna e a flora das regiões próximas, assim como seu acúmulo na cadeia alimentar.

Diante do questionamento sobre “o que acontece com as pilhas e baterias que são destinadas aos lixões ou aterros sanitários”, foram observadas falas tais como:

Podem chegar a contaminar o solo e até mesmo a cadeia alimentar. (Aluno 17)

Demoram anos para se decomporem e em meio a esse processo, polui o meio ambiente. (Aluno 19)

Lixo tóxico que acaba prejudicando a saúde. (Aluno11)

Elas liberam compostos que podem contaminar o aterro sanitário. (Aluno 15)

Contamina os lençóis freáticos. (Aluno 23)

Solta um líquido e pode contaminar o solo. (Aluno 30)

Os resíduos das pilhas se misturam com o lixo causando problemas de saúde de quem trabalha lá. (Aluno 10)

Podem ser amassadas ou estourarem, deixando vazar um líquido nocivo, contaminando o solo. (Aluno 29)

Observando estas falas, verificamos que os alunos não trazem terminologia química em suas repostas, mesmo tendo sido trabalhados os processos de oxidação e redução de forma geral na atividade 3, nas aulas 5, 6 e 7. Podemos citar alguns elementos ou fatores conhecidos, como: o número de aulas dadas ser insuficiente para este conteúdo; alunos pouco motivados; aulas pouco dinâmicas (forma tradicional); desinteresse pela matéria; bem como dificuldades de aprender e de relacionar o conteúdo estudado ao cotidiano, mesmo a química estando presente na realidade.

Nesse contexto, é necessário priorizar o processo ensino-aprendizagem através de uma inter-relação entre o professor e aluno, de forma contextualizada, problematizadora e dialógica, pois assim os estudantes são estimulados a raciocinar e passam a compreender a importância socioeconômica da química.

Segundo o Guia para coleta seletiva de pilhas e baterias (minuta 27/07/2000), um dos aspectos interessantes com relação aos metais é o fato de que alguns são indispensáveis, como o zinco, o magnésio, o cobalto e o ferro, que são chamados de micronutrientes, são elementos primordiais para o bom funcionamento dos organismos vivos, enquanto outros - como chumbo, mercúrio e cádmio - não possuem função biológica conhecida, sendo, portanto, considerados não essenciais. Por conseguinte, estes metais podem causar efeitos tóxicos, mesmo quando ingeridos em baixas concentrações, devido a sua capacidade de bioacumulação. Em alguns casos, os sintomas da intoxicação só serão observados a longo prazo.

Além disso, o Guia para coleta seletiva de pilhas e baterias indica que a toxicidade de determinado metal, assim como sua disponibilidade (capacidade de

interação de um contaminante com um sistema biológico), estão relacionadas com vários fatores, tais como: a forma química em que o metal se encontra no ambiente; as vias de introdução do metal no organismo humano; a sua capacidade de biotransformação em subprodutos mais ou menos tóxicos. Desta forma, da sua emissão para o ambiente até o aparecimento dos sintomas da intoxicação, vários serão os interferentes que influirão nos efeitos negativos causados por determinados metais.

Conforme análise das respostas dos alunos pesquisados, existe uma preocupação grande quanto ao descarte incorreto destes materiais, mas que será colocada amplamente em prática apenas através da consciência ambiental e das mudanças de atitudes.

A conscientização ambiental é a transformação e a criação de senso crítico em relação aos prejuízos sofridos pelo meio ambiente. Ela só será possível quando cada um entender o real valor do meio ambiente natural em suas vidas e como a sua destruição afeta sua vida de forma direta e irreversível. Embora o tema sobre Educação ambiental já seja discutido e debatido nas escolas, o que realmente falta é a mudança de atitude, de assumir uma nova postura e um maior envolvimento com a questão ambiental. Isso ressoa com a expressão de Angotti e Auth (2001, p. 6), de que

Provavelmente serão de pouco valor as medidas adotadas que não vierem acompanhadas da mudança dos hábitos que originaram os problemas em questão. As crenças e os valores das pessoas, construídos socialmente, dão-lhes uma determinada visão de mundo e as conduzem a agir de uma forma ou outra (ou a se acomodar diante das ações externas). São determinantes em suas atitudes e comportamentos.

Assim, o grande desafio da humanidade é promover o desenvolvimento sustentável de forma rápida e eficiente, pois senão as gerações futuras serão prejudicadas, tanto pelos impactos ambientais quanto pela falta de visão de nossa geração em não explorar adequadamente os recursos naturais.

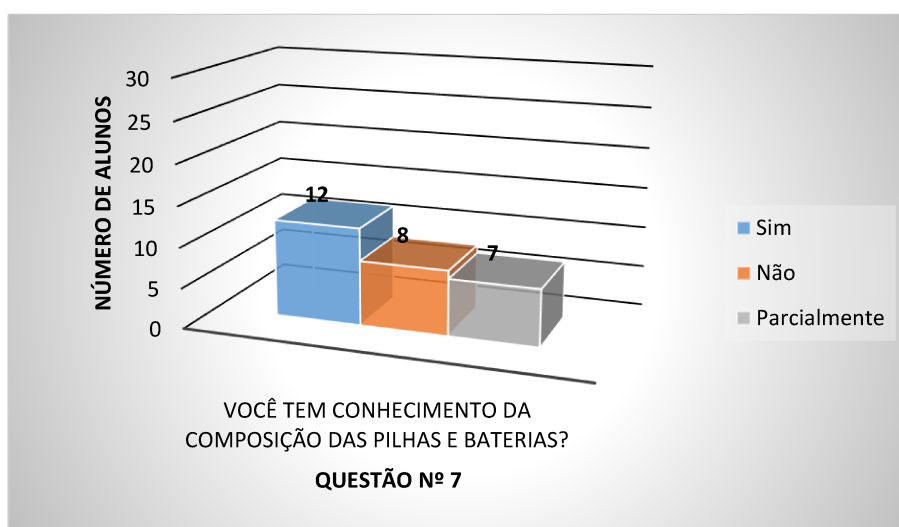
Categoria 4 – Processos interativos e significação conceitual

Baseando-se nas concepções prévias dos alunos sobre o tema, aplicamos um questionário pré-teste com relação à composição das pilhas e baterias e sobre a Eletroquímica. Este questionário levou em consideração as respostas em que os sujeitos apresentaram entendimento (conhecimento) sobre o assunto abordado, como

concepções ecologicamente corretas, concepções ecologicamente incorretas e concepções ecologicamente incompletas.

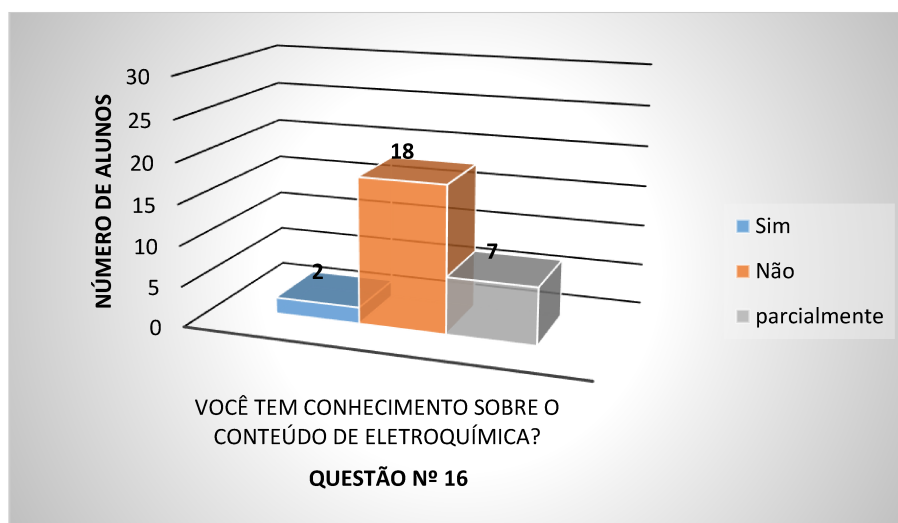
Uma das perguntas do questionário pré-teste levava em consideração o conhecimento sobre a composição de pilhas e baterias. “*Você tem conhecimento da composição das pilhas e baterias?*”. Analisando as respostas, notamos que 12 alunos (44,4%) dos entrevistados disseram que tinham conhecimento sobre o assunto, 8 alunos (29,6%) não tinham conhecimento e que 7 alunos (25,9%) conheciam parcialmente sobre o assunto, conforme mostrado no Gráfico 2 a seguir.

Gráfico 2 – Questionário pré-teste



Em outro questionamento, ainda dentro do pré-teste, os alunos foram indagados a responderem a seguinte pergunta: “*Você tem conhecimento sobre o conteúdo de eletroquímica?*”. Destes, 18 alunos (66,7%) disseram que não tinham conhecimento, 7 alunos (25,9%) disseram que conheciam parcialmente e 2 alunos (7,4%) que conheciam o conteúdo de Eletroquímica, conforme mostrado no Gráfico 3 a seguir.

Gráfico 3 - Questionário pré-teste



Mediante as repostas dos estudantes que disseram ter conhecimento sobre o conteúdo de Eletroquímica, eles informaram que sabem pois fazem curso profissionalizante de eletrotécnica no Senai.

Considerando as respostas do questionário pré-teste, foi realizada uma segunda etapa da sequência didática, em que os alunos foram divididos em sete grupos. Nesta etapa encontram-se os sujeitos participantes que responderam inicialmente o questionário de problematização (Anexo 2), em que foram indagados com a seguinte pergunta: “O que são pilhas e para que servem?”.

Notamos que os alunos não conseguem descrever as pilhas e baterias no contexto da Eletroquímica, seu funcionamento, sua composição e nem tão pouco as reações químicas de oxidação e redução que acontecem para fornecer energia elétrica para alimentar equipamentos. Os alunos não utilizam terminologias químicas, a qual não poderia ser muito diferente, já que esta etapa passa a ser um dos primeiros contatos sobre o conteúdo. Conforme observado em algumas falas:

Pilhas são tubos que contém substâncias que tem carga elétrica que faz com os objetos funcionem. (Grupo 1)

Pilhas são pequenas baterias portáteis que servem para carregar pequenos aparelhos. (Grupo 2)

As pilhas são como “alimentos” para os aparelhos, sendo eles não só eletroeletrônicos. Para prestar uma carga ao funcionamento dos aparelhos. (Grupo 3)

São compartimentos que libera energia para outros aparelhos eletroeletrônicos. (Grupo 4)

Pilhas são dispositivos que dão “vida” a aparelhos. (Grupo 5)

São objetos cilíndricos que armazenam e distribuem energia. (Grupo 6)

Pilhas são dispositivos nos quais uma reação espontânea de oxido-redução produz corrente elétrica. (Grupo 7)

Diante do que foi observado, notamos que os alunos trazem consigo apenas alguns pré-requisitos oriundos do seu dia a dia quanto ao tema, deixando a entender que seus conhecimentos prévios são pouco expressivos sobre esse assunto. Fato contrário a este é observado na resposta do grupo 7, o qual descreve corretamente o processo da pilha, visto que neste grupo estão presentes os alunos que fazem curso de eletrotécnica no Senai. Desta forma, é necessário que haja, inicialmente, uma mudança conceitual na forma de ensinar os nossos alunos a aprender a produzir conhecimentos e não apenas decorá-los. Para Vygotsky (1984), as características individuais e até mesmo suas atitudes individuais estão impregnadas de trocas com o coletivo. E a interação entre os indivíduos possibilita a geração de novas experiências e conhecimento.

Baseando-se nas falas dos alunos, verificamos que apresentam como concepções espontâneas a ideia de que as pilhas são dispositivos que contêm energia elétrica. Para Vygotsky (2001), a aprendizagem dá-se em contextos históricos, sociais e culturais e a formação de conceitos científicos emerge a partir da relação com os conceitos cotidianos. Observa-se que os relatos estão estreitamente atrelados às práticas cotidianas, sendo usadas nos telefones celulares, rádios, controles, computadores, etc.

Finalizamos esta etapa através de uma roda de conversa com os alunos sobre o tema, sendo o professor um mediador da conversa. Esta discussão entre os alunos é muito importante, pois tem como evidenciar quais são seus conhecimentos ou entendimentos, bem como as suas concepções cotidianas sobre o tema.

De acordo com os conceitos utilizados por Vygotsky, a aprendizagem é uma experiência social, mediada pela utilização de instrumentos e signos. Um signo, dessa forma, seria algo que significaria alguma coisa para o indivíduo, como uma forma de comunicação entre os sujeitos.

Os alunos, posteriormente, foram organizados em grupos e então explorado, através da leitura e discussão de um pequeno texto intitulado como “*Reciclagem de Pilhas e Baterias*” (Anexo 3). Nesta etapa foram solicitados a responder o seguinte

questionamento: *Quais aspectos você considera mais relevantes sobre o texto acima?* Diante do levantamento das respostas podemos considerar de maior relevância nas falas dos alunos os seguintes aspectos: 1 – Sobre a conscientização da população para o processo de reciclagem; 2 – Os processos de reciclagem na obtenção de matéria-prima para novos produtos; 3 – As formas de reciclagem; 4 – O reaproveitamento dos materiais obtidos.

Após os alunos terem respondido a questão proposta, foi solicitado que cada grupo expusesse sua resposta aos demais, de forma que abriu um diálogo e, posteriormente, uma discussão sobre a temática, sendo que o professor, nesta ocasião, exercia apenas um papel de mediador destas discussões, saindo da forma do tradicionalismo em busca de novas metodologias de ensino que favoreçam uma melhor apreensão do conhecimento. Este tipo de questionamento é importante na busca da formação do cidadão crítico e consciente dos seus atos.

Numa outra etapa da atividade 5 (aula 8), os grupos 1 e 3 apresentaram os trabalhos com os temas “História sobre a origem das pilhas e baterias” e “Composição das pilhas e baterias”, respectivamente. Nestes trabalhos os alunos levantaram alguns fatos importantes, sendo eles: 1 – a diferença da pilha seca de Leclanché e a pilha de Daniell; 2 – os diferentes tipos de pilhas existentes; 3 – a diferença entre pilha comum e alcalina. Foi mencionado que a diferença está na presença do hidróxido de potássio que é uma substância que possui característica alcalina, daí que vem o nome. Mencionaram também que o hidróxido de potássio é difícil de ser obtido, custa mais caro, o que se reflete no preço da pilha; 4 – sobre os metais pesados que fazem parte da constituição das pilhas e baterias, seus impactos ocasionados e o tempo de degradação.

Sendo assim, aumentando a possibilidade de um maior entendimento sobre a concepção química, que foi demonstrado durante a apresentação dos trabalhos e retratada nas falas dos alunos no debate após as apresentações.

As pilhas e baterias são utensílios que oferecem muita praticidade no dia a dia, o problema surge na hora de descartá-los. O descarte das pilhas e baterias nos resíduos sólidos domiciliares vem sendo restringido em diversos países, inclusive no Brasil. E o processo de reciclagem das pilhas e baterias, apesar da complexidade, consegue recuperar quase 100% do material. Portanto, quanto maior o conhecimento sobre esses tipos de resíduos maiores serão as possibilidades de utilização e destino.

Numa última etapa desta categoria foi realizado um questionário pós-teste, dividido em duas partes. Na primeira parte os alunos pesquisados foram questionados quanto aos tipos de elementos químicos considerados perigosos que estão presentes na composição de pilhas e baterias. Foram considerados como concepções ecologicamente corretas, os alunos que responderam especificando os metais pesados presentes, como concepções ecologicamente incompletas, os alunos que responderam apenas citando os metais, porém sem mencioná-los e como concepções ecologicamente incorretas os alunos que não souberam responder. Em função disto, foram levantados os seguintes dados, conforme descritos na Tabela 4, a seguir:

Tabela 4 – Elementos químicos considerados perigosos presentes na composição de pilhas e baterias

Concepções	Nº de sujeitos participantes	Porcentagem
Concepções ecologicamente corretas	21	77,8%
Concepções ecologicamente incompletas	3	11,1%
Concepções ecologicamente incorretas	3	11,1%
Total	27	100%

Verifica-se que a maioria dos alunos (77,8%) pesquisados conhece que na composição das pilhas são encontrados metais pesados como: cádmio, chumbo, mercúrio, entre outros, que são extremamente perigosos à saúde humana, ocasionando doenças, como o câncer, dificuldades renais, pulmonares e cerebrais.

As respostas dos alunos quando indagados sobre os elementos perigosos presentes na composição das pilhas e baterias e quais os danos à saúde causados por eles, observamos que as respostas foram variadas:

Cádmio é um deles, podendo causar câncer e outras doenças. (Aluno 20)

O mercúrio, chumbo e cádmio são tóxicos e afeta o sistema nervoso central, os rins, o fígado e os pulmões. (Aluno 6)

Mercúrio, chumbo, cádmio. Afetam o sistema nervoso, rins, fígado, pulmões. Cádmio além de provocar mutações genéticas. (Aluno 17)

Níquel e lítio e podem ocasionar câncer. (Aluno 15)

Quanto aos demais alunos, 6 alunos (11,1%) informaram apenas a presença de metais pesados na composição das pilhas e baterias, mas não mencionaram nenhum deles especificamente, enquanto que os outros 6 alunos (11,1%) não souberam opinar quanto a presença de metais pesados.

Quando indagados, a grande maioria afirmou que os componentes eliminados por estes materiais poderiam ocasionar sérios danos ao meio ambiente e à saúde humana. Isto está em conformidade com o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), Resolução nº 257/99, sobre os impactos negativos causados ao meio ambiente e a saúde humana pelo descarte inadequado de pilhas e baterias, vistos anteriormente.

Segundo a EPA, agência americana de proteção ambiental, considera que 88% do mercúrio encontrado no lixo doméstico vem de pilhas (GRIMBERG; BLAUTH, 1998, p.25). É preciso doutrinar fabricantes, governos locais e consumidores quando o assunto é metal pesado. As tecnologias utilizadas para o benefício e praticidade do mundo moderno acabam tornando o mundo virtual em uma ameaça física, quando se pensa na quantidade de substâncias utilizadas em sua produção.

Através da conscientização ambiental deixamos de eliminar elementos químicos pesados, como níquel, cádmio, chumbo, zinco e mercúrio, que intoxicam o solo, os rios, os vegetais e os animais. Esses componentes podem ser reaproveitados como matéria-prima, diminuindo a extração de recursos naturais e trazendo benefícios ao meio ambiente. Além de tudo, o ser humano não consegue metabolizar essas substâncias, o que pode causar graves danos ao sistema nervoso e até câncer.

Tanto as substâncias presentes nas pilhas quanto das baterias, se ingeridas em excesso, pelo consumo de água ou pelos alimentos, podem provocar distúrbios metabólicos que levam à osteoporose, disfunção renal, doenças cardíacas, dores de cabeça, anemia, depressão, distúrbios digestivos ou problemas pulmonares, todos crônicos (MOURÃO, 2004).

Na segunda parte desta etapa os alunos foram questionados sobre o funcionamento das pilhas e quais as reações que ocorriam dentro dela. Levando em consideração os dois testes aplicados e após realizada a intervenção na busca das

descrições dos sujeitos em suas percepções sobre a contextualização do conteúdo de Eletroquímica, notamos que houve um avanço nos resultados

Esta pesquisa levou em consideração respostas que expressam entendimento (conhecimento) total, parcial ou nenhum, sobre o funcionamento das pilhas e o processo de oxirredução. São consideradas respostas corretas, aquelas em que os sujeitos relatam a ocorrência de reações espontâneas de troca de elétrons através dos processos de oxidação e redução. Considera-se como respostas parcialmente corretas, aquelas em que os sujeitos mencionam apenas os processos de oxidação e redução, sem dar maiores detalhes. Considera-se respostas incompletas, aqueles sujeitos que mencionam apenas a existência de íons na formação da corrente elétrica e por fim as respostas incorretas, onde os sujeitos não souberam opinar. Segundo Vygotsky (2001), o processo de formação de conceitos é irreduzível às associações, ao pensamento, à representação, ao juízo e às tendências determinantes, evidenciando que a questão central desse processo é o emprego funcional do signo ou da palavra.

A pesquisa revelou, como mostra a Tabela 5 a seguir, as porcentagens de alunos que conseguiram assimilar total, parcial ou nenhum dos aspectos químicos sobre o funcionamento e as reações que ocorrem nas pilhas.

Tabela 5 – Como funcionam as pilhas? Quais são as reações que ocorrem?

