



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA-UEPB  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS- CCT  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

**ANA PAULA DUARTE DA COSTA**

**O Estudo dos Metais Pesados a partir do Descarte de Pilhas e Baterias no Meio Ambiente: Avaliação de uma proposta didática para alunos do Ensino Médio.**

**Campina Grande-PB  
2015**

**ANA PAULA DUARTE DA COSTA**

**O Estudo dos Metais Pesados a partir do Descarte de Pilhas e Baterias no Meio Ambiente: Avaliação de uma proposta didática para alunos do Ensino Médio**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Química, em cumprimento as exigências legais para obtenção do título de Licenciada em Química.

**Orientador: Prof. Msc.Thiago Pereira da Silva**

**Co-orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Vandeci Dias dos Santos**

**Campina Grande-PB  
2015**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

C837e Costa, Ana Paula Duarte da.

O estudo dos metais pesados a partir do descarte de pilhas e baterias no meio ambiente [manuscrito] : avaliação de uma proposta didática para alunos do ensino médio / Ana Paula Duarte da Costa. - 2015.

67 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2015.

"Orientação: Prof. Me. Thiago Pereira da Silva, Departamento de Química".

1. Ensino de Química. 2. Proposta didática. 3. Metais pesados. I. Título.

21. ed. CDD 372.8

**ANA PAULA DUARTE DA COSTA**

**O Estudo dos Metais Pesados a partir do Descarte de Pilhas e Baterias no Meio Ambiente: Avaliação de uma proposta didática para alunos do Ensino Médio**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Química, em cumprimento as exigências legais para obtenção do título de Licenciada em Química.

APROVADO EM: 18, 03, 15.

**BANCA EXAMINADORA:**

Thiago Pereira da Silva

Prof.<sup>a</sup> Msc. Thiago Pereira da Silva – DQ – CCT - UEPB

Orientador

Vandeci Dias dos Santos

Prof. Dr.<sup>a</sup> Vandeci Dias dos Santos

– DQ – CCT - UEPB

Examinadora

Gilberlândio Nunes da Silva

Prof. Msc. Gilberlândio Nunes da Silva – DQ – CCT - UEPB

Examinador

A Deus por me conceder sabedoria, discernimento e força para concluir esta etapa e aos meus pais Severino Simeão da Costa e Darcy Duarte da Costa, que sempre me mostraram o caminho correto a ser seguido, com suas observações, paciência, incentivos e carinho. Dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

A meu Deus todo Poderoso que com seu infinito amor tem me guiado.

A minha mãe e meu pai, minhas maiores expressões de amor...

Aos Meus irmãos, cunhados e sobrinhos que são a forma mais sublime do amor de Deus para comigo;

Aos meus orientadores, que tiveram tanta paciência no processo de orientação;

Aos meus amigos e colegas, que aguentaram meus momentos de estresse durante a trajetória acadêmica;

A todos os professores que contribuíram com o meu processo de formação, especialmente aos do departamento de Química, pelos conhecimentos transmitidos;

Aos estudantes que participaram da pesquisa.

**“Devemos ensinar Química para permitir que o cidadão possa interagir melhor com o mundo”.**

(Attico Inácio Chassot)

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 3.1-** Concentrações permissíveis e suportadas pelos seres humanos para alguns metais.....27

**Tabela 3.2-** Exemplos de metais pesados nocivos à saúde humana.....29

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1-</b> Etapas realizadas da Sequência Didática.....	35
<b>Quadro 2-</b> Conhecimento dos alunos acerca dos metais.....	39
<b>Quadro 3.</b> Perguntas e percentual de respostas semelhantes dos alunos referente ao questionário pós-avaliação da proposta de ensino.....	48
<b>Quadro 4.</b> Perguntas e percentual de respostas semelhantes dos alunos referente ao questionário pós-avaliação referente a primeira questão abordando Pilhas de Daniel.....	49
<b>Quadro 5.</b> Perguntas e percentual de respostas semelhantes dos alunos referente à segunda questão que tinha por base gerar uma discussão entre os alunos, acerca das medidas que deveriam ser tomadas para resolver com o problema da poluição ambiental por metais pesados.....	52