Categorias	Nº de sujeitos participantes	Porcentagem
Respostas corretas	6	22,2%
Respostas parcialmente corretas	12	44,5%
Respostas incorretas	5	18,5%
Respostas incompletas	4	14,8%
Total	27	100%

De modo geral, selecionamos as seguintes falas:

Ocorre um processo espontâneo com reações de oxidação e redução. (Aluno 12)

Polo negativo e positivo. Ocorrem oxidação e redução. (Aluno 29)

Oxidação e redução. (Aluno 21)

Não sei dizer como funcionam, mas sei que ocorre oxidação e redução. (Aluno 22)

Não sei. (Aluno 1)

A solução química ou eletrólito que vai reagir com o zinco para liberar a energia elétrica. (Aluno 11)

Sei que lá tem polos positivos e negativos e que ocorre oxidação e redução. (Aluno 9)

Os elétrons perdidos pelo zinco são transportados pelo circuito externo até o cobre, gerando a corrente elétrica, que liga a lâmpada. Ocorre oxidação, redução. (Aluno 4)

A pilha é uma grande condutora de íons que forma as correntes elétricas para a pilha funcionar. (Aluno 3)

Podemos notar a existências desta fragilidade na compreensão dos conceitos químicos, quando foi realizada a atividade 3 (aulas 5, 6 e 7), sendo trabalhado sobre número de oxidação, processo de oxidação e redução, pilha de Daniell e cálculo de ddp. Algumas dúvidas foram surgindo com o decorrer destas aulas e alguns aspectos, não esperados pelo professor, foram levantados, como, ao se colocar uma pilha na geladeira, ela voltaria a funcionar, mas nada tão significativo. No transcorrer desta etapa percebemos que a atividade não foi tão significativa, pois os alunos não assumiram uma postura mais ativa no processo de ensino-aprendizagem. Eles não conseguiam ter um diálogo mais aprofundado e dinâmico sobre o assunto, porém a sua aplicação favoreceu o desenvolvimento de interações sociais na sala de aula.

Cabe aqui lembrar de alguns pontos que possam ter influenciado negativamente neste processo de ensino-aprendizagem destes alunos, conforme mencionados na categoria 3, sendo eles: o número de aulas dadas insuficientes para este conteúdo, alunos pouco motivados, aulas de forma tradicional, desinteresse pela matéria, bem como dificuldades de aprender e de relacionar o conteúdo estudado ao cotidiano.

Depois desta intervenção, foi discutido em sala de aula sobre os conceitos químicos que geraram dúvidas, questões sobre a temática trabalhada, sobre a consciência ambiental e os impactos ambientais e na saúde causados pelo mau descarte das pilhas e baterias. Através de todos estes dados, podemos levar em consideração que houve uma redução quanto aos alunos que diziam não ter conhecimento sobre o assunto

bem como uma redução naqueles que conheciam parcialmente e, por fim, um aumento daqueles que conheciam o conteúdo.

O índice de aproveitamento dos questionários mostra que as aulas foram melhor compreendidas, pois trabalhar em sala de aula assuntos do cotidiano com a utilização das aulas práticas e teóricas auxilia numa maior interação aluno-professor, com uma maior compreensão do aluno no processo de ensino-aprendizagem.

Trabalhar nesta temática, de modo a avançar com a significação conceitual e a contextualização, é fundamental na medida em que os alunos passem a entender melhor os impactos ambientais e implicações na saúde provocados pelos descartes indevidos de resíduos eletroeletrônicos. Diante de estudos e entendimentos como os realizados com o desenvolvimento da SD, espera-se que as pessoas passem a entender melhor a realidade ambiental e possam agir de uma forma mais consciente, potencializando, assim, o censo crítico ecológico e a adoção de novos hábitos no planeta.

Resultados do projeto de pesquisa

De um modo geral, as aulas ministradas nas escolas são baseadas no modelo tradicional, repetindo-se sempre as mesmas metodologias, que visam apenas a aplicação do conceito. Com a finalidade de desencadear atividades que façam um real sentido aos alunos, foi desenvolvida uma sequência didática que leva em consideração o conhecimento individual de cada estudante e o meio em que está inserido, de maneira a construir seus próprios conceitos.

Devido à importância do assunto, tornou-se necessário entender que a escola é um espaço democrático onde as relações humanas são moldadas, com a função de contribuir sistematicamente para a transformação do aluno em um cidadão consciente de suas decisões e sendo capazes de modificar a sociedade em que vivem. E através desta sequência didática possibilitou ao aluno uma metodologia onde o professor tem papel fundamental nesse processo, que vai muito além de um mero transmissor de conhecimentos, pois a educação é centrada na figura do aluno e não do professor.

De acordo com os estudos de Vygotsky o aprendizado decorre da compreensão do homem como um ser que se forma em contato com a sociedade, e traz como conceito-chave de sua obra a mediação. Para Vygotsky,

Mediação em termos genéricos é o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação; a relação deixa, então, de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento (OLIVEIRA, 2002, p. 26)

E acrescenta além disso, que toda relação do indivíduo com o mundo é feita por meio de instrumentos técnicos e signos. Para Vygotsky

O processo de mediação, por meio de instrumentos e signos, é fundamental para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, distinguindo o homem dos outros animais. A mediação é um processo essencial para tornar possível as atividades psicológicas voluntárias, intencionais, controladas pelo próprio indivíduo (OLIVEIRA, 2002, p. 26)

De acordo com Soares (2009, p.4) “os instrumentos são todos objetos (externos) criados pelo homem com a intenção de facilitar seu trabalho e sua sobrevivência, enquanto os signos são instrumentos psicológicos (internos), que auxiliam o homem diretamente nos processos internos”. Para Vygotsky, a vivência em sociedade é essencial para a transformação do homem em um sujeito capaz de construir seu próprio conhecimento.

Para Vygotsky a mediação, conceito central de sua obra, é a intervenção de um elemento intermediário em uma relação. Existem dois elementos mediadores: os instrumentos e os signos, ambos oferecem suporte para a ação do homem no mundo (STADLER et al.). Os instrumentos são todos objetos (externos) criados pelo homem com a intenção de facilitar seu trabalho e sua sobrevivência, enquanto os signos são instrumentos psicológicos (internos), que auxiliam o homem diretamente nos processos internos. Para Vygotsky, a vivência em sociedade é essencial para a transformação do homem em um sujeito capaz de construir seu próprio conhecimento.

Partir de uma temática da realidade e de uma dinâmica de sala de aula não muito comum, favoreceu aos alunos uma melhor compreensão dos conceitos trabalhados, principalmente quando foram trabalhadas em grupos, pois facilitou a aproximação do conhecimento científico ao mundo real. Além disso, contribuiu para o crescimento e desenvolvimento cognitivo dos alunos, na construção de processos interativos na sala de aula, em especial de química.

Segundo Vygotsky (1998), a aprendizagem tem um papel fundamental para o desenvolvimento do saber, do conhecimento e para que este desenvolvimento ocorra a interação social deve acontecer dentro da zona de desenvolvimento proximal (ZDP). A

ZDP é a distância existente entre aquilo que o sujeito já sabe, seu conhecimento real, e aquilo que o sujeito possui potencialidade para aprender, seu conhecimento potencial.

Vale ressaltar que nos questionários pré-teste e os questionários aplicados após a intervenção os alunos recorreram ao uso da escrita e nas mediações o uso das palavras. Concordamos com Wenzel (2013) quando afirma que a palavra é o meio, a mediação para a formação de um conceito, ressaltando a importância de escrita e reescrita nas aulas de Química.

Finalmente, com todas essas possibilidades, podemos notar que o trabalho desenvolvido através de um processo de ensino-aprendizagem contextualizado e significativo, foi possível despertar nos discentes a ideia de que todos têm compromisso ambiental. Acreditamos que o aluno possa construir um posicionamento crítico em relação à problemática do descarte inadequado de pilhas e baterias, constatando as consequências do descarte para a saúde e o meio ambiente, conhecendo os processos químicos que ocorrem nas pilhas e baterias e identificando uma possível solução para a problemática proposta.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É evidente a influência das tecnologias na sociedade moderna, as quais estão se tornando mais acessíveis a vários níveis da sociedade e, conseqüentemente, cada vez mais presentes no nosso dia a dia. A cada momento nos deparamos com novos conceitos e tendências e nos surpreendemos com a velocidade que isso está ocorrendo e afetando nossas vidas.

Desde os primeiros processos denominados “revoluções industriais” e da ascensão ao capitalismo o volume de resíduo eletroeletrônico no mundo vem crescendo. Isto se deve ao avanço acelerado das novas tecnologias e ao consumismo desenfreado do capitalismo globalizado, mediante fatores como a necessidade criada quanto à atualização e obtenção de novos aparelhos eletrônicos, que é imensa e intensa.

Neste contexto, eletroeletrônicos considerados obsoletos se tornam cada vez mais presentes, sendo descartados e trocados por novos aparelhos. Este ciclo de mudança pode gerar um grande impacto ambiental, caso o equipamento não passe por um processo adequado de descarte.

O crescimento significativo do resíduo eletroeletrônico no Brasil vem preocupando todos os estudiosos, pois o resíduo desse tipo de material contém substâncias perigosas. Como este resíduo não está tendo um destino ecologicamente correto, ele pode impactar o meio ambiente e ameaçar a saúde da população, e para a solução deste problema podemos adotar como medida a coleta, reciclagem e a reutilização destes materiais. Sabe-se que tais medidas não são suficientes para promover um desenvolvimento sustentável, mas é um caminho para conseguir.

A educação é um componente chave para o desenvolvimento econômico e social de um país. Desta forma, buscamos trabalhar com a Educação Ambiental na Escola, colocando em prática o descarte do resíduo eletroeletrônico, bem como os conceitos sobre a Eletroquímica. Além disso, procuramos, através da educação, proporcionar ações voltadas à consciência crítica dos alunos, ao seu comprometimento com as questões ambientais, e ao senso de responsabilidade.

A Educação Ambiental é imprescindível para o desenvolvimento de projetos de descarte de pilhas e baterias, visto que se trata de um processo transformador e

conscientizador que vai interferir de forma direta com hábitos e atitudes dos cidadãos. Sabe-se, também, que a Educação Ambiental sozinha não é suficiente para promover um desenvolvimento sustentável ou ainda mudar os rumos do planeta, mas certamente é condição necessária para isso.

A utilização de novos aspectos metodológicos se tornou fator importante no processo de ensino-aprendizagem, em que o professor intervém de modo contrário a um modelo tradicional de ensino, pois busca uma aproximação do aluno aos conteúdos de química com a tecnologia em temas sociais. Assim sendo, em consonância com a Educação Ambiental temos o movimento de Ensino Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), o qual está vinculado à educação científica, ambiental e social do cidadão. Este enfoque CTSA no contexto escolar implica novas referências de saberes e práticas e comporta elementos que transcendem a educação formal, uma vez que instigam os alunos a buscar informações sobre o contexto científico-tecnológico-social e desenvolver uma atitude crítica na busca de exercerem a sua cidadania.

Em virtude disto, este trabalho procurou explorar a importância de se identificar os principais problemas em relação ao ambiente e à saúde, em especial sobre o descarte incorreto de resíduos eletroeletrônicos e trabalhar com os alunos sobre a conservação do ambiente, através de atitudes e ações concretas do nosso dia a dia, que podem levar, à formação de uma consciência ambientalmente correta. Buscou utilizar uma metodologia interdisciplinar com a participação ativa dos alunos, voltada a atingir os objetivos propostos, porém não houve por parte dos docentes uma contribuição efetiva, tendo, desta forma, o professor trabalhar sozinho com a interdisciplinaridade com os alunos.

Projetos sobre a conscientização ambiental e destinação dos resíduos eletroeletrônicos merecem uma atenção maior da sociedade já que o rápido avanço da tecnologia torna muitos aparelhos obsoletos em um curto espaço de tempo, e a falta de orientação faz com que o descarte desses aparelhos seja feita em lugares inapropriados.

Diante desta necessidade que a comunidade estudantil tem por mais informações sobre o descarte correto dos resíduos eletroeletrônicos e por conhecimentos concretos sobre a Eletroquímica, pudemos perceber a importância de desenvolver uma metodologia com enfoque CTSA. Acredita-se que trabalhar dentro de sala de aula este enfoque, possa impulsionar a discussão de questões que envolvam a ciência, a

tecnologia, a sociedade e saúde de modo a despertar nos alunos o senso crítico e as tomadas de decisões com relação às situações vividas em seu cotidiano.

A atividade proposta desenvolvida incluiu conceitos sobre a composição e funcionamento de pilhas e baterias, assim como discussões de questões ambientais relevantes, o que possibilitou a interação entre o indivíduo, o objeto de estudo e sua realidade cotidiana. Através das competências e habilidades, podemos verificar que, ao se trabalhar os conceitos químicos com os conceitos tecnológicos e socioambientais, contribuiu para o envolvimento e interesse dos alunos com a atividade e como esta foi aceita positivamente por eles.

Entretanto, o conhecimento não foi algo pronto e simplesmente transmitido pelo professor, ele foi sendo construído à medida que houve maior participação efetiva do aluno. A partir desta problemática, com implicações sociais e ambientais, notou-se uma real percepção, importância e mudança de atitude dos alunos perante o descarte e utilização de resíduos eletroeletrônicos e, conseqüentemente, o cuidado com o ambiente.

Em síntese, os dados obtidos foram de fundamental importância para mostrar, que os alunos, de modo geral, desconheciam sobre os problemas ocasionados ao meio ambiente e à saúde, pelo descarte incorreto de pilhas e baterias. E através do desenvolvimento desta abordagem temática provocou uma conscientização e mobilização perante a temática ambiental, contribuindo, também, nas suas formações como cidadãos críticos. Cabe salientar, que mesmo com esta perspectiva científica e tecnológica do tema com uma abordagem mais contextualizada e interdisciplinar na busca de um aprendizado mais dinâmico e significativo, é necessário indicar as dificuldades encontradas neste processo. Podemos citar a influência do currículo tradicional de ciências, as práticas pedagógicas e a formação pedagógica enfrentada pelos professores de ciências quanto a abordagem CTSA em suas práticas docentes.

Esperamos que o presente estudo funcione como um agente estimulador para outros professores-pesquisadores. Neste sentido, uma recomendação para os trabalhos futuros seria, uma sequência didática interdisciplinar com um maior tempo em sala de aula e uma maior participação efetiva dos demais professores. É fundamental criar espaços de discussão para promover uma maior argumentação entre os alunos, e realizar atividades práticas que envolvam a construção de experimentos tanto relacionadas aos

conceitos químicos quanto os socioambientais e o desenvolvimento de ações com maior participação no âmbito social, como palestras ou visitas. Desta forma, os alunos podem a vir desenvolver habilidades que lhes permitam contextualizar a ciência.

Tem-se consciência de que o uso de novas metodologias de ensino nas salas de aula na construção de processos interativos aproxima muito mais o aluno do conhecimento científico ao mundo real. Este trabalho, visando uma melhor prática pedagógica, através da pesquisa-ação como foco metodológico, possibilitou a busca pelo saber científico, promovendo o crescimento próprio como docente responsável pela pesquisa, como pesquisador e como professor. É apenas um começo, e a probabilidade é de que os resultados virão a médio e longo prazo, através de atividades de estudos futuros mais aprofundados com relação ao uso consciente, ao reaproveitamento desse tipo de resíduo e sobre a definição de normas para a coleta seletiva. Desta forma, visando à redução do volume de resíduo eletroeletrônico com destino aos aterros sanitários e desenvolvendo o debate sobre a questão ambiental e a tão almejada consciência crítica, juntamente com as mudanças de atitudes e de respeito ao meio ambiente e a sociedade que faz parte dele e do qual depende.

Nesta perspectiva, o processo da Educação Ambiental com enfoque CTS viabiliza trabalhar de maneira transversal e interdisciplinar, uma vez que o diálogo entre os profissionais de uma mesma escola se torna um elemento fundamental na organização da epistemologia da prática docente na construção de sua identidade de professor consciente da realidade em que vive e de sua posição social.

REFERÊNCIAS

ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. **Relatório Anual Abinee 2017**. Morganti Publicidade, Fevereiro/2018

ABREU, D.C. **Resíduos eletrônicos: uma abordagem CTS para promover a prática argumentativa entre alunos do ensino médio**. Dissertação. UNB, 2014.

ABREU, T. B.; FERNANDES, J. P.; MARTINS, I. **Uma análise qualitativa e quantitativa da produção científica sobre cts (ciência, tecnologia e sociedade) em periódicos da área de ensino de ciências no Brasil**. Anais VII Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências. Florianópolis, 08 de novembro de 2009.

ALVES, L. L. **Proposta de uma sequência didática para o estudo de eletroquímica através de uma abordagem CTSA com o enfoque no descarte de pilhas e baterias**. Monografia, Universidade Federal da Paraíba – UEPB, 2014.

ARAÚJO, F. O.; ALTROA, J. L. S.; **Análise das práticas de gestão de resíduos sólidos na escola de engenharia da Universidade Federal Fluminense em observância ao Decreto 5.940/2006 e à Lei 12.305/2010**. Revista Eletrônica Sistemas & Gestão v. 9, n. 3, pp. 310-326. 2014.

ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M. A. **Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação**. Ciência e Educação, São Paulo, v. 7, n. 1, pp. 15-27, 2001.

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

BELL, J. **Doing your research project: a guide for the first-time researchers in education and social science**. 2. reimp. Milton Keynes, England: Open University Press, 1989. p. 145.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. Características da investigação qualitativa. In: **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto, Porto Editora, 1994.

BRASIL. Conama – Resolução N° 257, de 30 de junho de 1999; e n° 263, de 12/11/1999

BRASIL. Conama – Resolução N° 275, de 25 de abril de 2001 e DOU n° 117, de 19/06/2001.

BRASIL. Conama – Resolução N° 401, de 04 de novembro de 2008; e n° 215, de 05/11/2008

BRASIL. Decreto N° 5.940, de 25 de outubro de 2006; e DOU de 26/10/2006.

BRASIL. Deliberação Normativa Copam N°. 188, de 30 de outubro de 2013; e DOU-MG de 04/12/2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Plano de Logística Sustentável do Ministério do Meio Ambiente e do Serviço Florestal Brasileiro (PLS-MMA). 2013 B. In, https://books.google.com.br/books?id=zUCbCwAAQBAJ&pg=PA52&lpg=PA52&dq=Repensar+a+necessidade+de+consumo+e+os+padr%C3%B5es+de+produ%C3%A7%C3%A3o+e+descarte+adotados&source=bl&ots=qog7aD1M0s&sig=sNMedTisc_x0ZK KfTvRFPPLsPsE&hl=pt-

BR&sa=X&ved=2ahUKEwi42o_omvDcAhWBUIAKHSgeB6gQ6AEwBHoECAyQAQ#v=onepage&q&f=false. Acesso em 12 de Novembro de 2017.

BRASIL. MEC/CEB. Câmara de Educação Básica/MEC. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**, Resolução CEB nº 3 de 26 de junho de 1998. Brasília, MEC/CEB, 1998.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – **Agência Ambiental na Administração Pública (A3P)**. Brasília-DF, 2009

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – **Carta de Belgrado**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/deds/pdfs/crt_belgrado.pdf/>. Acesso em 15 de Abril de 2016.

BRASIL. Ministério do Meio ambiente – Lei Nº 9.605, de 12 de Fevereiro de 1998 Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm/> Acesso em 20 de Agosto de 2016.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Volume 2. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, 2006.

_____. Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: apresentação dos temas transversais, ética**. Brasília: MEC/ SEF, 1997a.

_____. Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: apresentação dos temas transversais, ética**. Brasília: MEC/ SEF, 1997b.

_____. Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/ SEF, 1997c.

_____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ ENSINO MÉDIO: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

CAAMAÑO, A; OÑORBE, A. **La enseñanza de la química: conceptos y teorías, dificultades de aprendizaje y replanteamientos curriculares**. Alambique 41 Didáctica de las Ciencias Experimentales pp. 68-81, 2004.

CALIXTO, C. D. **Utilização de crônicas como recurso didático auxiliar para o ensino de eletroquímica**. Campina Grande-PB. UEPB, 2015.

CARDOSO, M. L. **Metais pesados**. 2008. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/quimica/metais-pesados/>>. Acesso em 12 de Março de 2018.

CARPANEZ, J. **10 mandamentos do lixo eletrônico**. In: <<http://g1.globo.com/Noticias/Tecnologia/0,,MUL87082-6174,00-DEZ+MANDAMENTOS+REDUZEM+LIXO+ELETRONICO.html/>> Acesso em 01 de Fevereiro de 2018.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2006.

CARVALHO, I. **A Invenção ecológica**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2001.

CARVALHO, W. L. P. **Cultura científica e cultura humanística**. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.

- CHAVES, G. L. D.; BATALHA, M. O. **Os consumidores valorizam a coleta de embalagens recicláveis? Um estudo de caso da logística reversa em uma rede de hipermercados.** *Gestão & Produção*. v.13, n.3, pp. 423-434, 2006.
- CHIZZOTTI, A. **A pesquisa em ciências humanas e sociais.** 2. ed. São Paulo: Cortez, 1995.
- COSTA, L.S.O; BARROS, V.F.A; MARQUES, L.P.; COSTA, C.A. **Informática e ensino de Ciências: A problemática ambiental do lixo eletrônico.** Anais IX Cong. Iattem. Sobre Ind. Did. Ciências. Girona, 2013.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos.** 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A. **Física - Formação Geral.** São Paulo: Cortez Editora, 1991. (Coleção Magistério)
- DEMAJOROVIC, Jacques et al. **Logística reversa: como as empresas comunicam o descarte de baterias e celulares?.** *Revista de Administração de Empresas*, vol. 52, n. 2, março-abril 2012.
- DEMO, P. **Educar pela Pesquisa.** Campinas: Autores Associados, 1996.
- _____. **Metodologia da Investigação em educação.** Curitiba: IBPEX, 2003
- _____. **Pesquisa: princípio científico e educativo.** 8. ed. São Paulo: Cortez, 2001.
- DIAS, G.F. **Educação Ambiental: Princípios e Práticas.** São Paulo: Gaia, 1992.
- _____. **Educação Ambiental: Princípios e Práticas.** São Paulo: Gaia, 1993.
- _____. **Educação Ambiental: Princípios e Práticas.** São Paulo: Gaia, 1994.
- _____. **Educação Ambiental: Princípios e Práticas.** São Paulo: Editora Gaia, 2004.
- BRUM, Z. R.; SILVEIRA, D. D.; **Educação Ambiental no uso e descarte de pilhas e baterias.** *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*. V(2), nº2, pp. 205-213, 2011
- FAVILA, M. A.; ADAIME, M.; **Uma análise da contextualização na perspectiva CTSA sob a ótica do professor de química.** *Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas*. v.13, pp. 2865-2873. Santa Maria: UFSM, 2013.
- FERNANDES, A. M. **Projeto SER MAIS: Educação para a Sexualidade.** Porto: Universidade do Porto, 2006.
- FERREIRA, E. **Educação ambiental e desenvolvimento de práticas pedagógicas sob um novo olhar da ciência química.** Americanas-SP: UNISAL, 2010
- FERREIRA, J. M, B.; FERREIRA, A. C. **A Sociedade da Informação e o Desafio da Sucata eletrônica.** *Revista de Ciências Exatas e Tecnologia*. Vol. III, nº3, p. 157, 2008.
- FILIPPO, D. D. R. **Suporte à Coordenação em Sistemas Colaborativos: uma pesquisa-ação com aprendizes e mediadores atuando em fóruns de discussão de um curso a distância.** PUC - RJ, 2008.
- FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico.** Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

- FOEPPPEL, G. S.; MOURA, F. M. T. **Educação ambiental como disciplina curricular: possibilidades formativas**. Revista SBEnBio, n° 7. p.432-444. Ceará: UECE, 2014
- FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.
- FREIRE. P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 6. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996
- _____. **Pedagogia do Oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987
- FREITAS, W. R. S.; JABBOUR, C. J. C. **Utilizando estudo de caso(s) como estratégia de pesquisa qualitativa: boas práticas e sugestões**. ESTUDO & DEBATE, Lajeado, v. 18, n. 2, pp. 07-22, 2011
- GATTI, B. A. **Estudos quantitativos em educação**. São Paulo: Fundação Carlos Chagas, 2004.
- GIACOMINI, A; MUENCHEN C. Os três momentos pedagógicos como organizadores de um processo formativo: algumas reflexões. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. vol. 15 N° 2, São Paulo, 2015. Acesso em: 16 de abril de 2016. Disponível em: <http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/672>.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GOMES, L. **O Que Fazer Com o Nosso Lixo Eletrônico**. CDI-SC, 2011. Disponível em: < <http://www.cdisc.org.br/>>. Acesso em: 14 de Setembro 2016.
- GOODE, Willian J. e HATT, Paul K. **Métodos em pesquisa social**. Tradução de Carolina Martuscelli Bori. 5. ed. São Paulo: Nacional, 1975
- GUIMARÃES, M. **A dimensão ambiental na educação**. São Paulo: Papirus, 1995.
- GRIMBERG, E.; BLAUTH, P. **Coleta seletiva de lixo: reciclando materiais, reciclando valores**. São Paulo: POLIS, 1998
- JACOBI, P. **Educação Ambiental Cidadania e Sustentabilidade**. Cadernos de Pesquisa, n. 118, pp.189-205, 2003.
- JESUS, E. L.; MARTINS, A. L. U. Educação Ambiental: impasses e desafios na escola pública. In: O contrato social da ciência. **Unindo saberes na Educação Ambiental**. PEDRINI, A. G. (Org.). Vozes. Petrópolis, 2002.
- KEMPA, R. F., Students' learning difficulties in science, Causes and possible remedies, Enseñanza de las Ciencias, 9(2). pp. 119-128, 1991.
- LEFF, E. **Epistemologia ambiental**. São Paulo: Cortez, 2001.
- _____. Pensar a complexidade ambiental. In: LEFF, Enrique (org.). **A Complexidade Ambiental**. São Paulo: Cortez, 2003
- LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2009.
- MACIEL, M. L. **EDUCAÇÃO AMBIENTAL E QUALIDADE DE VIDA: uma análise sobre a prática pedagógica de docentes do ensino fundamental na cidade de Belém/PA**. UNAMA: Belém-PA, 2012
- MARTINS, J.; BICUDO, M. A. V. **A Pesquisa Qualitativa em Psicologia. Fundamentos e Recursos Básicos**. São Paulo: EDUC e Moraes. pp.21-22, 1989.

MARTINS, R. X. (org.). **Metodologia de pesquisa: guia prático com ênfase em educação ambiental**. Lavras: UFLA, 2015

MELLO, C. H. P.; TURRIONI, J. B.; XAVIER, A. F.; CAMPOS, D. F. **Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução**. Produção, v. 22, n. 1, p. 1-13, UNIFEI: Itajubá-MG, 2012.

MELO, L.M.; PRÍMOLA, N.S.; MACHADO, P.F.L. **E-Lixo: Um tema sociocientífico para aulas de Química com enfoque CTS na educação politécnica**. Atas do EXEMPEC, Águas de Lindoia, 2013.

MIGUEZ, E. C. **Logística reversa como solução para o problema do lixo eletrônico: benefícios ambientais e financeiros**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012.

MINAYO, M. C. S. (org.). **Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade**. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001

_____. **Pesquisa Social; Teoria Método e Criatividade**. 29ª Ed. Petrópolis: Vozes, 2010

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 6ª Ed. São Paulo: Cortez, 2002.

MOURÃO, C. **A ameaça física do mundo virtual**. Jornalismo Ambiental: o eco, 2004. Disponível em: <<http://www.oeco.org.br>> Acesso em 15 de Fevereiro de 2017

NORMA TÉCNICA ABNT NBR 16156 – Os requisitos para a manufatura reversa de resíduos de eletroeletrônicos de 04 de abril de 2013

OLIVEIRA, M. K.; **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento - um processo sócio-histórico**. São Paulo: Scipione, 1993.

OLIVEIRA, R.S.; GOMES, E. S.; AFONSO, J.C. **O lixo eletrônico: Uma abordagem para o ensino fundamental e médio**. QNESC, vol.32, n.4, pp. 240-248, 2010.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico**. 4. ed. São Paulo: Scipione, 2002.

PEREIRA, L.A.; NICÁCIO, M. A.; BOTELHO, M. L. S. T.; SILVA, G. F. **Descarte de equipamento eletroeletrônico uma abordagem CTS no ensino profissionalizante de Química**. Anais XVI ENEQ. Salvador, 2012.

PEREIRA, E.L.; CARVALHO, R. A. M. **Descarte de computadores: reuso e reciclagem de seus componentes – uma proposta de aplicação**. São Caetano do Sul, FATEC, 2011.

PINHEIRO, N. A. M.; MATOS, E. A. S. A.; BAZZO, W. A., **Refletindo acerca da ciência, tecnologia e sociedade: enfocando o ensino médio**. Revista Iberoamericana de Educação. n. 44, 2007

POLÍTICA NACIONAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, Lei Federal N° 9.795 de 27 de Abril de 1999; e DOU de 28 de abril de 1999, p. 1.

POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, Lei Federal N° 12.305 de 02 de agosto de 2010; e DOU de 03 de agosto de 2010.

REIDLER, N. M. V. L. GÜNTHER, W. M. R. **Impactos sanitários e ambientais devido aos resíduos gerados por pilhas e baterias usadas**. XXVIII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Cancún – México, pp.21-26, 2003.

- REIGOTA, M. **O que é educação ambiental**. São Paulo, Cortez, 1994.
- _____. Desafios à educação ambiental escolar. In: JACOBI, P. et al. (orgs.). **Educação, meio ambiente e cidadania: reflexões e experiências**. São Paulo: SMA, pp.43-50, 1998^a.
- _____. **Educação Ambiental: fragmentos de sua história no Brasil**. In: NOAL, F.O., REIGOTA, M. e BARCELOS, V. H. L. (Orgs.) Tendências da Educação Ambiental Brasileira. Edunisc, 1998b.
- _____. **Meio Ambiente e Representação Social**. São Paulo. Cortez, 2002.
- _____. **Meio Ambiente e Representação Social**. 3º Ed. São Paulo. Cortez, 2009.
- SANTOS, W. L. P.; GALLIAZZI, M. C.; JUNIOR, E. M. P.; SOUZA, M. L.; PORTUGAL, S. **O enfoque CTS e a Educação Ambiental: possibilidades de “ambientalização” da sala de aula de Ciências**. In: SANTOS, W. L. P. e MALDANER, O. A. Ensino de Química em Foco, Ijuí, p.131-157, 2010.
- SANTOS, W. P.; MORTIMER, E. F. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 2. N. 2, p. 110-132, 2002.
- Santos, W.L.P. **Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica**. Ciência & Ensino, v.1, número especial. 2007.
- SANJUAN, M. E. C.; SANTOS, C. V.; MAIA, J. O.; SILVA, A. F. A.; WARTHA, E. J. **Maresia: uma proposta para o ensino de eletroquímica**. Química Nova na Escola, [S.1.], v. 31, n. 3, p. 190-197, 2009
- SATO, M. **Educação Ambiental**. São Carlos: Rima, 2002.
- SATO, Michele. **Educação ambiental**. São Carlos: Rima, 2003.
- SAVIANI, Demerval. **Sobre a Natureza e a Especificidade da Educação**. Brasília, ano 3, n. 22, 1984.
- SELPIS, A. N.; CASTILHO, R. O.; ARAÚJO, J. A. B.; **Logística reversa de resíduos eletroeletrônicos**. Tékhne ε Lógos, Botucatu, SP, v.3, n.2, 2012
- SILVA FILHO, C. R. V.; SOLER, F. D. **Gestão de resíduos sólidos: o que diz a lei**. Trevisan Editora Universitária. São Paulo, 2012.
- SOARES, S. M. L.; **O Sociointeracionismo: Um desafio para o professor da educação básica**. Rio Grande do Norte: UFRN, 2009
- STAFF, L.T. **The 4 Rs of reverse logistics**. LogisticsToday, Julho, 2005. Disponível em: <<http://www.mhlnews.com/transportation-amp-distribution/4-rs-reverse-logistics>>. Acesso em 20 de janeiro de 2018
- STADLER, G.; ROMANOWSKI, J. P.; LAZARIN, L.; ENS, R. T.; VASCONCELLOS, S. **Proposta pedagógica interacionista**.
- SUTIL, N.; BORTOLETTO, A.; CARVALHO, W.; CARVALHO, L.M. O. **CTS e CTSA em periódicos nacionais em ensino de ciências/física (2000-2007): aspectos epistemológicos e sociológicos**. Anais XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Curitiba. 2008.

TAMAIO, I. **A Meditação o professor na construção do conceito de natureza.** Dissertação de Mestrado – Faculdade de Educação. Unicamp. Campinas –SP, 2000.

TORRES, M.A. **Lixo Eletrônico: o lado sujo da tecnologia.** ScienceNet, Anexo XII, n.73, Abril 2008. Acesso em: 05/07/2016. Disponível em: www.sciencenet.com.br.

VAZQUEZ, B. S.; TONUS, M. **Pesquisa-ação Educativa: TIC como estratégia de formação.** Unicamp-SP, 2006.

VYGOTSKY, L.S. **Formação social da mente.** São Paulo: Martins Fontes, 1984.

_____. **Pensamento e Linguagem.** Rio de Janeiro: Martins Fontes, 1998.

_____. **A construção do Pensamento e da linguagem.** Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

WENZEL, J. S. A significação conceitual em química em processo orientado de escrita e reescrita e a ressignificação da prática pedagógica. Ijuí-RS. UNIJUÍ, 2013.

ZANELLI, J. C. **Pesquisa qualitativa em estudos da gestão de pessoas.** Estudos da Psicologia, n. 7, pp. 79-88, 2002.

ZUIN, V.G.; IORIATTI, M.C.S. e MATHEUS, C.E. **O emprego de parâmetros físicos e químicos para a avaliação da qualidade de águas naturais: uma proposta para a educação química e ambiental na perspectiva CTSA.** Química Nova na Escola, v. 31, n. 1, pp. 3-8, 2009.

BIBLIOGRAFIA E SITES CONSULTADOS

Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica – AB: A indústria elétrica e eletrônica impulsionando a economia verde e a sustentabilidade. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/programas/imagens/abinee20.pdf>>. Acesso em 20 de Setembro de 2017

BRUM, Z. R.; SILVEIRA, D. D. **Educação ambiental no uso e descarte de pilhas e baterias.** v.2, n°2, pp. 205 - 213, 2011

Carta Capital: Mundo produz quantidade recorde de lixo eletrônico. Disponível em: <https://www.cartacapital.com.br/sociedade/mundo-produz-quantidade-recorde-de-lixo-eletronico>>. Acesso em 01 de Fevereiro de 2018.

CANIATO, R. **Consciência na educação.** Campinas: Papyrus, 1989.

Descarte consciente de pilhas e baterias – UNASP/EC: Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=zk1vYu0iDHg>> Acesso em 01 de Maio de 2016.

Destinação do lixo eletrônico: Impactos ambientais causados pelos resíduos tecnológicos. Disponível em: <<http://www.faex.edu.br/periodicos/index.php/e-locaucao/article/view/65>>. Acesso em 01 de Maio de 2016.

Educação Ambiental em uma Abordagem Interdisciplinar e Contextualizada por meio das Disciplinas Química e Estudos Regionais. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32_2/07-RSA-5909.pdf>. Acesso em 01 de Maio de 2016.

Formação de professores de ciências naturais na perspectiva temática e unificadora. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/84426>>. Acesso em 01 de Maio de 2016.

FREITAS, L. A. B.; SILVA, B. H. S.; AMARAL, E. M. R. Construção de uma sequência didática sobre o descarte de pilhas e baterias com enfoque ciência-tecnologia-sociedade (CTS). UFRPE: Recife, 2013.

Gerenciamento de lixo eletrônico no Brasil. Disponível em:<<https://techinbrazil.com.br/gerenciamento-de-lixo-eletronico-no-brasil>>. Acesso em 02 de Janeiro de 2018

HAVES, G. L. D.; BATALHA, M. O. **Os consumidores valorizam a coleta de embalagens recicláveis?** Um estudo de caso da logística reversa em uma rede de hipermercados. *Gestão & Produção*. v.13, n.3, pp. 423-434, 2006.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. - **Fundamentos de metodologia científica**. 4.ed., São Paulo, Atlas, p. 288, 2001

Lixo Eletrônico e a Sociedade. Disponível em: <<http://www-usr.inf.ufsm.br/~favera/elc1020/t1/artigo-elc1020.pdf>>. Acesso em 01 de Maio de 2016.

Lixo Eletrônico: entenda o que é. Disponível em: <<http://www.cenedcursos.com.br/meio-ambiente/lixo-eletronico-entenda/>> Acesso em 20 de Janeiro de 2018

Lixo Eletrônico: Um Desafio para a Gestão Ambiental. Disponível em: <<http://www.faculdadespontagrossa.com.br/revistas/index.php/technoeng/article/viewFile/37/39>>. Acesso em 01 de Maio de 2016.

O Lixo Eletroeletrônico: Uma Abordagem para o Ensino Fundamental e Médio. Disponível em: <http://qnesc.sbjq.org.br/online/qnesc32_4/06-RSA10109.pdf>. Acesso em 01 de Maio de 2016.

OLIVEIRA, M. K. **Pensar a educação: contribuições de Vygotsky**. In: Piaget Vygotsky: novas contribuições para o debate. São Paulo: Ática, pp. 51-81, 1988.

Pilhas e baterias destinadas ao recolhimento: disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/pilhas_e_baterias/pilhas_e_baterias_destinadas_ao_recolhimento.html> Acesso em: 29/06/2017

Portal do professor. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=56016>>. Acesso em 01 de Maio de 2016.

ROCHA A. R. **Cádmio, Chumbo, Mercúrio – A problemática destes metais pesados na Saúde Pública?**. FCNAUP: Porto-Portugal, 2008/2009

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1986.

_____. **Metodologia da pesquisa-ação**. Coleção temas básicos de pesquisa-ação. 11ª. Ed. SP: Cortez, 2002.

Química e Educação Ambiental: Uma Experiência no Ensino Superior. Disponível em: <http://qnesc.sbjq.org.br/online/qnesc36_2/07-RSA-91-12.pdf>. Acesso em 01 de Maio de 2016.

ANEXOS

ANEXO 1
QUESTIONÁRIO – PRÉ-TESTE
QUESTIONÁRIO SOBRE ELETROQUÍMICA COM FOCO NO
DESCARTE DE PILHAS E BATERIAS

Antes de iniciar o questionário, pedimos que você preencha a seguir algumas informações a seu respeito, para que possamos conhecer um pouco melhor o perfil das pessoas que estão participando desta pesquisa.

Obrigado.

1. Seu sexo:
 Masculino Feminino

2. Sua idade:
 Até 16 anos 19 a 20 anos
 17 a 18 anos 21 a + anos

3. Você já estudou sobre o tema Educação Ambiental?
 Sim Não

4. Você faz uso da conscientização ambiental?
 Sim
 Não
 Parcialmente

5. Você sabe o que é coleta seletiva?
 Sim
 Não
Se SIM, explique o que entende? _____

6. Você acha importante um projeto de coleta seletiva na sua cidade ou até mesmo em sua escola?
 Sim
 Não
 Talvez

7. Você tem conhecimento da composição das pilhas e baterias?
 Sim
 Não
 Parcialmente

8. Você sabe a diferença de pilhas e baterias?
 Sim Não

9. Você conhece os possíveis impactos ambientais que a bateria ou pilha pode trazer se descartada de maneira incorreta?
 Sim Não

10. Você acha que o descarte incorreto de pilhas e baterias no meio pode ocasionar problemas de saúde para população?

- Sim
 Não

11. Você tem algum conhecimento se as pilhas e as baterias podem ser recicladas?

- Sim
 Não

12. Para onde você leva seu lixo eletrônico separado em casa?

- Jogo no lixo comum
 Jogo no lixo reciclável
 Aos locais de coleta da cidade
- As lojas revendedoras
 Outro (especifique) _____

13. Você conhece alguma lei que trata do descarte de pilhas e baterias?

- Sim
 Não

14. Você acha que as pilhas e baterias são considerados resíduos perigosos pela legislação brasileira? Você sabe quanto tempo ela demora para degradar?

1° Pergunta

- Sim
 Não

2° Pergunta

- Sim, quanto? _____
 Não

15. Você sabe a diferença entre uma pilha comum de um a pilha alcalina?

- Sim
 Não

16. Você tem conhecimento sobre o conteúdo de Eletroquímica?

- Sim
 Não
 Parcialmente

17. Você sabe o que é um processo de oxidação?

- Sim
 Não

18. Você sabe o que é um processo de redução?

- Sim
 Não

19. Você sabe o que é uma reação de oxirredução?

- Sim
 Não

20. Você consegue distinguir um cátodo de um ânodo?

- Sim
 Não

ANEXO 2
QUESTIONÁRIO DE PROBLEMATIZAÇÃO

“O lixo não é um problema da natureza. A natureza não tem lixo. Nela tudo se recicla. O lixo é um problema que o bicho homem cria quando esquece que faz parte da natureza.”

Parágrafo extraído de uma redação sobre o lixo,
escrita por um aluno do 5º ano da rede Estadual de Goiás.

http://www.see.go.gov.br: Currículo em Debate – Matrizes Curriculares e Sequências Didáticas – Ciências e Matemática – Caderno 5.1 – Página 23 – Goiânia – 2009

Vocês concordam com o que foi escrito pelo estudante? Acham que a natureza não produz lixo?

1. Explique o que o aluno quis dizer com a frase: “O lixo é um problema que o bicho homem cria quando esquece que faz parte da natureza.”

2. Quais os tipos de lixo produzidos pelo homem?

3. Os seres humanos produzem pouco lixo, em quantidade razoável ou em quantidade excessiva (muito lixo)? Argumente!

4. O que são pilhas e para que servem?

5. Quantos aparelhos ou equipamentos vocês têm em casa que necessitam (ou utilizam) de pilhas ou baterias para seu funcionamento?

6. Você acha que o descarte de pilhas ou baterias em lixo comum provocam danos? Quais?

ANEXO 3

TEXTO 1 - “RECICLAGEM DE PILHAS E BATERIAS”⁴

Entenda a importância de se reciclar pilha, material que contém diversas substâncias prejudiciais ao meio ambiente e à saúde

As pilhas e baterias são constituídas de diversos metais maléficos à saúde do ser humano e que poluem o meio ambiente, como mercúrio, chumbo, zinco e outros. São gerados ao ano no Brasil mais de 1 bilhão de pilhas e cerca de 500 milhões de baterias de celular, números que aumentam a cada dia.

Esses objetos são hoje um problema ambiental que se tenta resolver, pois a maioria é jogada no lixo comum e vai para aterros sanitários ou lixões a céu aberto.

Entenda como é feita a reciclagem de pilhas e baterias usadas:

- Primeiramente é removida e lavada com água a cobertura plástica que envolve as pilhas e baterias, para assim eliminar os metais. Depois, essa parte plástica é reciclada como um plástico comum;
- A parte metálica que ficou é triturada até virar um pó, cujo pH é neutralizado para minimizar as agressões aos humanos. Este pó é direcionado para um filtro para ser prensado e depois seco;
- Na próxima etapa é realizado um teste para identificar o metal predominante na composição da pilha, essa identificação irá definir a cor do produto final;
- Este pó finalmente é direcionado a um forno com temperaturas acima de 1300°C, originando um óxido metálico inofensivo que será vendido para indústrias que fabricam fogos de artifício, pisos cerâmicos, tintas e vidros.

Os principais produtos resultantes da reciclagem, segundo um estudo, são:

- Cádmiio metálico com pureza acima de 99,95%: vendido para fabricantes de baterias;
- Óxidos metálicos: fabricação de fogos de artifício, pisos cerâmicos, tintas e vidros;
- Cloreto de cobalto;
- Chumbo refinado e suas ligas;
- Níquel e ferro: fabricação de aço inoxidável.

Para aumentar a consciência da população para reciclagem de pilhas e baterias é necessário um número maior de campanhas de orientação e destino de postos de coleta. Além disso, uma legislação que incentive e eduque a população para os perigos que a contaminação das pilhas e baterias pode causar.

Quais aspectos você considera mais relevantes sobre o texto acima.

⁴ Texto disponível em: <<http://187.108.194.54/reciclagem-de-pilhas-e-baterias-usadas/>>

ANEXO 4

TEXTO 2 - “A IMPORTÂNCIA DO DESCARTE CORRETO DE PILHAS E BATERIAS”⁵

Uma só faz um estrago danado: pode contaminar o solo por até 50 anos. Imagine 800 milhões de pilhas e 10 milhões de baterias de celular descartadas por ano no Brasil!

As pilhas e baterias de uso doméstico apresentam um grande perigo quando descartadas incorretamente, ou seja, no lixo doméstico. Na composição desses artefatos são encontrados metais pesados tais como: cádmio, chumbo, mercúrio, manganês, cobre, níquel, cromo e zinco, substâncias que são extremamente perigosos à saúde humana. Dentre os males provocados pela contaminação com metais pesados está o câncer e mutações genéticas.

A título de esclarecimento, as pilhas e baterias novas ou usadas e em funcionamento não oferecem riscos à saúde humana, uma vez que o perigo está contido no interior delas. O problema é quando elas são descartadas no lixo comum e as cápsulas que as envolvem passam por deformações, amassando e estourando deixando vaziar o líquido tóxico de seus interiores. Esse líquido se acumula na natureza. Ele representa o lixo não biodegradável, ou seja, não é degradado com o passar dos anos. Esse tipo de lixo contamina o solo e o lençol freático e conseqüentemente os córregos, rios, lagunas e o mar prejudicando a agricultura e a hidrografia.

Justamente por serem biocumulativas, ou seja, vão se acumulando no meio ambiente poluindo-o, é que surgiu a necessidade do descarte correto de pilhas e baterias usadas. O que não pode ser feito é o descarte desses materiais no lixo comum.

Já existe uma resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA (257 / 99) que se tornou lei em 22-06-2000 e posteriormente instituída na Política Nacional de Sólidos (PNRS) com a LEI 12.305, de 12-08-2010, obrigando as revendas e os fabricantes a receberem de volta pilhas e baterias usadas, o que chama de logística reversa, e desta forma dar a elas o destino adequado. Além disso, exige que todas as informações e danos sobre o descarte incorreto estejam dispostos na embalagem. Muito cuidado com aquelas pilhas “piratas”, de procedência duvidosa que a gente encontra por aí. Elas têm muito mais material tóxico do que as regularizadas.

⁵ Texto disponível em: <<http://www.adefal.com.br/blogs/blog-do-funcionarios/educacao-ambiental-descarte-de-pilhas-e-baterias-usadas>> Adaptado.

Como a responsabilidade é do fabricante, o nosso papel é simples: encontrar um posto de coleta e levar as pilhas e baterias até lá! Eles vão saber o melhor destino para o material com menor impacto ambiental possível. Uma outra dica é na hora da compra. É importante dar preferência a pilhas e baterias recarregáveis, já que elas duram mais e acabam gerando menos lixo.

Com base no texto, responda: Suas ações têm contribuído de maneira eficaz na conservação do meio ambiente? Você tem descartado corretamente o seu lixo, principalmente as pilhas e baterias? Argumente!

ANEXO 5

TEXTO 3 - “UM POUCO SOBRE PILHAS E BATERIAS”⁶

Sabemos que ambas fornecem energia para diversos aparelhos, como telefones celulares, brinquedos, MP3... Enfim, tudo que necessita de uma fonte energética portátil. Mas do que são feitas? Como essa energia é produzida? Podemos descartá-las em lixo comum? Essas perguntas são frequentes e vamos tentar explicá-las usando um pouco de química.

Por dentro de uma Pilha

As pilhas comuns secas são formadas por: Zn (zinco), MnO₂ (óxido de manganês), grafite e NH₄Cl (cloreto de amônio). Já as pilhas alcalinas só diferem quanto ao eletrólito, ou seja, ao invés de NH₄Cl utiliza-se KOH (hidróxido de potássio).

Para aparelhos que exigem maior potência são utilizadas baterias, que são várias pilhas associadas em série (uma atrás da outra).

Como tudo isso faz um equipamento eletrônico funcionar?

O funcionamento se dá através de uma reação química, produzindo assim uma corrente elétrica, que se inicia quando fechamos o circuito, ou seja, quando ligamos o aparelho. A corrente elétrica fornece a energia necessária para o funcionamento do aparelho.

Descarte

Já sabemos como as pilhas funcionam, mas como elas deixam de funcionar? Isso ocorre quando as quantidades dos materiais que reagem, não são suficientes para que essa reação continue acontecendo. Portanto, mesmo sem funcionar uma pilha ainda contém muitos materiais.

Uma dúvida bastante comum é o que fazer com as pilhas quando elas “acabam”, jogar no lixo comum? Levar a algum posto de recolhimento?

Em algumas pilhas pode-se encontrar o aviso de que podem ser descartadas em lixo comum, o que não está errado, desde que o aterro sanitário de destino esteja dentro das normas estabelecidas pela legislação para essa finalidade. Mas, e o que restou na pilha? Será que não poderia ser reaproveitado ao invés de esperarmos a sua decomposição? A

⁶Texto disponível em: <<https://esquadraodoconhecimento.wordpress.com/ciencias-da-natureza/quim/um-pouco-sobre-pilhas-e-baterias/>>

resposta é sim e já existem empresas que fazem a recuperação desses materiais possibilitando sua reutilização.

Para que se faça o reaproveitamento é necessário que levemos pilhas e baterias velhas a lojas de produtos eletrônicos, fabricantes ou qualquer lugar perto de nossa casa onde se faz o recolhimento. O site que segue tem alguns postos de recolhimento espalhados pelo país.

Riscos do descarte inadequado

Uma boa alternativa são as pilhas/baterias recarregáveis, pois além significar uma economia para o usuário, representa uma diminuição na produção de resíduos, que se acaso cair em rios, córrego, entre outros mananciais; podem causar desequilíbrio ambiental naquela área.

Se essa água for usada para irrigação ou consumo direto pode provocar problemas à saúde. Por exemplo, o cádmio (Cd) pode provocar disfunções renais e osteoporose. O mercúrio (Hg) causa diversos transtornos, desde vômitos, diarreia, irritação nos olhos, a problemas neurológicos e prejudicar o desenvolvimento do feto em caso de gravidez. Assim como o mercúrio o chumbo (Pb) também causa problemas neurológicos. Sabendo disso cabe a nós decidirmos se contribuimos e incentivamos fazendo o reuso, e a reciclagem ou a permanente exploração de recursos naturais, estes são finitos. Sabendo disso cabe a nós decidirmos se contribuimos e incentivamos fazendo o reuso, e a reciclagem ou a permanente exploração de recursos naturais, estes são finitos.

Curiosidade:

Quem já sentiu um choque quando encostou qualquer objeto de metal (garfo, colher, etc.) numa obturação? Se você respondeu sim, pode-se dizer que sua boca já funcionou como uma pilha... É estranho, mas o que ocorre em nossa boca segue o mesmo princípio das pilhas comuns. A amálgama, massa utilizada pelo dentista para preencher a cavidade no tratamento dentário, é composta por vários metais (Sn, estanho; Ag, prata; Hg, mercúrio), que ao entrar em contato com um garfo (ferro), cria-se uma corrente elétrica pequena, por isso sentimos aquela dorzinha aguda. Um auxiliar importante para que isso ocorra é a saliva que funciona como ponte salina, mantendo o equilíbrio das cargas.

Com base no texto acima, responda: Quais ações ou práticas adequadas no meu dia-a-dia, ao lidar com estes materiais, que refletem diretamente no meio ambiente e nos problemas de saúde?

ANEXO 6

QUESTIONÁRIO DE CONTEXTUALIZAÇÃO – PÓS-TESTE

1. Qual é a destinação do lixo eletrônico produzido na sua casa?

2. Como você descarta aparelhos que têm pilhas e baterias?

3. Você conhece ou dispõe de alternativas para a destinação de pilhas e baterias? Quais?

4. O que acontece com pilhas e baterias que são destinadas aos lixões ou aterros sanitários?

5. Quais são os elementos químicos considerados perigosos presentes na composição de pilhas e baterias? Que danos podem causar ao organismo humano?

6. Qual é a obrigação ambiental dos consumidores de pilhas e baterias?

7. Como funcionam as pilhas? Quais são as reações que ocorrem?

8. Você achou relevante o tema estudado, bem como sua forma trabalhada?

ANEXO 7

APOSTILA SOBRE ELETROQUÍMICA

NÚMERO DE OXIDAÇÃO

Número de Oxidação (Nox) ou **Estado de oxidação** indica o número de elétrons que um átomo ou íon perde ou ganha para adquirir estabilidade química. Quando o átomo ou o íon perde elétrons, seu nox aumenta, quando ganha elétrons, seu Nox diminui.

Elementos com Nox definido

Alguns elementos possuem um Nox fixo quando encontrados isoladamente na natureza. São eles:

- Metais alcalinos [Grupo 1A: Li, Na, K, Rb, Cs e Fr] e prata: +1 (nos hidretos metálicos o estado de oxidação do H é -1).
- Metais alcalino-terrosos [Grupo 2A: Be, Mg, Sr, Ba e Ra] e Zinco: +2
- Alumínio: +3
- Oxigênio: -2 (exceto nos peróxidos, nos quais é -1, e nos superóxidos, nos quais é - $\frac{1}{2}$)
- Hidrogênio (em ligações covalentes): +1
- Calcogênios ([Grupo 6A: S, Se, Te e Po] somente na extremidade direita da fórmula) = -2
- Halogênios ([Grupo 7A: F, Cl, Br e I] somente na extremidade direita da fórmula e não covalentes) = -1
- Grupos 3B a 7B: Nox máximo = n° do grupo

Regras práticas para determinar Nox

1° Regra:

Substâncias simples apresentam Nox igual a 0, pois não há diferença de eletronegatividade

Exemplos: H₂, Cl₂, O₂, S₈, P₄, Na, F, Al.

2° Regra:

Íons simples apresentam Nox igual a sua carga;

Exemplos: Na⁺¹, Au⁺¹, Cu²⁺, Fe³⁺, Pb⁴⁺, N³⁻.

3° Regra:

A soma dos Nox de todos os átomos de uma molécula é sempre igual a zero (toda substância é neutra).

Considere, por exemplo, o cálculo do Nox do enxofre na substância sulfato de hidrogênio, H₂SO₄.

Consultando a tabela, obteremos os seguintes dados: O **H** tem Nox igual a 1+. O **O** tem Nox igual a 2-. O Nox do **S**, por ser variável, não consta de tabelas e deve ser calculado. 2 átomos de **H** somam uma carga total de 2+. 4 átomos de **O** somam uma carga total de

8-. Para que a carga do composto como um todo seja igual a zero, a carga do **S** tem de ser igual a 6+.

4° Regra:

A soma dos Nox de um íon composto ou complexo é igual a sua carga (o íon necessariamente possui uma carga).

Considere, por exemplo, o cálculo do Nox do nitrogênio no cátion amônio (**NH₄⁺**)

O Nox do **H** é igual a 1+. Como os **H** são em número de 4, a carga total deles é igual a 4+. Para que a carga total seja igual a 1+, o Nox do **N** tem de ser 3-.

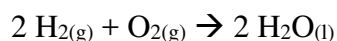
Veja outro exemplo, o Nox do enxofre no íon sulfato, (**SO₄²⁻**)

O Nox do **O** é igual a 2-. Como são 4 átomos de **O**, sua carga total é igual a 8-. Para que a carga total do íon seja igual a 2-, o Nox do **S** tem que ser igual a 6+.

Oxidação e redução

Não confundir Nox com Valência (química), que é a quantidade de elétrons que um átomo necessita ganhar ou perder para alcançar a estabilidade, segundo à "Regra do octeto". As vezes o Nox é numericamente igual à valência do elemento.

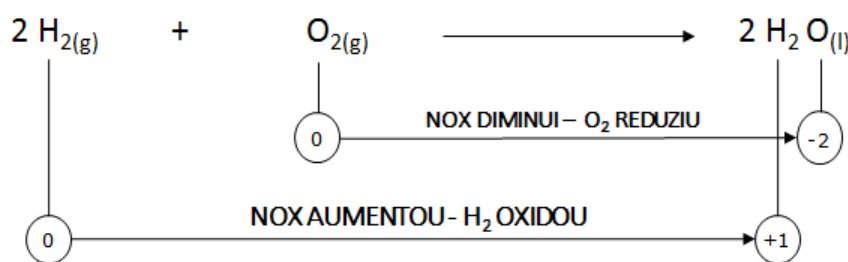
Por exemplo, quando ocorre a combustão de gás hidrogênio no motor de um carro, também está se verificando a síntese da água:



Vamos conhecer agora mais um tipo de reação química de grande importância: o **processo de oxirredução**.

Retomando o processo de queima do gás hidrogênio, vamos analisar os números de oxidação de todos os elementos nos reagentes e produtos.

Observe que houve aumento e diminuição dos números de oxidação dos elementos. É exatamente isso que caracteriza os fenômenos de **oxidação e redução**.



Oxidar significa perder elétrons. O Nox aumenta.

Reduzir significa ganhar elétrons. O Nox diminui.

Em um processo de oxirredução, as espécies químicas que sofrem oxidação ou redução recebem nomes especiais.

Na queima do hidrogênio, por exemplo, a substância **H₂** é o **agente redutor** do processo, pois provoca a redução do gás oxigênio.

Do mesmo modo, a substância **O₂** é o **agente oxidante**, já que ocasiona a oxidação do gás hidrogênio.

De modo geral, temos:

Agente oxidante:

- oxida outra espécie química;
- sofre redução.

Agente redutor:

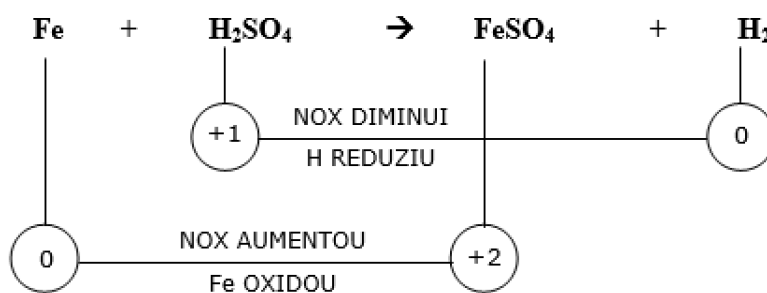
- Reduz outra espécie química;
- Sofre oxidação

OBSERVAÇÃO:

A oxidação e a redução são processos simultâneos, isto é, um não pode ocorrer sem o outro. Daí o uso da expressão **oxirredução**.

Em uma reação química direta o oxidante e o redutor estão à esquerda da equação química (antes da seta), a menos que o exercício peça a equação inversa, então eles estarão à direita da seta.

Observe outro exemplo:



Elemento químico que oxidou: ferro (Fe) → Agente redutor: Fe

Elemento químico que reduziu: hidrogênio (H) → Agente oxidante: H₂SO₄

Há casos em que o mesmo elemento sofre oxidação e redução, a substância com este elemento é oxidante e redutor, a reação é denominada de reação de **auto-oxirredução** ou **desproporcionamento**.

1. OXIDAR: É dar elétrons, o NOX (Número de Oxidação) aumenta.

MNEMÔNICO: **oxiDAR e-**

2. REDUZIR: É receber elétrons, o NOX aumenta.

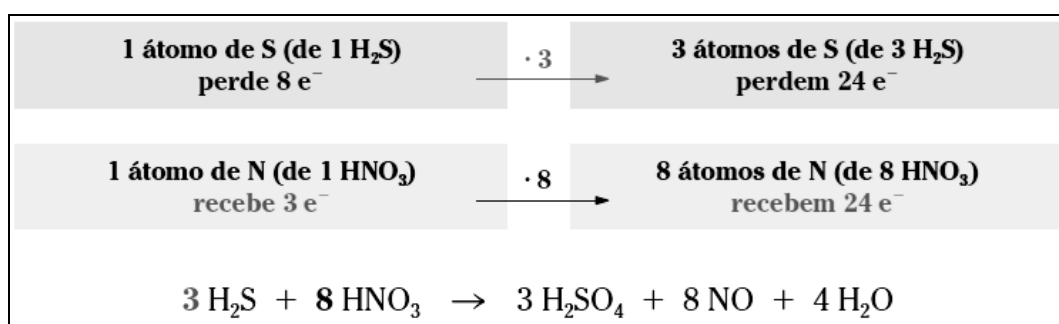
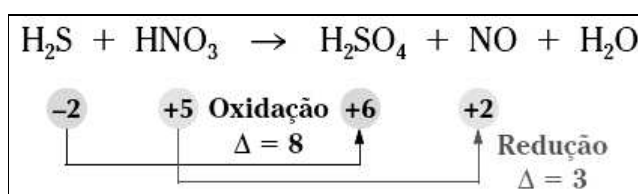
MNEMÔNICO:

RE	DUZIR
	CEBER e-

BALANCEAMENTO DE EQUAÇÃO DE OXIRREDUÇÃO

O balanceamento de uma equação de oxirredução se baseia na igualdade do número de elétrons cedidos com o número de elétrons recebidos. Um método simples de se realizar esse balanceamento é dado pelos passos a seguir:

- Calcular o total de elétrons perdidos e recebidos pelas espécies que sofreram oxidação e redução. Para esse cálculo multiplica-se o módulo da variação do número de oxidação pela maior atomicidade com a qual o elemento aparece na equação, esteja ela no primeiro ou no segundo membro.
- O coeficiente estequiométrico colocado na frente da espécie que contém o elemento que sofre oxidação será igual ao total de elétrons recebidos pela espécie que contém o elemento que sofre redução (calculado anteriormente), e vice-versa. Esses coeficientes devem ser colocados na frentes das espécies químicas utilizadas para o cálculo, estejam no primeiro ou no segundo membro da equação química.
- Esses coeficientes são o ponto de partida. O restante do balanceamento é realizado por tentativas.



Exercícios

1) Indique o Nox de cada elemento nos compostos relacionados a seguir:

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| a) MgSO_4 | g) NaClO_2 |
| b) KBrO_3 | h) RbClO_2 |
| c) NH_4Cl | i) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ |
| d) $\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ | j) $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ |
| e) Br_2 | k) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ |
| f) $\text{Pb}(\text{OH})_4$ | l) $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2$ |

2) Indique o Nox de cada elemento nos íons relacionados a seguir:

- a) $(\text{NO}_3)^{1-}$
- b) $(\text{IO}_4)^{1-}$
- c) Cu^{2+}
- d) $(\text{PtCl}_2)^{2-}$
- e) $(\text{P}_2\text{O}_7)^{4-}$
- f) $(\text{S}_2\text{O}_8)^{2-}$
- g) $(\text{CO}_3)^{2-}$
- h) $(\text{ClO}_3)^{1-}$
- i) $(\text{PO}_4)^{3-}$
- j) $(\text{Cr}_2\text{O}_7)^{4-}$
- k) $(\text{NH}_4)^+$
- l) Pb^{4+}

3) Faça o balanceamento da equação a seguir:

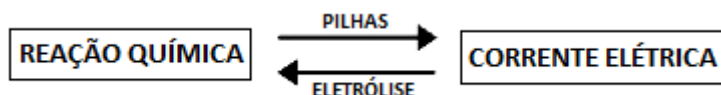
- a) $\text{CS}_2 + \text{H}_2\text{S} + \text{Cu} \rightarrow \text{Cu}_2\text{S} + \text{CH}_4$
- b) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} + \text{S} \rightarrow \text{KOH} + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$
- c) $\text{Bi}_2\text{O}_5 + \text{NaClO} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{NaBiO}_5$
- d) $\text{HNO}_3 + \text{P}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NO}$
- e) $\text{CaC}_2\text{O}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- f) $\text{As}_2\text{S}_5 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO} + \text{H}_3\text{AsO}_4$
- g) $\text{NaBr} + \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaHSO}_4$
- h) $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{K}_3\text{PO}_4 + \text{CrPO}_4 + \text{S}_8 + \text{H}_2\text{O}$
- i) $\text{Ag} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}$
- j) $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}$
- k) $\text{KMnO}_4 + \text{HBr} \rightarrow \text{MnBr}_2 + \text{KBr} + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- l) $\text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- m) $\text{H}_2\text{O}_2 + (\text{H}_3\text{O})^+ + (\text{Cr}_2\text{O}_7)^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + \text{Cr}_3^{3+}$
- n) $\text{Cl}^{1-} + (\text{H}_3\text{O})^{1+} + (\text{Cr}_2\text{O}_7)^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 + \text{Cr}^{3+}$
- o) $\text{I}^{1-} + (\text{H}_3\text{O})^{1+} + (\text{MnO}_4)^{1-} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{I}_2 + \text{Mn}^{2+}$
- p) $\text{Br}_2 + (\text{OH})^{1-} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Br}^{1-} + (\text{BrO})^{1-}$

ELETROQUÍMICA

Eletroquímica é o estudo das reações químicas que produzem corrente elétrica ou são produzidas pela corrente elétrica.

O seu estudo pode ser dividido em duas partes: pilhas e baterias, e eletrólise.

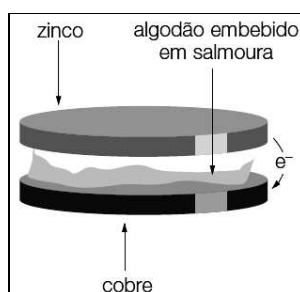
- **Pilhas e baterias** são dispositivos nos quais uma reação espontânea de oxido-redução produz corrente elétrica.
- **Eletrólise** é o processo no qual uma corrente elétrica produz uma reação de oxido-redução.



PILHA ELETROQUÍMICA

Em 1791 **Luigi Galvani** estava dissecando uma rã e amarrou um de seus nervos a um fio de cobre. Acidentalmente o fio tocou uma placa de ferro e a rã morta entrou em violentas convulsões. Galvani não soube explicar o fato. O cientista italiano **Alessandro Volta** certamente não imaginava a enorme agitação que iria provocar no mundo científico quando em, 1800, empilhou alternadamente discos de zinco e de cobre, chamadas eletrodos (do grego, percurso elétrico), separando-os por pedaços algodão embebidos em solução de salmoura. Cada conjunto de placas e algodão forma uma célula ou cela eletrolítica.

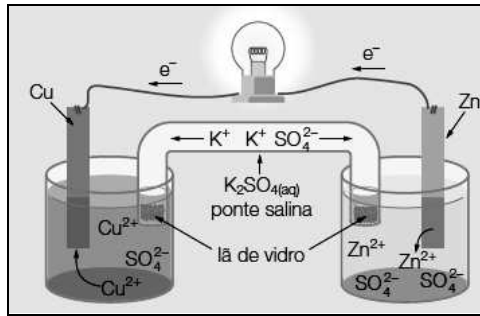
Nessa cela, os elétrons fluem da lâmina de zinco (Zn) para a de cobre (Cu), mantendo a lâmpada acesa durante um pequeno intervalo de tempo.



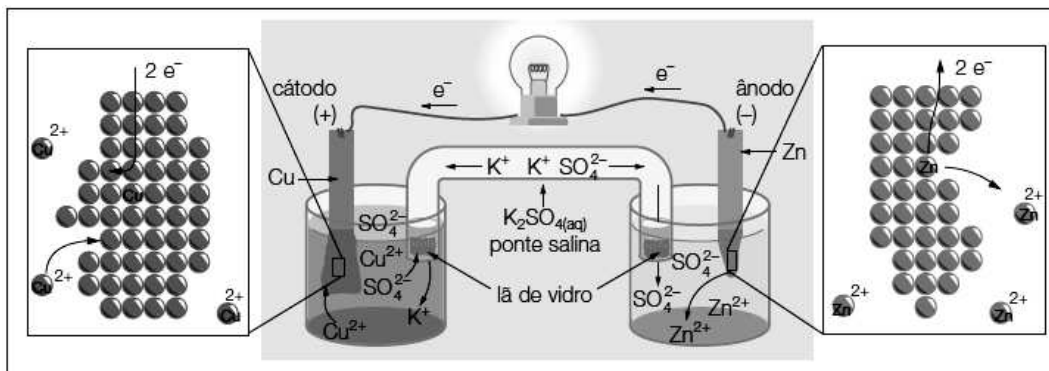
As primeiras aplicações importantes da eletricidade provieram do aperfeiçoamento das **pilhas voltaicas** originais pelo cientista e professor inglês **John Daniell**, em 1836.

Pilhas eletroquímicas são sistemas que produzem corrente contínua e baseiam-se nas diferentes tendências para ceder e receber elétrons das espécies químicas.

A pilha de Daniell é constituída de uma placa de Zinco (Zn) em uma solução de $ZnSO_4$ e uma placa de Cobre (Cu) em uma solução de $CuSO_4$. As duas soluções são ligadas por uma **ponte salina**, ou por uma parede porosa.



Após certo tempo de funcionamento, a pilha apresenta o seguinte aspecto:



Sentido dos elétrons

Os elétrons circulam do eletrodo de maior potencial de oxidação para o de menor potencial de oxidação. No caso da pilha de Daniell os elétrons vão do zinco para o cobre.

Polos da pilha

Polo positivo – o de menor potencial de oxidação – Cu.

Polo negativo – o de maior potencial de oxidação – Zn.

Cátodo e Ânodo

Cátodo – placa de menor potencial de oxidação – Cu. Onde ocorre redução.

Ânodo – placa de maior potencial de oxidação – Zn. Onde ocorre oxidação.

Variação de massa nas placas

Placa de maior potencial de oxidação – diminui – Zn.

Placa de menor potencial de oxidação – aumenta – Cu.

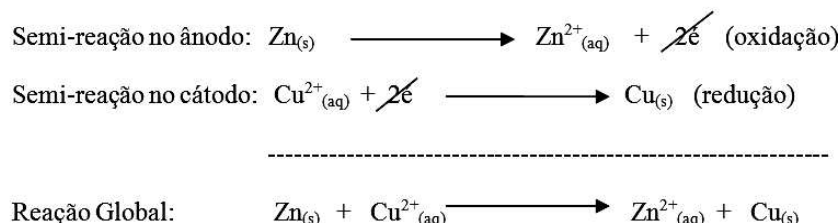
Ponte salina

É constituída de um tubo de vidro em U ou uma parede porosa (de porcelana, por exemplo) tem por função manter constante a concentração de íons positivos e negativos, durante o funcionamento da pilha. Ela permite a passagem de cátions em excesso em

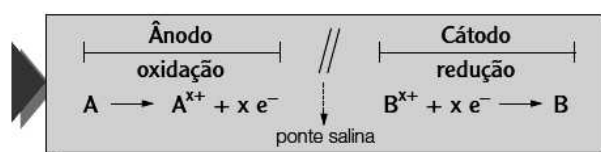
direção ao cátodo e também à passagem dos ânions em direção ao ânodo. Atravessando a parede porosa, os íons em constante migração estabelecem o circuito interno da pilha.

Equação global da pilha

A equação global dos processos ocorridos nessa pilha pode ser obtida pela soma das duas semi-reações:



Oficialmente, por convenção mundial, as pilhas são representadas da seguinte maneira:



A pilha de Daniell é representada pela seguinte notação: $\text{Zn}^{\circ}/\text{Zn}^{2+}//\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^{\circ}$

CÁLCULO DA FORÇA ELETROMOTRIZ (FEM) DAS PILHAS

O cálculo da fem é uma consequência imediata da tabela dos potenciais-padrão de eletrodo.

Nas pilhas, os elétrons fluem do eletrodo em que ocorre oxidação (ânodo) para o eletrodo em que ocorre redução (cátodo), através do fio externo. Se colocarmos, nesse fio, um aparelho denominado voltímetro, conseguiremos medir a força eletromotriz (fem ou E) da pilha.

O valor indicado pelo voltímetro, em volts (V), corresponde à força eletromotriz da pilha.

O ΔE^0 de uma pilha corresponde à diferença entre os potenciais de redução ou de oxidação das espécies envolvidas, e seu cálculo pode ser feito pelas equações a seguir:

$$\Delta E^0 = (E^0 \text{ red maior}) - (E^0 \text{ red menor}) \text{ ou } \Delta E^0 = (E^0 \text{ oxi maior}) - (E^0 \text{ oxi menor})$$

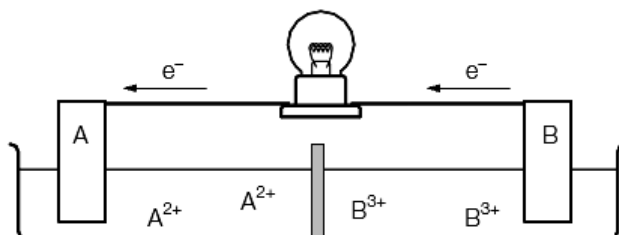
A fem (ΔE^0) de uma pilha, em condições-padrão (isto é, com soluções 1 mol/L e a 25 °C) também pode ser calculada pela diferença entre o E^0 do oxidante (cátodo) e o E^0 do redutor (ânodo).

$$\Delta E^0 = E^0 \text{oxi} - E^0 \text{red}$$

Todas as pilhas são reações espontâneas, e seu ΔE^0 sempre apresenta valor positivo.

EXERCÍCIOS

1. Considere o esquema referente à pilha a seguir:

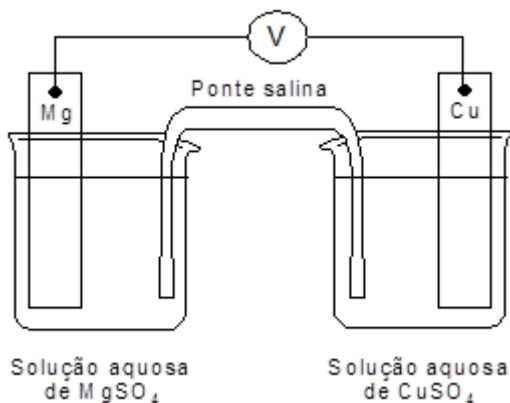


- O eletrodo **B** está sofrendo uma oxidação ou uma redução?
- O eletrodo **B** é denominado cátodo ou ânodo?
- O eletrodo **B** é o polo positivo ou o negativo?
- Escreva a semi-reação que ocorre no eletrodo **B**.
- A concentração (quantidade) de íons B^{3+} aumenta ou diminui?
- Ocorre deposição sobre o eletrodo **B** ou sua corrosão?
- O eletrodo **A** está sofrendo uma oxidação ou uma redução?
- O eletrodo **A** é denominado cátodo ou ânodo?
- O eletrodo **A** é o polo positivo ou o negativo?
- Escreva a semi-reação que ocorre no eletrodo **A**.
- A concentração (quantidade) de íons A^{2+} aumenta ou diminui?
- Ocorre deposição sobre o eletrodo **A** ou sua corrosão?
- Escreva a equação que representa a reação global da pilha.
- Escreva a notação oficial que representa a pilha.
- A pilha é um processo espontâneo ou não espontâneo?

2. Dados os potenciais-padrão de redução:



Para a descarga da pilha esquematizada abaixo, nas condições padrão,



determine:

- a) A semi-reação de redução.
- b) A semi-reação de oxidação.
- c) A reação global.
- d) Diferença de potencial padrão.
- e) O cátodo, ânodo e os polos.
- f) A espécie química oxidante.
- g) E a lâmina cuja massa aumenta.

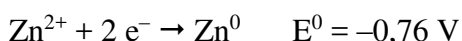
3. Dadas as reações de meia célula:



pede-se:

- a) escrever a equação que representa a reação global da célula;
- b) calcular o potencial de eletrodo global (E°).

4. A pilha alcalina é constituída de uma barra de manganês metálico eletroliticamente puro, imerso numa pasta de hidróxido de zinco. Dela são conhecidos os respectivos potenciais-padrão de redução:



- a) Qual a ddp da pilha?
- b) Qual a equação global que nela ocorre?

5. Na pilha de Daniell, barras de cobre e zinco se encontram mergulhadas em soluções aquosas de sulfato de cobre (II) e sulfato de zinco, respectivamente. As duas soluções estão separadas por uma parede porosa. Sabendo que os potenciais-padrão de redução são:



- a) escreva a reação espontânea que ocorre na pilha de Daniell;
- b) calcule a diferença de potencial da pilha;
- c) desenhe a pilha de Daniell indicando, através de setas, como os elétrons fluem através de um circuito externo que conecta os eletrodos.

6. Dada a célula eletroquímica ilustrada, considere os seguintes potenciais-padrão de redução:



A partir dessas informações, responda:

- a) Qual é a reação catódica?
 - b) Qual é a reação anódica?
 - c) Qual é a reação global da célula?
 - d) Qual é a ddp da pilha?
 - e) A célula é espontânea?
-

7. Sabendo que o cobalto pode ceder elétrons espontaneamente para os íons Au^{3+} e considerando a pilha: $\text{Co}^0 | \text{Co}^{2+} || \text{Au}^{3+} | \text{Au}^0$

Responda às seguintes perguntas:

- Qual é a reação global do processo? Quais as semi-reações?
- Quem se oxida? Quem se reduz?
- Qual é o eletrodo positivo ou catodo? Qual é o negativo ou anodo?
- Em que sentido fluem os elétrons pelo fio?
- Qual eletrodo será gasto? Qual terá sua massa aumentada?
- Qual das duas soluções irá diluir-se? Qual irá concentrar-se?
- Quais os íons em trânsito na solução? Em que sentido?

8. Em uma pilha $\text{Ni}^0 | \text{Ni}^{2+} || \text{Ag}^+ | \text{Ag}^0$, os metais estão mergulhados em soluções aquosas 1,0 M de seus respectivos sulfatos, a 25 °C. Determine:

- a equação global da pilha;
- o sentido do fluxo de elétrons;
- o valor da força eletromotriz (fem) da pilha.

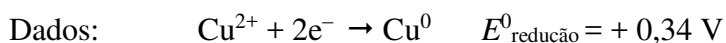
9. Com base no diagrama da pilha $\text{Zn} / \text{Zn}^{2+} (1 \text{ M}) // \text{Ag}^+ (1 \text{ M}) / \text{Ag}$ e nos potenciais padrão de oxidação, a 25°C, das semi-reações:



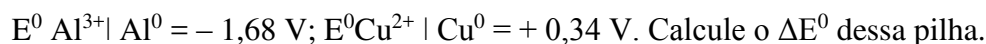
Determine:

- a equação global da pilha;
- o valor da força eletromotriz (fem) da pilha.

10. Calcule a fem da pilha $\text{Al}^0 | \text{Al}^{3+} || \text{Fe}^{2+} | \text{Fe}^0$ em condições-padrão.



11. Considere uma pilha formada por eletrodos de alumínio e cobre, cujos E^0_{red} são:



12. De uma pilha são conhecidas as semi-reações e seus respectivos potenciais padrão de redução:



Pergunta-se:

- qual a força ddp da pilha?
- qual a equação da reação global?

ANEXO 8



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL



Sequência Didática e a Eletroquímica com foco no descarte de Pilhas e Baterias

MARCELO BATISTA DE FREITAS

Produto do mestrado profissional apresentado ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Linha de Pesquisa: Ensino e Aprendizagem em Ciências e Matemática.

Orientador: Professor Dr. Milton Antonio Auth

Fevereiro, 2018

INTRODUÇÃO

Para estudar o meio ambiente, faz-se necessário compreender que a interferência dos seres humanos nos ciclos naturais têm provocado sérios desequilíbrios ambientais, permeados pelo crescimento acelerado da população, a concentração nos meios urbanos e o aumento do consumismo. Cabe à escola trabalhar a formação dos educandos, sensibilizando-os quanto a essa problemática que requer ações efetivas na conservação do ambiente em que vivemos.

Nesta perspectiva, foi elaborada/desenvolvida uma sequência didática, relacionada ao conteúdo Eletroquímica, contextualizada com o foco no descarte de rejeitos eletroeletrônicos, como pilhas e baterias. Essa contextualização é importante, pois aborda problemas ambientais e de saúde, resultantes de atividades humanas com o descarte dos rejeitos eletroeletrônicos. Neste sentido, o presente trabalho terá enfoque na relação CTS (Ciência – Tecnologia – Sociedade) juntamente com a Educação Ambiental, uma vez que o ensino em CTS busca interagir o conhecimento dos alunos com as problemáticas vividas no seu cotidiano. A Educação Ambiental pode contribuir expressivamente para proporcionar uma postura mais crítica deste aluno em sua formação quanto ao próprio exercício da cidadania.

O trabalho pode ser realizado nas escolas, de nível médio, por meio de questionários, leituras, vídeos, debates, pesquisas, aula de campo, atividades práticas e escritas, visando desenvolver medidas direcionadas para estimular reflexões e mudanças de atitudes individuais com ações para compreender e/ou minimizar a problemática da realidade de destruição ambiental.

Essa sequência didática tem por finalidade trabalhar a história sobre o lixo eletroeletrônico e seus impactos ocasionados no meio ambiente e na sociedade; realizar estudos e ações voltadas para conscientizar a comunidade escolar sobre a necessidade de dar uma destinação correta às pilhas e baterias usadas, reduzindo a quantidade das mesmas que são lançadas no meio ambiente; dar destinação adequada, através de parcerias (como correios), para as pilhas arrecadadas; conhecer e/ou reconhecer problemas ambientais advindos de atividades humanas, como desequilíbrios ambientais; realizar ações voltadas para criar soluções para reduzir os problemas ambientais.

Nesse sentido, apresentamos uma visão mais geral da sequência didática a partir de um resumo de atividades desenvolvidas, evidenciando para cada momento.

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Quadro 1: Resumo da sequência didática

1º MOMENTO		
Aula	Atividade desenvolvida	Conteúdo a ser explorado/objetivos
1	Questionário inicial sobre o entendimento do aluno em relação ao descarte de resíduos.	Levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o destino e tratamento do lixo. Averiguar o que os alunos entendem sobre a Educação Ambiental.
2	Roda de conversa em sala sobre o descarte do lixo comum. Questionário sobre o lixo eletroeletrônico. Apresentação do vídeo: “Descarte consciente de pilhas e baterias - UNASP/EC”. Levantamento de questões pelo professor para a análise do vídeo.	Conscientizar os alunos sobre o descarte correto. Identificar relações entre o descarte das pilhas, o meio ambiente e a sociedade; Perceber o descarte das pilhas e baterias como problemática ambiental e social; Promover a reflexão do aluno.
2º MOMENTO		
Aula	Atividade desenvolvida	Conteúdo a ser explorado/objetivos
3	Leitura e análise em grupo de textos (estão em anexo na dissertação): <ul style="list-style-type: none"> • 1 - Reciclagem de Pilhas e Baterias • 2 - A importância do descarte correto de pilhas e baterias • 3 - Um pouco sobre pilhas e baterias. Socialização em grupos sobre as partes mais relevantes dos textos.	Conscientizar sobre a importância do uso de pilhas com menor toxicidade. Promover atitudes responsáveis frente às problemáticas ambientais. Descartar corretamente pilhas e baterias. Reconhecer alguns problemas de saúde causados pelos metais pesados. Analisar as leis que estão em vigor.
4	Apresentação em slides interativos e dinâmicos sobre oxirredução. Debater sobre algumas questões.	Identificar e calcular número de oxidação. Distinguir processos de oxidação e redução. Balancear reações químicas.
5	Aula expositiva sobre o histórico das pilhas e baterias. Explicação dos princípios científicos da pilha de Daniel. Explicação de conceito sobre	Conceituar pilhas. Classificar os tipos de pilhas. Descrever e explicar os componentes das pilhas. Explicar o funcionamento de uma pilha.

	potencial de oxirredução.	Nomear as pilhas.
6	Aplicação de exercícios de fixação sobre cálculo de ddp.	Associar os conhecimentos adquiridos com a realização dos exercícios.
7	Reunir os grupos formados e realizar pesquisas sobre o assunto a ser ministrado.	Dividir os grupos da sala. Sortear os temas propostos. Tirar as dúvidas sobre o desenvolvimento do trabalho.
8	Os alunos dos grupos podem socializar os trabalhos de suas pesquisas com todos os demais grupos. Debate de forma geral com toda a turma	Analisar e avaliar os trabalhos apresentados. Promover a socialização entre os grupos.
9	Atividade prática extraclasse, em que os alunos sejam divididos em grupos para a confecção de coletores. O professor pode promover uma discussão sobre os tipos de materiais que poderiam ser utilizados na confecção destes coletores. Colocar em um local para realizar a contabilidade do material recolhido.	Confeccionar coletores. Identificar locais adequados onde não existem coletores de pilhas e baterias (para coletar esse tipo de rejeito). Debater sobre os materiais descartáveis permitidos na construção dos coletores. Relacionar os tipos de materiais descartados nos coletores. Enumerar a quantidade de material recolhido.
3º MOMENTO		
Aula	Atividade desenvolvida	Conteúdo a ser explorado/objetivos
10	Questionário final sobre os conhecimentos apreendidos em relação ao descarte correto de pilhas e baterias de resíduos.	Conscientizar os alunos sobre o descarte correto das pilhas e baterias. Mostrar os problemas de saúde e o meio ambiente causados pelo descarte incorreto. Tornar o aluno crítico em suas decisões e ações.
11	Explicação dos conceitos químicos que geraram dúvidas. Debate de questões sobre a temática trabalhada Discussão sobre a consciência ambiental.	Conscientizar os alunos quanto a mudanças de atitudes. Desenvolver o senso crítico no aluno. Resgatar termos científicos.

1º MOMENTO

Esta primeira atividade pode ser desenvolvida em duas aulas. Nas aulas 1 e 2, o tema é iniciado com uma sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos, a fim de verificar as ideias que os estudantes têm sobre o tema.

ATIVIDADE 1: Identificando os conhecimentos prévios

Aula 1

Essa primeira etapa leva em consideração o contato inicial com os sujeitos da pesquisa, com vistas a desafiar os alunos a expor o que pensam sobre o conteúdo de Eletroquímica vinculada ao CTS e a educação ambiental por meio do tema de descarte de pilhas e baterias.

Nesse primeiro contato pode ser aplicado um questionário individual (Anexo 1) composto por algumas perguntas sobre o perfil do próprio aluno e também perguntas referentes ao histórico, descarte, composição e contaminação das pilhas e baterias, tanto no aspecto ambiental quanto social, com o objetivo de verificar seus conhecimentos prévios sobre o assunto.

Aula 2

Na segunda aula sugere-se uma roda de conversa com os alunos sobre o tema Lixo ou resíduo eletrônico - A eletroquímica com foco no descarte de Pilhas e Baterias.

O professor como mediador dessa conversa organiza os alunos em grupos, todos sentados em pequenos círculos e distribuídos homogeneamente pela sala. Cada um dos grupos escolhe um líder para representá-los e, posteriormente, recebe do professor uma folha com o texto descrito, tendo a seguinte afirmação:

“O lixo não é um problema da natureza. A natureza não tem lixo. Nela tudo se recicla. O lixo é um problema que o bicho homem cria quando esquece que faz parte da natureza.” (Anexo 2)

Após a leitura do texto, o professor pode lançar as seguintes perguntas, “*Vocês concordam com o que foi escrito pelo estudante? Acham que a natureza não produz lixo?*”, baseado nestas perguntas, o professor orienta os alunos de cada grupo a

debaterem entre si e refletirem sobre a afirmação feita pelo estudante. Depois do debate, cada grupo anota suas respostas e as lê posteriormente aos demais.

Dando continuidade ao debate, com intuito de analisar os entendimentos dos alunos sobre o assunto em foco, no que se refere ao descarte dos rejeitos eletroeletrônicos e sobre a conscientização ambiental, o professor dá sequência com novos questionamentos. Utilizando-se da mesma folha entregue aos grupos, a qual apresenta algumas outras perguntas sobre questões do lixo produzido pelo homem, em especial sobre o lixo eletroeletrônico, o seu descarte e o funcionamento das pilhas e baterias. Conforme descritas abaixo:

1. Explique o que o aluno quis dizer com a frase: O lixo é um problema que o bicho homem cria quando esquece que faz parte da natureza.
2. Quais os tipos de lixo produzidos pelo homem?
3. Os seres humanos produzem pouco lixo, em quantidade razoável ou em quantidade excessiva (muito lixo)? Argumente!
4. O que são pilhas e para que servem?
5. Quantos aparelhos ou equipamentos vocês têm em casa que necessitam (ou utilizam) de pilhas ou baterias para seu funcionamento?
6. Você acha que os descartes de pilhas e de baterias em lixo comum provocam danos? Quais?

Logo após, cada grupo anota suas respostas e ao término do questionário o professor solicita aos alunos que formem um grande círculo de modo a facilitar a comunicação entre a turma como um todo. A seguir, o líder de cada grupo lê aos demais suas respostas, o que pode gerar novos debates.

Para instigar ainda mais o interesse da turma pela temática o professor pode motivar e ampliar o diálogo, que é de extrema importância para construção dos novos conhecimentos pelos alunos. Para tanto, pode ser explorado o vídeo “Descarte consciente de pilhas e baterias - UNASP/EC”⁷. Este vídeo mostra de modo consciente como descartar de maneira correta as pilhas e baterias, evidenciando os riscos à saúde e ao meio ambiente.

⁷ O vídeo se encontra no endereço eletrônico: <https://www.youtube.com/watch?v=zklvYu0iDHg>.

Após os alunos terem assistido o filme o professor pediu para que os mesmos falassem sobre o que haviam achado de mais interessante/relevante e quais as vantagens e desvantagens em descartar corretamente as pilhas e baterias.

2º MOMENTO

Com intuito dos alunos compreenderem a problemática social em questão faz-se necessário organizar e ampliar os conhecimentos químicos envolvidos no descarte incorreto de pilhas e baterias. Para tanto, pode-se propor atividades como as que seguem.

ATIVIDADE 2: Conhecendo um pouco sobre o lixo ou eletroeletrônico

Aula 3

Com a análise das respostas do questionário aplicado na atividade 1 (um) podem ser desenvolvidos projetos de pesquisa, com temas como: *Colocando “uma pilha” na nossa conversa.*

O professor divide a sala de aula em grupos e distribui três textos para cada. O primeiro texto intitulado como *“Reciclagem de Pilhas e Baterias”* (Anexo 3), o segundo texto intitulado como *“A importância do descarte correto de pilhas e baterias”* (Anexo 4) e o terceiro texto como *“Um pouco sobre pilhas e baterias”* (Anexo 5).

Vale salientar que o primeiro texto abrange aspectos sobre a importância de se reciclar pilhas, as diversas substâncias contidas nelas e que são prejudiciais ao meio ambiente e à saúde e como podem ser reaproveitadas. O segundo texto trata sobre a composição das pilhas, os prejuízos que elas podem ocasionar se descartadas de maneira incorreta e sobre a obrigatoriedade de cada um de nós. Já o terceiro texto trata, de uma forma bem resumida, conhecimentos de química, a composição e funcionamento da pilha, questões ambientais (alguns tipos de contaminações), e vários tipos de doenças ocasionadas pelo descarte incorreto destes materiais.

Em seguida, os alunos posicionam as carteiras em forma de pequenos círculos, facilitando assim, a leitura e a discussão dos textos entre os membros dos grupos. Anotam suas respostas, conforme cada texto solicita.

Terminando a leitura dos textos, cada grupo apresenta oralmente para os demais colegas de classe uma síntese sobre o texto lido. Para tanto, os alunos posicionam as carteiras em forma de um grande círculo, de modo a facilitar a comunicação entre a turma como um todo. As apresentações devem ter um tempo limitado para cada grupo, para que a atividade possa ser desenvolvida com mais dinamismo.

ATIVIDADE 3: Aplicando o conhecimento sobre oxirredução

Aulas 4, 5 e 6

Na quarta aula, os alunos ficam distribuídos individualmente em filas, onde é entregue a cada um uma apostila (Anexo7) contendo o assunto sobre a Eletroquímica, a qual abrange o conteúdo sobre número de oxidação (Nox), processo de oxidação e redução, reações de oxirredução (conceituação e balanceamento de equações químicas), Pilhas de Daniell, a tabela dos potenciais-padrão de eletrodo, o cálculo da força eletromotriz (FEM) das pilhas e algumas aplicações das transformações químicas que envolve eletricidade (pilhas e baterias).

Nesta atividade as aulas podem ser realizadas de forma expositiva, utilizando-se de slides para a sua apresentação. Podemos sugerir uma apresentação através de slides interativos do Professor de Química Agamenon Roberto, disponível em www.agamenonquimica.com/ppt/eletroquimica.pps. Os alunos são orientados a anotar na própria apostila tudo aquilo que eles consideram importante. Entre os assuntos a serem abordados sugere-se: número de oxidação (Nox), processos de oxidação e redução e reações de oxirredução.

Na sequência das atividades (quinta e sexta aulas) o professor pode trabalhar a contextualização do conhecimento utilizando-se da apostila e quadro. Os alunos podem ser distribuídos em filas individualmente, constituindo-se, na maior parte do tempo, como ouvintes (ou pode ser utilizada outra estratégia de ação). É importante que seja explorado sobre os conceitos e histórico das pilhas, sobre a Pilha de Daniell e os cálculos da força eletromotriz (FEM) das pilhas. As dúvidas que forem surgindo com o

decorrer da aula e alguns aspectos, não esperados pelo professor, são levantados, como ao se colocar uma pilha na geladeira ela volta a funcionar?

Realizadas as explicações são explorados alguns exercícios de aprendizagem (Anexo 7) sobre os conceitos trabalhados e os alunos orientados a trabalharem em grupo ou individualmente, conforme considerem melhor. É importante que as resoluções dos exercícios constem no caderno do próprio aluno, o que facilita a tirar dúvidas pelos próprios alunos ou pelo professor.

ATIVIDADE 4: Ação do homem no ambiente

Aula 7

Neste momento, com base na atividade desenvolvida anteriormente e nos problemas levantados pelos estudantes, é solicitado aos alunos que se organizem em grupos. Após a divisão são sorteados e distribuídos temas, conforme descritos abaixo:

- 1 – História sobre a origem das pilhas e baterias;
- 2 – Produção e utilização das pilhas e baterias;
- 3 – Composição de pilhas e baterias;
- 4 – Impactos que pilhas e baterias podem causar no ambiente;
- 5 – Legislação vigente e descarte de pilhas e baterias;
- 6 – Veículos movidos a baterias: tendências e impactos sociais, econômicos e ambientais;
- 7 – Investigação sobre tipos de pilhas (nacionais ou piratas), usados na comunidade e diferenças quanto aos impactos ambientais.

Logo após o sorteio dos temas, cada grupo escolhe um líder, o qual se torna responsável pela troca de informações entre o professor e os demais membros do grupo. Em seguida, é feito um debate sobre como o trabalho deve ser apresentado e o que deve conter nele. Fica definido entre todos a realização de pesquisas bibliográficas, de forma clara, resumida e objetiva relativa a um dos destes temas, as quais são apresentadas na

forma de slides ou vídeo, com um tempo limitado (talvez de 15 minutos para a apresentação).

ATIVIDADE 5: Apresentação dos trabalhos sobre Lixo Eletrônico

Aulas 8 e 9

Esta atividade serve para que os grupos apresentem seus trabalhos e pode ser dividida em duas aulas devido à quantidade de temas e ao tempo necessário para as apresentações. Ao final das apresentações cada grupo argumenta sobre seu tema possibilitando, assim, uma maior compreensão e aumentando a participação de todos. Desta forma gerando debates e discussões mais abrangentes sobre o tema com o envolvimento de todos os alunos, sendo o professor um mediador neste processo de ensino-aprendizagem.

ATIVIDADE 6: Confecção de coletores de resíduos eletroeletrônico

Aula 10:

Nesta atividade os alunos são divididos em grupos e orientados para desenvolverem uma atividade extraclasse. Eles confeccionam coletores de pilhas e baterias e para isto utilizam, na sua maior parte, materiais descartáveis, como garrafas PET, garrações de água, caixas de madeira, baldes de plásticos entre outros. É importante que os coletores tenham cores, simbologia e escritas para que possam ser identificados. Após a confecção os coletores são colocados em pontos determinados da cidade, como lojas, supermercados e comércios. Estes coletores permanecem nos seus locais por determinado tempo para que recebam os rejeitos (pilhas e baterias), os quais, posteriormente, são recolhidos, separados e contabilizados.

Após a separação e contabilização, os materiais podem ser encaminhados para algum destino apropriado, como empresas de reciclagem ou empresas que realizam a coleta e destinam a empresas responsáveis, como o correio local, que é uma das instituições que faz o recebimento destes materiais nas cidades. Podem ser utilizados sites de consultas sobre quais são os postos de recolhimento mais próximos da sua residência ou local de trabalho, como <https://www.ecycle.com.br/postos/reciclagem.php>

A imagem a seguir expõe exemplos de coletores que podem ser produzidos pelos alunos para a coleta de resíduos eletroeletrônicos (pilhas e baterias).



3º MOMENTO

Com vista a promover aplicação dos conhecimentos apreendidos e visando com que os alunos desenvolvam a capacidade de analisar e interpretar o conhecimento em questão nos diferentes contextos, pode-se estruturar atividades que relacionam o conhecimento apreendido em sala de aula e situações do seu cotidiano.

Neste contexto, acreditamos que o aluno possa construir um posicionamento crítico em relação à problemática do descarte inadequado de pilhas e baterias e sobre os processos que envolvam o funcionamento das pilhas e baterias, sua composição, seu descarte correto e a conscientização ambiental. Desta forma, envolvendo os conhecimentos cognitivos com os aspectos científicos que o constitui.

Atividade 7: Aplicação/contextualização do Conhecimento

Aula 11

Como consequência deste estudo sobre a discussão da Eletroquímica com a problemática do descarte ecologicamente incorreto das pilhas e baterias, os alunos podem ser submetidos a aplicação de um questionário pós-teste. Este questionário serve para constatar as consequências do descarte no meio ambiente e saúde, conhecer os processos químicos que ocorrem nas pilhas e baterias e identificar possíveis soluções para a problemática proposta em uma abordagem CTS (A).

Neste Questionário de Contextualização podem ser exploradas perguntas tais como:

1. Qual é a destinação do lixo eletrônico produzido na sua casa?
2. Como você descarta aparelhos que têm pilhas e baterias?
3. Você conhece ou dispõe de alternativas para a destinação de pilhas e baterias? Quais?
4. O que acontece com pilhas e baterias que são destinadas aos lixões ou aterros sanitários?
5. Quais são os elementos químicos considerados perigosos presentes na composição de pilhas e baterias? Que danos podem causar ao organismo humano?
6. Qual é a obrigação ambiental dos consumidores de pilhas e baterias?
7. Como funcionam as pilhas? Quais são as reações que ocorrem?
8. Você achou relevante o tema estudado, bem como sua forma trabalhada?

Esse tipo de perguntas, como as citadas, também pode servir como forma de avaliar a apropriação dos alunos de alguns conhecimentos científicos trabalhados nessa sequência, bem como possibilitar ao aluno conhecer mais sobre o descarte de pilhas e baterias, podendo agir de forma mais consciente no seu dia a dia.

Aula 11:

Com intuito de verificar possíveis dúvidas sobre o trabalhado, esta aula proporciona um momento de reflexão sobre a temática trabalhada, sobre a metodologia

contextualizada utilizada no processo de ensino-aprendizagem, bem como a relação dos conceitos químicos vinculados ao aluno na busca de um senso crítico socioambiental.

Porém, de uma forma geral, a avaliação dos alunos pode ser feita em todos os momentos das aulas através de suas participações e de seus envolvimento nas atividades (com perguntas e debates), bem como através de questionário pré-teste, de contextualização e pós-teste. Visto que as mudanças de valores, atitudes e posturas acabam ocorrendo lentamente e a obtenção de um resultado positivo passa a depender do envolvimento de todos (aluno/escola/comunidade), em um exercício de cidadania

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade proposta sobre o lixo eletrônico constitui uma ferramenta de aprendizagem e sensibilização dos alunos, visto a carência, no Brasil, de estratégias e tecnologias para o recolhimento e tratamento dos rejeitos eletroeletrônicos. As poucas empresas especializadas existentes no Brasil não realizam a reciclagem de equipamentos eletroeletrônicos por completo. Desta forma, os demais resíduos acabam indo para os lixões ou aterros sanitários, criando prejuízos ao ambiente e aos seres humanos.

Segundo Carpanez (2007) existem 10 mandamentos para se evitar tanto lixo eletroeletrônico:

*1. **Pesquise:** Conheça o fabricante de seu produto, bem como suas preocupações ambientais e o descarte do bem de consumo mais tarde.*

*2. **Prolongue:** Cuide bem de seus produtos e aprenda a evitar os constantes apelos de troca, prolongue ao máximo sua vida útil.*

*3. **Doe:** Doe para alguém que vá usá-lo, além de ajudar, evita que alguém compre um novo.*

*4. **Recicle:** Procure por pontos de coleta que fazem reciclagem.*

*5. **Substitua:** Produtos que agregam várias funções, como uma multifuncional, consomem menos energia do que cada aparelho usado separadamente.*

*6. **Informe-se:** Torne-se adepto ao consumo responsável, sabendo as consequências que seus bens causam ao ambiente.*

7. **Opte pelo original:** *Cuidado com piratarias, os produtos não seguem políticas de preservação do ambiente.*

8. **Pague:** *Os produtos dos fabricantes que oferecem programas de preservação ambiental podem ser mais caros, vale a pena optar pela alternativa “verde”.*

9. **Economize energia:** *Opte pelo produto que consome menos energia.*

10. **Mobilize:** *Passar informações sobre lixo eletroeletrônico para frente, pois muitos usuários de tecnologia não se dão conta do tamanho do problema.*

Conforme aponta o Recycling – From e-waste to resources (Reciclando – Do lixo eletrônico aos recursos), relatório produzido pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, o Brasil é líder, entre os países emergentes, na geração de lixo eletroeletrônico por habitante. E ainda, de acordo com a ONU, hoje produzimos 40 milhões de toneladas de lixo eletroeletrônico anualmente, e a tendência é que esse número aumente ainda mais.

A sequência didática desenvolvida no ensino de química sobre a Eletroquímica, com abordagem CTSA, pode abranger questões ambientais relevantes vinculadas ao descarte inadequado do lixo eletrônico e possibilitar a articulação dos conceitos químicos com o contexto tecnológico e social. Desta forma, contribui para uma maior participação e interesse dos alunos no desenvolvimento da sequência didática.

No desenvolvimento deste tipo de trabalho a atuação do professor é de assumir um papel de mediador, e fomentando a construção do conhecimento pelos alunos e estimulando a formação de cidadãos críticos. O professor pode propor trabalhos em grupo, utilizando técnicas para motivar, facilitar a aprendizagem e aumentar o convívio social entre os alunos.

Conforme a análise dos resultados no final das atividades, o professor pode notar um maior envolvimento dos alunos com a atividade e como ela por ser aceita positivamente por eles, uma vez que sai do ensino tradicional. Este trabalho pode despertar a curiosidade dos alunos e facilitar a aprendizagem de diversos conceitos abordados. Os principais ganhos com este trabalho são, além dos aspectos didáticos, a compreensão quanto à composição e o funcionamento das pilhas e baterias e o descarte adequado destas, que permite desenvolver ações mais sustentáveis.

Sendo assim, a sequência didática apresentada pode ser reorganizada por outros docentes, tendo em vista realidades específicas de cada escola. Esta proposta indica a

necessidade de uma modificação nas metodologias de ensinamentos atuais, uma vez que pode ser desenvolvida e disseminada mediante o seu poder de mudanças de atitudes, pois aproxima o conhecimento científico do cotidiano do aluno, por meio da construção de processos de interação na sala de aula.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, W. L. P. Cultura científica e cultura humanística. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.P.; PERNAMBUCO, M.M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002 (Coleção Docência em formação).

REIGOTA, M. **O que é educação ambiental**. São Paulo, Cortez, 1994.

SANTOS, W. P.; MORTIMER, E. F. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 2. N. 2, p. 110-132, 2002.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 6ª ed. São Paulo. Martins Fontes. 1998.

SITES CONSULTADOS

Descarte consciente de pilhas e baterias – UNASP/EC: Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=zkl1vYu0iDHg>>. Acesso em 01 de Maio de 2016.

Portal do professor. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=56016>>. Acesso em 05 de Março de 2016.

O Lixo Eletroeletrônico: Uma Abordagem para o Ensino Fundamental e Médio. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32_4/06-RSA10109.pdf>. Acesso em 01 de Maio de 2016.

Química e Educação Ambiental: Uma Experiência no Ensino Superior. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc36_2/07-RSA-91-12.pdf>. Acesso em 01 de Maio de 2016.

Educação Ambiental em uma Abordagem Interdisciplinar e Contextualizada por meio das Disciplinas Química e Estudos Regionais. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32_2/07-RSA-5909.pdf>. Acesso em 01 de Maio de 2016.

Lixo Eletrônico e a Sociedade. Disponível em: <<http://www-usr.inf.ufsm.br/~favera/elc1020/t1/artigo-elc1020.pdf>>. Acesso em 01 de Maio de 2016.

Lixo Eletrônico: Um Desafio para a Gestão Ambiental. Disponível em: <<http://www.faculdadespontagrossa.com.br/revistas/index.php/technoeng/article/viewFile/37/39>>. Acesso em 01 de Maio de 2016.

Formação de professores de ciências naturais na perspectiva temática e unificadora. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/84426>>. Acesso em 01 de Maio de 2016.

Destinação do lixo eletrônico: Impactos ambientais causados pelos resíduos tecnológicos. Disponível em: <<http://www.faex.edu.br/periodicos/index.php/e-locucao/article/view/65>>. Acesso em 01 de Maio de 2016.

ANEXOS

ANEXO 1
QUESTIONÁRIO – PRÉ-TESTE
QUESTIONÁRIO SOBRE ELETROQUÍMICA COM FOCO NO
DESCARTE DE PILHAS E BATERIAS

Antes de iniciar o questionário, pedimos que você preencha a seguir algumas informações a seu respeito, para que possamos conhecer um pouco melhor o perfil das pessoas que estão participando desta pesquisa.

Obrigado.

1. Seu sexo:
 Masculino Feminino

2. Sua idade:
 Até 16 anos 19 a 20 anos
 17 a 18 anos 21 a + anos

3. Você já estudou sobre o tema Educação Ambiental?
 Sim Não

4. Você faz uso da conscientização ambiental?
 Sim
 Não
 Parcialmente

5. Você sabe o que é coleta seletiva?
 Sim
 Não
Se SIM, explique o que entende? _____

6. Você acha importante um projeto de coleta seletiva na sua cidade ou até mesmo em sua escola?
 Sim
 Não
 Talvez

7. Você tem conhecimento da composição das pilhas e baterias?
 Sim
 Não
 Parcialmente

8. Você sabe a diferença de pilhas e baterias?
 Sim Não

9. Você conhece os possíveis impactos ambientais que a bateria ou pilha pode trazer se descartada de maneira incorreta?
 Sim Não

10. Você acha que o descarte incorreto de pilhas e baterias no meio pode ocasionar problemas de saúde para população?

- Sim
- Não

11. Você tem algum conhecimento se as pilhas e as baterias podem ser recicladas?

- Sim
- Não

12. Para onde você leva seu lixo eletrônico separado em casa?

- Jogo no lixo comum
- Jogo no lixo reciclável
- Aos locais de coleta da cidade
- As lojas revendedoras
- Outro (especifique) _____

13. Você conhece alguma lei que trata do descarte de pilhas e baterias?

- Sim
- Não

14. Você acha que as pilhas e baterias são considerados resíduos perigosos pela legislação brasileira? Você sabe quanto tempo ela demora para degradar?

1° Pergunta

- Sim
- Não

2° Pergunta

- Sim, quanto? _____
- Não

15. Você sabe a diferença entre uma pilha comum de um a pilha alcalina?

- Sim
- Não

16. Você tem conhecimento sobre o conteúdo de Eletroquímica?

- Sim
- Não
- Parcialmente

17. Você sabe o que é um processo de oxidação?

- Sim
- Não

18. Você sabe o que é um processo de redução?

- Sim
- Não

19. Você sabe o que é uma reação de oxirredução?

- Sim
- Não

20. Você consegue distinguir um cátodo de um ânodo?

- Sim
- Não

ANEXO 2
QUESTIONÁRIO DE PROBLEMATIZAÇÃO

“O lixo não é um problema da natureza. A natureza não tem lixo. Nela tudo se recicla. O lixo é um problema que o bicho homem cria quando esquece que faz parte da natureza.”

Parágrafo extraído de uma redação sobre o lixo,
escrita por um aluno do 5º ano da rede Estadual de Goiás.

http://www.see.go.gov.br: Currículo em Debate – Matrizes Curriculares e Sequências Didáticas – Ciências e Matemática – Caderno 5.1 – Página 23 – Goiânia – 2009

Vocês concordam com o que foi escrito pelo estudante? Acham que a natureza não produz lixo?

1. Explique o que o aluno quis dizer com a frase: “O lixo é um problema que o bicho homem cria quando esquece que faz parte da natureza.”

2. Quais os tipos de lixo produzidos pelo homem?

3. Os seres humanos produzem pouco lixo, em quantidade razoável ou em quantidade excessiva (muito lixo)? Argumente!

4. O que são pilhas e para que servem?

5. Quantos aparelhos ou equipamentos vocês têm em casa que necessitam (ou utilizam) de pilhas ou baterias para seu funcionamento?

6. Você acha que o descarte de pilhas ou baterias em lixo comum provocam danos? Quais?

ANEXO 3

TEXTO 1 - “RECICLAGEM DE PILHAS E BATERIAS”⁸

Entenda a importância de se reciclar pilha, material que contém diversas substâncias prejudiciais ao meio ambiente e à saúde

As pilhas e baterias são constituídas de diversos metais maléficos à saúde do ser humano e que poluem o meio ambiente, como mercúrio, chumbo, zinco e outros. São gerados ao ano no Brasil mais de 1 bilhão de pilhas e cerca de 500 milhões de baterias de celular, números que aumentam a cada dia.

Esses objetos são hoje um problema ambiental que se tenta resolver, pois a maioria é jogada no lixo comum e vai para aterros sanitários ou lixões a céu aberto.

Entenda como é feita a reciclagem de pilhas e baterias usadas:

- Primeiramente é removida e lavada com água a cobertura plástica que envolve as pilhas e baterias, para assim eliminar os metais. Depois, essa parte plástica é reciclada como um plástico comum;
- A parte metálica que ficou é triturada até virar um pó, cujo pH é neutralizado para minimizar as agressões aos humanos. Este pó é direcionado para um filtro para ser prensado e depois seco;
- Na próxima etapa é realizado um teste para identificar o metal predominante na composição da pilha, essa identificação irá definir a cor do produto final;
- Este pó finalmente é direcionado a um forno com temperaturas acima de 1300°C, originando um óxido metálico inofensivo que será vendido para indústrias que fabricam fogos de artifício, pisos cerâmicos, tintas e vidros.

Os principais produtos resultantes da reciclagem, segundo um estudo, são:

- Cádmiio metálico com pureza acima de 99,95%: vendido para fabricantes de baterias;
- Óxidos metálicos: fabricação de fogos de artifício, pisos cerâmicos, tintas e vidros;
- Cloreto de cobalto;
- Chumbo refinado e suas ligas;
- Níquel e ferro: fabricação de aço inoxidável.

Para aumentar a consciência da população para reciclagem de pilhas e baterias é necessário um número maior de campanhas de orientação e destino de postos de coleta. Além disso, uma legislação que incentive e eduque a população para os perigos que a contaminação das pilhas e baterias pode causar.

Quais aspectos você considera mais relevantes sobre o texto acima.

⁸ Texto disponível em: <<http://187.108.194.54/reciclagem-de-pilhas-e-baterias-usadas/>>

ANEXO 4

TEXTO 2 - “A IMPORTÂNCIA DO DESCARTE CORRETO DE PILHAS E BATERIAS”⁹

Uma só faz um estrago danado: pode contaminar o solo por até 50 anos. Imagine 800 milhões de pilhas e 10 milhões de baterias de celular descartadas por ano no Brasil!

As pilhas e baterias de uso doméstico apresentam um grande perigo quando descartadas incorretamente, ou seja, no lixo doméstico. Na composição desses artefatos são encontrados metais pesados tais como: cádmio, chumbo, mercúrio, manganês, cobre, níquel, cromo e zinco, substâncias que são extremamente perigosos à saúde humana. Dentre os males provocados pela contaminação com metais pesados está o câncer e mutações genéticas.

A título de esclarecimento, as pilhas e baterias novas ou usadas e em funcionamento não oferecem riscos à saúde humana, uma vez que o perigo está contido no interior delas. O problema é quando elas são descartadas no lixo comum e as cápsulas que as envolvem passam por deformações, amassando e estourando deixando vaziar o líquido tóxico de seus interiores. Esse líquido se acumula na natureza. Ele representa o lixo não biodegradável, ou seja, não é degradado com o passar dos anos. Esse tipo de lixo contamina o solo e o lençol freático e conseqüentemente os córregos, rios, lagunas e o mar prejudicando a agricultura e a hidrografia.

Justamente por serem biocumulativas, ou seja, vão se acumulando no meio ambiente poluindo-o, é que surgiu a necessidade do descarte correto de pilhas e baterias usadas. O que não pode ser feito é o descarte desses materiais no lixo comum.

Já existe uma resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA (257 / 99) que se tornou lei em 22-06-2000 e posteriormente instituída na Política Nacional de Sólidos (PNRS) com a LEI 12.305, de 12-08-2010, obrigando as revendas e os fabricantes a receberem de volta pilhas e baterias usadas, o que chama de logística reversa, e desta forma dar a elas o destino adequado. Além disso, exige que todas as informações e danos sobre o descarte incorreto estejam dispostos na embalagem. Muito cuidado com aquelas pilhas “piratas”, de procedência duvidosa que a gente encontra por aí. Elas têm muito mais material tóxico do que as regularizadas.

⁹ Texto disponível em: <<http://www.adefal.com.br/blogs/blog-do-funcionarios/educacao-ambiental-descarte-de-pilhas-e-baterias-usadas>> Adaptado.

Como a responsabilidade é do fabricante, o nosso papel é simples: encontrar um posto de coleta e levar as pilhas e baterias até lá! Eles vão saber o melhor destino para o material com menor impacto ambiental possível. Uma outra dica é na hora da compra. É importante dar preferência a pilhas e baterias recarregáveis, já que elas duram mais e acabam gerando menos lixo.

Com base no texto, responda: Suas ações têm contribuído de maneira eficaz na conservação do meio ambiente? Você tem descartado corretamente o seu lixo, principalmente as pilhas e baterias? Argumente!

ANEXO 5

TEXTO 3 - “UM POUCO SOBRE PILHAS E BATERIAS”¹⁰

Sabemos que ambas fornecem energia para diversos aparelhos, como telefones celulares, brinquedos, MP3... Enfim, tudo que necessita de uma fonte energética portátil. Mas do que são feitas? Como essa energia é produzida? Podemos descartá-las em lixo comum? Essas perguntas são frequentes e vamos tentar explicá-las usando um pouco de química.

Por dentro de uma Pilha

As pilhas comuns secas são formadas por: Zn (zinco), MnO₂ (óxido de manganês), grafite e NH₄Cl (cloreto de amônio). Já as pilhas alcalinas só diferem quanto ao eletrólito, ou seja, ao invés de NH₄Cl utiliza-se KOH (hidróxido de potássio).

Para aparelhos que exigem maior potência são utilizadas baterias, que são várias pilhas associadas em série (uma atrás da outra).

Como tudo isso faz um equipamento eletrônico funcionar?

O funcionamento se dá através de uma reação química, produzindo assim uma corrente elétrica, que se inicia quando fechamos o circuito, ou seja, quando ligamos o aparelho. A corrente elétrica fornece a energia necessária para o funcionamento do aparelho.

Descarte

Já sabemos como as pilhas funcionam, mas como elas deixam de funcionar? Isso ocorre quando as quantidades dos materiais que reagem, não são suficientes para que essa reação continue acontecendo. Portanto, mesmo sem funcionar uma pilha ainda contém muitos materiais.

Uma dúvida bastante comum é o que fazer com as pilhas quando elas “acabam”, jogar no lixo comum? Levar a algum posto de recolhimento?

Em algumas pilhas pode-se encontrar o aviso de que podem ser descartadas em lixo comum, o que não está errado, desde que o aterro sanitário de destino esteja dentro das normas estabelecidas pela legislação para essa finalidade. Mas, e o que restou na pilha? Será que não poderia ser reaproveitado ao invés de esperarmos a sua decomposição? A

¹⁰Texto disponível em: <<https://esquadraodoconhecimento.wordpress.com/ciencias-da-natureza/quim/um-pouco-sobre-pilhas-e-baterias/>>

resposta é sim e já existem empresas que fazem a recuperação desses materiais possibilitando sua reutilização.

Para que se faça o reaproveitamento é necessário que levemos pilhas e baterias velhas a lojas de produtos eletrônicos, fabricantes ou qualquer lugar perto de nossa casa onde se faz o recolhimento. O site que segue tem alguns postos de recolhimento espalhados pelo país.

Riscos do descarte inadequado

Uma boa alternativa são as pilhas/baterias recarregáveis, pois além significar uma economia para o usuário, representa uma diminuição na produção de resíduos, que se acaso cair em rios, córrego, entre outros mananciais; podem causar desequilíbrio ambiental naquela área.

Se essa água for usada para irrigação ou consumo direto pode provocar problemas à saúde. Por exemplo, o cádmio (Cd) pode provocar disfunções renais e osteoporose. O mercúrio (Hg) causa diversos transtornos, desde vômitos, diarreia, irritação nos olhos, a problemas neurológicos e prejudicar o desenvolvimento do feto em caso de gravidez. Assim como o mercúrio o chumbo (Pb) também causa problemas neurológicos. Sabendo disso cabe a nós decidirmos se contribuimos e incentivamos fazendo o reuso, e a reciclagem ou a permanente exploração de recursos naturais, estes são finitos. Sabendo disso cabe a nós decidirmos se contribuimos e incentivamos fazendo o reuso, e a reciclagem ou a permanente exploração de recursos naturais, estes são finitos.

Curiosidade:

Quem já sentiu um choque quando encostou qualquer objeto de metal (garfo, colher, etc.) numa obturação? Se você respondeu sim, pode-se dizer que sua boca já funcionou como uma pilha... É estranho, mas o que ocorre em nossa boca segue o mesmo princípio das pilhas comuns. A amálgama, massa utilizada pelo dentista para preencher a cavidade no tratamento dentário, é composta por vários metais (Sn, estanho; Ag, prata; Hg, mercúrio), que ao entrar em contato com um garfo (ferro), cria-se uma corrente elétrica pequena, por isso sentimos aquela dorzinha aguda. Um auxiliar importante para que isso ocorra é a saliva que funciona como ponte salina, mantendo o equilíbrio das cargas.

Com base no texto acima, responda: Quais ações ou práticas adequadas no meu dia-a-dia, ao lidar com estes materiais, que refletem diretamente no meio ambiente e nos problemas de saúde?

ANEXO 6

QUESTIONÁRIO DE CONTEXTUALIZAÇÃO – PÓS-TESTE

1. Qual é a destinação do lixo eletrônico produzido na sua casa?

2. Como você descarta aparelhos que têm pilhas e baterias?

3. Você conhece ou dispõe de alternativas para a destinação de pilhas e baterias? Quais?

4. O que acontece com pilhas e baterias que são destinadas aos lixões ou aterros sanitários?

5. Quais são os elementos químicos considerados perigosos presentes na composição de pilhas e baterias? Que danos podem causar ao organismo humano?

6. Qual é a obrigação ambiental dos consumidores de pilhas e baterias?

7. Como funcionam as pilhas? Quais são as reações que ocorrem?

8. Você achou relevante o tema estudado, bem como sua forma trabalhada?

ANEXO 7

APOSTILA SOBRE ELETROQUÍMICA

NÚMERO DE OXIDAÇÃO

Número de Oxidação (Nox) ou **Estado de oxidação** indica o número de elétrons que um átomo ou íon perde ou ganha para adquirir estabilidade química. Quando o átomo ou o íon perde elétrons, seu nox aumenta, quando ganha elétrons, seu Nox diminui.

Elementos com Nox definido

Alguns elementos possuem um Nox fixo quando encontrados isoladamente na natureza. São eles:

- Metais alcalinos [Grupo 1A: Li, Na, K, Rb, Cs e Fr] e prata: +1 (nos hidretos metálicos o estado de oxidação do H é -1).
- Metais alcalino-terrosos [Grupo 2A: Be, Mg, Sr, Ba e Ra] e Zinco: +2
- Alumínio: +3
- Oxigênio: -2 (exceto nos peróxidos, nos quais é -1, e nos superóxidos, nos quais é - $\frac{1}{2}$)
- Hidrogênio (em ligações covalentes): +1
- Calcogênios ([Grupo 6A: S, Se, Te e Po] somente na extremidade direita da fórmula) = -2
- Halogênios ([Grupo 7A: F, Cl, Br e I] somente na extremidade direita da fórmula e não covalentes) = -1
- Grupos 3B a 7B: Nox máximo = n° do grupo

Regras práticas para determinar Nox

1° Regra:

Substâncias simples apresentam Nox igual a 0, pois não há diferença de eletronegatividade

Exemplos: H₂, Cl₂, O₂, S₈, P₄, Na, F, Al.

2° Regra:

Íons simples apresentam Nox igual a sua carga;

Exemplos: Na⁺¹, Au⁺¹, Cu²⁺, Fe³⁺, Pb⁴⁺, N³⁻.

3° Regra:

A soma dos Nox de todos os átomos de uma molécula é sempre igual a zero (toda substância é neutra).

Considere, por exemplo, o cálculo do Nox do enxofre na substância sulfato de hidrogênio, H₂SO₄.

Consultando a tabela, obteremos os seguintes dados: O **H** tem Nox igual a 1+. O **O** tem Nox igual a 2-. O Nox do **S**, por ser variável, não consta de tabelas e deve ser calculado. 2 átomos de **H** somam uma carga total de 2+. 4 átomos de **O** somam uma carga total de

8-. Para que a carga do composto como um todo seja igual a zero, a carga do **S** tem de ser igual a 6+.

4° Regra:

A soma dos Nox de um íon composto ou complexo é igual a sua carga (o íon necessariamente possui uma carga).

Considere, por exemplo, o cálculo do Nox do nitrogênio no cátion amônio (NH_4^+)

O Nox do **H** é igual a 1+. Como os **H** são em número de 4, a carga total deles é igual a 4+. Para que a carga total seja igual a 1+, o Nox do **N** tem de ser 3-.

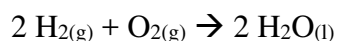
Veja outro exemplo, o Nox do enxofre no íon sulfato, (SO_4^{2-})

O Nox do **O** é igual a 2-. Como são 4 átomos de **O**, sua carga total é igual a 8-. Para que a carga total do íon seja igual a 2-, o Nox do **S** tem que ser igual a 6+.

Oxidação e redução

Não confundir Nox com Valência (química), que é a quantidade de elétrons que um átomo necessita ganhar ou perder para alcançar a estabilidade, segundo à "Regra do octeto". As vezes o Nox é numericamente igual à valência do elemento.

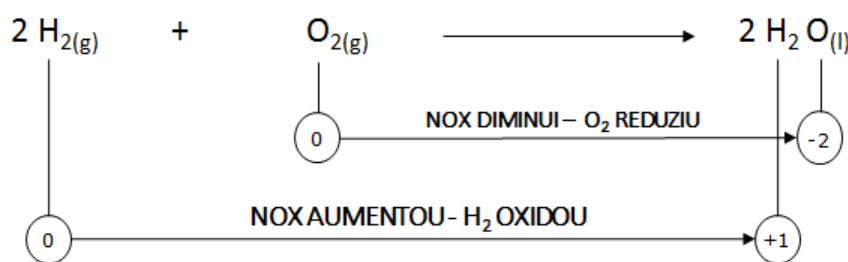
Por exemplo, quando ocorre a combustão de gás hidrogênio no motor de um carro, também está se verificando a síntese da água:



Vamos conhecer agora mais um tipo de reação química de grande importância: o **processo de oxirredução**.

Retomando o processo de queima do gás hidrogênio, vamos analisar os números de oxidação de todos os elementos nos reagentes e produtos.

Observe que houve aumento e diminuição dos números de oxidação dos elementos. É exatamente isso que caracteriza os fenômenos de **oxidação e redução**.



Oxidar significa perder elétrons. O Nox aumenta.

Reduzir significa ganhar elétrons. O Nox diminui.

Em um processo de oxirredução, as espécies químicas que sofrem oxidação ou redução recebem nomes especiais.

Na queima do hidrogênio, por exemplo, a substância H_2 é o **agente redutor** do processo, pois provoca a redução do gás oxigênio.

Do mesmo modo, a substância O_2 é o **agente oxidante**, já que ocasiona a oxidação do gás hidrogênio.

De modo geral, temos:

Agente oxidante:

- oxida outra espécie química;
- sofre redução.

Agente redutor:

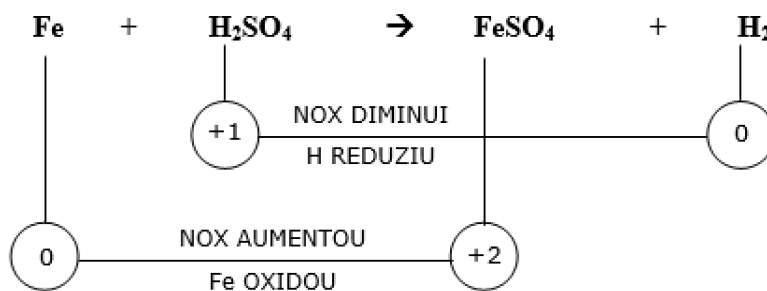
- Reduz outra espécie química;
- Sofre oxidação

OBSERVAÇÃO:

A oxidação e a redução são processos simultâneos, isto é, um não pode ocorrer sem o outro. Daí o uso da expressão **oxirredução**.

Em uma reação química direta o oxidante e o redutor estão à esquerda da equação química (antes da seta), a menos que o exercício peça a equação inversa, então eles estarão à direita da seta.

Observe outro exemplo:



Elemento químico que oxidou: ferro (Fe) → Agente redutor: Fe

Elemento químico que reduziu: hidrogênio (H) → Agente oxidante: H₂SO₄

Há casos em que o mesmo elemento sofre oxidação e redução, a substância com este elemento é oxidante e redutor, a reação é denominada de reação de **auto-oxirredução** ou **desproporcionamento**.

3. OXIDAR: É dar elétrons, o NOX (Número de Oxidação) aumenta.

MNEMÔNICO: **oxiDAR e-**

4. REDUZIR: É receber elétrons, o NOX aumenta.

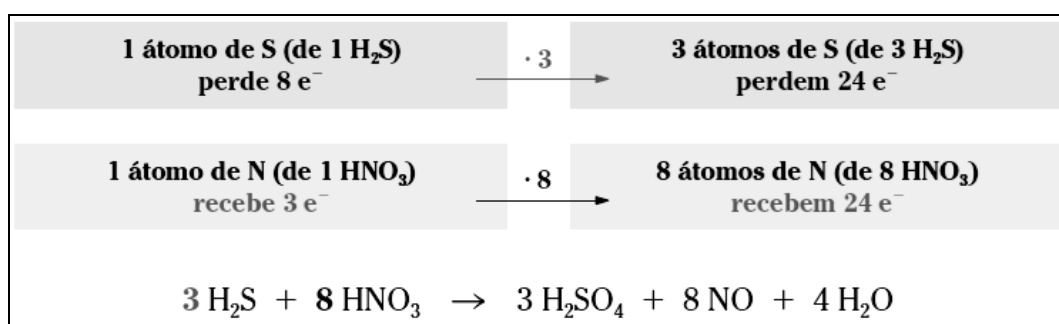
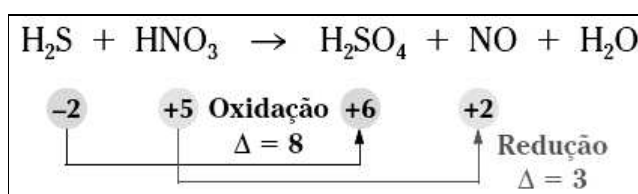
MNEMÔNICO:

RE	DUZIR
	CEBER e-

BALANCEAMENTO DE EQUAÇÃO DE OXIRREDUÇÃO

O balanceamento de uma equação de oxirredução se baseia na igualdade do número de elétrons cedidos com o número de elétrons recebidos. Um método simples de se realizar esse balanceamento é dado pelos passos a seguir:

- Calcular o total de elétrons perdidos e recebidos pelas espécies que sofreram oxidação e redução. Para esse cálculo multiplica-se o módulo da variação do número de oxidação pela maior atomicidade com a qual o elemento aparece na equação, esteja ela no primeiro ou no segundo membro.
- O coeficiente estequiométrico colocado na frente da espécie que contém o elemento que sofre oxidação será igual ao total de elétrons recebidos pela espécie que contém o elemento que sofre redução (calculado anteriormente), e vice-versa. Esses coeficientes devem ser colocados na frentes das espécies químicas utilizadas para o cálculo, estejam no primeiro ou no segundo membro da equação química.
- Esses coeficientes são o ponto de partida. O restante do balanceamento é realizado por tentativas.

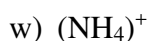
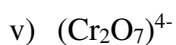
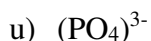
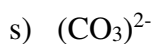
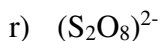
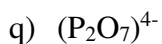
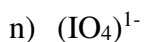
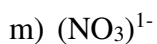


Exercícios

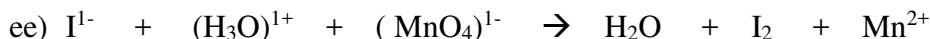
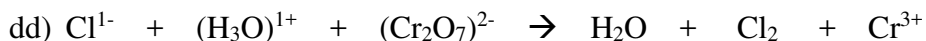
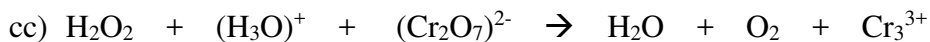
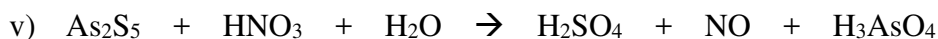
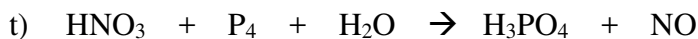
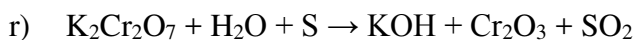
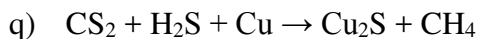
4) Indique o Nox de cada elemento nos compostos relacionados a seguir:

- | | |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| m) MgSO ₄ | s) NaClO ₂ |
| n) KBrO ₃ | t) RbClO ₂ |
| o) NH ₄ Cl | u) Ca ₃ (PO ₄) ₂ |
| p) Ag ₂ Cr ₂ O ₇ | v) Zn(NO ₃) ₂ |
| q) Br ₂ | w) Al ₂ (SO ₄) ₃ |
| r) Pb(OH) ₄ | x) Mg(ClO ₃) ₂ |

5) Indique o Nox de cada elemento nos íons relacionados a seguir:



6) Faça o balanceamento da equação a seguir:

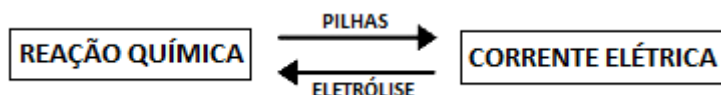


ELETROQUÍMICA

Eletroquímica é o estudo das reações químicas que produzem corrente elétrica ou são produzidas pela corrente elétrica.

O seu estudo pode ser dividido em duas partes: pilhas e baterias, e eletrólise.

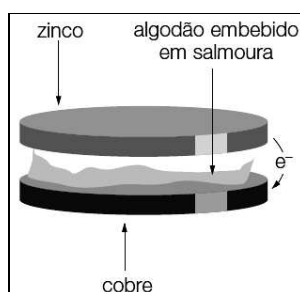
- **Pilhas e baterias** são dispositivos nos quais uma reação espontânea de oxido-redução produz corrente elétrica.
- **Eletrólise** é o processo no qual uma corrente elétrica produz uma reação de oxido-redução.



PILHA ELETROQUÍMICA

Em 1791 **Luigi Galvani** estava dissecando uma rã e amarrou um de seus nervos a um fio de cobre. Acidentalmente o fio tocou uma placa de ferro e a rã morta entrou em violentas convulsões. Galvani não soube explicar o fato. O cientista italiano **Alessandro Volta** certamente não imaginava a enorme agitação que iria provocar no mundo científico quando em, 1800, empilhou alternadamente discos de zinco e de cobre, chamadas eletrodos (do grego, percurso elétrico), separando-os por pedaços algodão embebidos em solução de salmoura. Cada conjunto de placas e algodão forma uma célula ou cela eletrolítica.

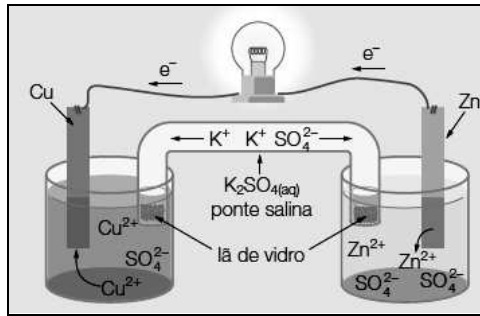
Nessa cela, os elétrons fluem da lâmina de zinco (Zn) para a de cobre (Cu), mantendo a lâmpada acesa durante um pequeno intervalo de tempo.



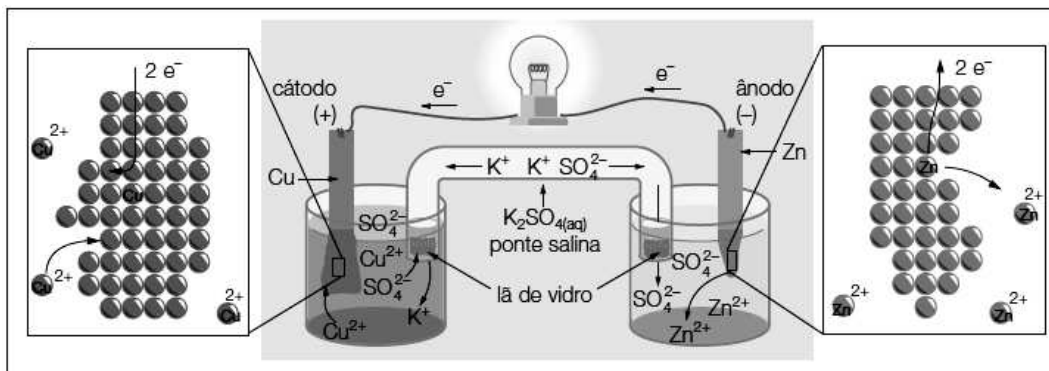
As primeiras aplicações importantes da eletricidade provieram do aperfeiçoamento das **pilhas voltaicas** originais pelo cientista e professor inglês **John Daniell**, em 1836.

Pilhas eletroquímicas são sistemas que produzem corrente contínua e baseiam-se nas diferentes tendências para ceder e receber elétrons das espécies químicas.

A pilha de Daniell é constituída de uma placa de Zinco (Zn) em uma solução de $ZnSO_4$ e uma placa de Cobre (Cu) em uma solução de $CuSO_4$. As duas soluções são ligadas por uma **ponte salina**, ou por uma parede porosa.



Após certo tempo de funcionamento, a pilha apresenta o seguinte aspecto:



Sentido dos elétrons

Os elétrons circulam do eletrodo de maior potencial de oxidação para o de menor potencial de oxidação. No caso da pilha de Daniell os elétrons vão do zinco para o cobre.

Polos da pilha

Polo positivo – o de menor potencial de oxidação – Cu.

Polo negativo – o de maior potencial de oxidação – Zn.

Cátodo e Ânodo

Cátodo – placa de menor potencial de oxidação – Cu. Onde ocorre redução.

Ânodo – placa de maior potencial de oxidação – Zn. Onde ocorre oxidação.

Variação de massa nas placas

Placa de maior potencial de oxidação – diminui – Zn.

Placa de menor potencial de oxidação – aumenta – Cu.

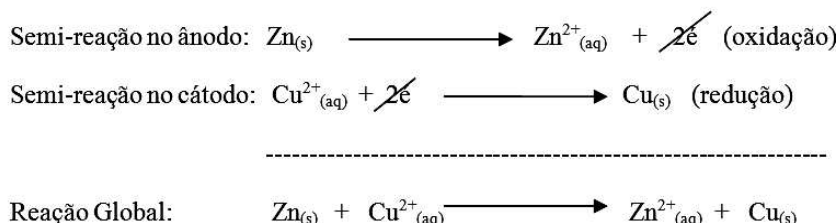
Ponte salina

É constituída de um tubo de vidro em U ou uma parede porosa (de porcelana, por exemplo) tem por função manter constante a concentração de íons positivos e negativos, durante o funcionamento da pilha. Ela permite a passagem de cátions em excesso em

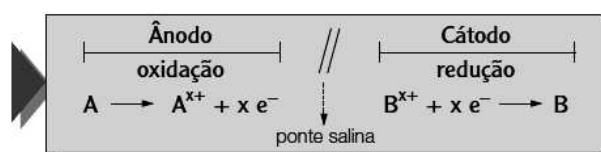
direção ao cátodo e também à passagem dos ânions em direção ao ânodo. Atravessando a parede porosa, os íons em constante migração estabelecem o circuito interno da pilha.

Equação global da pilha

A equação global dos processos ocorridos nessa pilha pode ser obtida pela soma das duas semi-reações:



Oficialmente, por convenção mundial, as pilhas são representadas da seguinte maneira:



A pilha de Daniell é representada pela seguinte notação: $\text{Zn}^{\circ}/\text{Zn}^{2+}/\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^{\circ}$

CÁLCULO DA FORÇA ELETROMOTRIZ (FEM) DAS PILHAS

O cálculo da fem é uma consequência imediata da tabela dos potenciais-padrão de eletrodo.

Nas pilhas, os elétrons fluem do eletrodo em que ocorre oxidação (ânodo) para o eletrodo em que ocorre redução (cátodo), através do fio externo. Se colocarmos, nesse fio, um aparelho denominado voltímetro, conseguiremos medir a força eletromotriz (fem ou E) da pilha.

O valor indicado pelo voltímetro, em volts (V), corresponde à força eletromotriz da pilha.

O ΔE^0 de uma pilha corresponde à diferença entre os potenciais de redução ou de oxidação das espécies envolvidas, e seu cálculo pode ser feito pelas equações a seguir:

$$\Delta E^0 = (E^0 \text{ red maior}) - (E^0 \text{ red menor}) \text{ ou } \Delta E^0 = (E^0 \text{ oxi maior}) - (E^0 \text{ oxi menor})$$

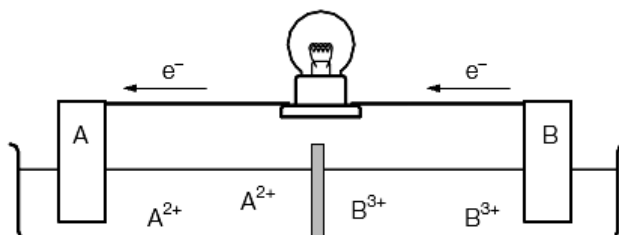
A fem (ΔE^0) de uma pilha, em condições-padrão (isto é, com soluções 1 mol/L e a 25 °C) também pode ser calculada pela diferença entre o E^0 do oxidante (cátodo) e o E^0 do redutor (ânodo).

$$\Delta E^0 = E^0 \text{oxi} - E^0 \text{red}$$

Todas as pilhas são reações espontâneas, e seu ΔE^0 sempre apresenta valor positivo.

EXERCÍCIOS

1. Considere o esquema referente à pilha a seguir:

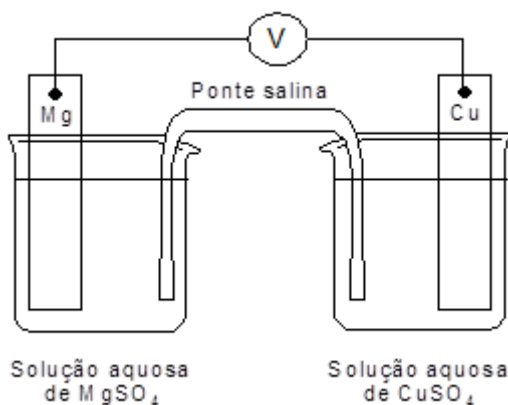


- O eletrodo **B** está sofrendo uma oxidação ou uma redução?
- O eletrodo **B** é denominado cátodo ou ânodo?
- O eletrodo **B** é o polo positivo ou o negativo?
- Escreva a semi-reação que ocorre no eletrodo **B**.
- A concentração (quantidade) de íons B^{3+} aumenta ou diminui?
- Ocorre deposição sobre o eletrodo **B** ou sua corrosão?
- O eletrodo **A** está sofrendo uma oxidação ou uma redução?
- O eletrodo **A** é denominado cátodo ou ânodo?
- O eletrodo **A** é o polo positivo ou o negativo?
- Escreva a semi-reação que ocorre no eletrodo **A**.
- A concentração (quantidade) de íons A^{2+} aumenta ou diminui?
- Ocorre deposição sobre o eletrodo **A** ou sua corrosão?
- Escreva a equação que representa a reação global da pilha.
- Escreva a notação oficial que representa a pilha.
- A pilha é um processo espontâneo ou não espontâneo?

2. Dados os potenciais-padrão de redução:



Para a descarga da pilha esquematizada abaixo, nas condições padrão,



determine:

- a) A semi-reação de redução.
- b) A semi-reação de oxidação.
- c) A reação global.
- d) Diferença de potencial padrão.
- e) O cátodo, ânodo e os polos.
- f) A espécie química oxidante.
- g) E a lâmina cuja massa aumenta.

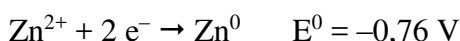
3. Dadas as reações de meia célula:



pede-se:

- a) escrever a equação que representa a reação global da célula;
- b) calcular o potencial de eletrodo global (E°).

4. A pilha alcalina é constituída de uma barra de manganês metálico eletroliticamente puro, imerso numa pasta de hidróxido de zinco. Dela são conhecidos os respectivos potenciais-padrão de redução:



- a) Qual a ddp da pilha?
- b) Qual a equação global que nela ocorre?

5. Na pilha de Daniell, barras de cobre e zinco se encontram mergulhadas em soluções aquosas de sulfato de cobre (II) e sulfato de zinco, respectivamente. As duas soluções estão separadas por uma parede porosa. Sabendo que os potenciais-padrão de redução são:



- a) escreva a reação espontânea que ocorre na pilha de Daniell;
- b) calcule a diferença de potencial da pilha;
- c) desenhe a pilha de Daniell indicando, através de setas, como os elétrons fluem através de um circuito externo que conecta os eletrodos.

6. Dada a célula eletroquímica ilustrada, considere os seguintes potenciais-padrão de redução:



A partir dessas informações, responda:

- a) Qual é a reação catódica?
 - b) Qual é a reação anódica?
 - c) Qual é a reação global da célula?
 - d) Qual é a ddp da pilha?
 - e) A célula é espontânea?
-

7. Sabendo que o cobalto pode ceder elétrons espontaneamente para os íons Au^{3+} e considerando a pilha: $\text{Co}^0 | \text{Co}^{2+} || \text{Au}^{3+} | \text{Au}^0$

Responda às seguintes perguntas:

- Qual é a reação global do processo? Quais as semi-reações?
- Quem se oxida? Quem se reduz?
- Qual é o eletrodo positivo ou catodo? Qual é o negativo ou anodo?
- Em que sentido fluem os elétrons pelo fio?
- Qual eletrodo será gasto? Qual terá sua massa aumentada?
- Qual das duas soluções irá diluir-se? Qual irá concentrar-se?
- Quais os íons em trânsito na solução? Em que sentido?

8. Em uma pilha $\text{Ni}^0 | \text{Ni}^{2+} || \text{Ag}^+ | \text{Ag}^0$, os metais estão mergulhados em soluções aquosas 1,0 M de seus respectivos sulfatos, a 25 °C. Determine:

- a equação global da pilha;
- o sentido do fluxo de elétrons;
- o valor da força eletromotriz (fem) da pilha.

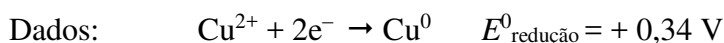
9. Com base no diagrama da pilha $\text{Zn} / \text{Zn}^{2+} (1 \text{ M}) // \text{Ag}^+ (1 \text{ M}) / \text{Ag}$ e nos potenciais padrão de oxidação, a 25°C, das semi-reações:



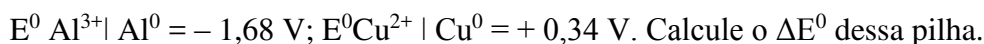
Determine:

- a equação global da pilha;
- o valor da força eletromotriz (fem) da pilha.

10. Calcule a fem da pilha $\text{Al}^0 | \text{Al}^{3+} || \text{Fe}^{2+} | \text{Fe}^0$ em condições-padrão.



11. Considere uma pilha formada por eletrodos de alumínio e cobre, cujos E^0_{red} são:



12. De uma pilha são conhecidas as semi-reações e seus respectivos potenciais padrão de redução:



Pergunta-se:

- qual a força ddp da pilha?
- qual a equação da reação global?