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1:** Avaliação dos alunos frente a sua visão geral a respeito do grau de dificuldade no entendimento da disciplina de Química.....37
- FIGURA 2:** Percepção dos alunos em relação à importância da Química em seu dia a dia.....38
- FIGURA 3:** Percepção dos alunos frente ao conteúdo dos Metais.....41
- FIGURA 4:** Avaliação para saber se os metais eram conhecidos pelos alunos.....42
- FIGURA 5:** Avaliação para saber se os alunos saberiam informar se os metais estariam presentes em sua refeição.....43
- FIGURA 6:** Avaliação para saber se os alunos saberiam compreender o conteúdo dos metais a partir do enfoque CTSA e na perspectiva do ENEM....43
- FIGURA 7:** Avaliação dos alunos frente ao seu aprendizado com relação à proposta didática de ensino apresentada pela pesquisadora.....45
- FIGURA 8:** Aplicação da proposta didática .....46
- FIGURA 9:** Aplicação do questionário pós.....46
- Figura 10:** Avaliação de dificuldade dos alunos sobre o assunto, após a SD ministrada.....46
- FIGURA 11:** Avaliação para saber o que os alunos acharam das aulas, estratégias e materiais utilizados para realização da sequência didática.....47

## LISTA DE SIGLAS

**EA-** Educação Ambiental

**MA-** Meio Ambiente

**PNEA** – Programa Nacional de Educação Ambiental

**ONU-** Organização das Nações Unidas

**UNESCO** – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization  
(Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura)

**PIEA-** Programa Internacional de Educação Ambiental

**PNUMA-** Programa das Nações Unidas para o Meio ambiente

**PNB** - Produto Nacional Bruto

**PCN** – Parâmetros Curriculares Nacionais

**CTSA** - Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

**ProNEA-**Programa Nacional De Educação Ambiental

**PCNEM** – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

**OCN-** Orientações Curriculares Nacionais

**IUPAC** - União Internacional de Química Pura e Aplicada

**DBO-** Demanda Bioquímica de Oxigênio

**DDP-** Diferença De Potencial

**INEP-** Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

**SD** – Sequência Didática

**LDB-** Leis, Diretrizes e Bases.

## RESUMO

A educação para o exercício da cidadania vem sendo defendida por muitos pesquisadores nos dias atuais, o que exige da escola que esta proporcione um ensino de Química para a promoção da alfabetização científica. Tal necessidade surge para que os alunos se apropriem do conhecimento científico de forma autônoma, crítica, construtiva e reflexiva e compreenda diversos aspectos que estão relacionados a ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Um dos conteúdos que estão ligados ao enfoque CTSA é o estudo da Eletroquímica que tem relação com a contaminação dos metais pesados a partir do descarte de pilhas e baterias no Meio Ambiente. Neste sentido, a presente pesquisa tem como objetivo construir e avaliar uma proposta didática de Ensino para conteúdo de eletroquímica com alunos do 2º ano de uma escola pública do Município de Queimadas-PB a partir do tema gerador *‘Metais Pesados e o descarte de Pilhas e Baterias no Meio Ambiente’*. Trata-se de uma pesquisa ação de natureza quali-quantitativa. O público alvo foram 33 alunos do ensino médio de uma escola pública da cidade de Queimadas-PB. Como instrumento de coleta de dados foi aplicado questionários contendo questões de múltipla escolha e objetivas. Os dados das questões fechadas foram representados em gráficos. Já para as questões abertas, utilizou-se a técnica de análise de conteúdo. Em seguida todos os dados foram discutidos e articulados com o referencial teórico em estudo. Os resultados revelam que os estudantes avaliaram de forma positiva a proposta didática, os recursos didáticos e a metodologia empregada, enfatizando que as aulas contribuíram na melhoria do estudo da eletroquímica a partir do tema gerador trabalhado.

**Palavras-chave:** Ensino de Química. Proposta Didática. Metais Pesados.

## ABSTRACT

Citizenship Education has been defended by many researchers nowadays, requiring from the schools a teaching of chemistry which provides a better increase of the scientific literacy. Such need arises in the students so they can be able to have scientific knowledge in an autonomous, critical, constructive and reflexive way, understanding various aspects related to science, technology, society and the environment. One of the contents linked to the CTSA approach is the study of Electrochemistry related to the contamination of heavy metals from the disposal of batteries in the Environment. In this sense, the actual research aims to construct and evaluate a didactic proposal of Teaching electrochemistry to students from the 2nd year of a public school in the Municipality of Queimadas-PB from the proposed theme 'Heavy Metals and the Disposal of Batteries And Batteries in the Environment '. This is an action-research of a qualitative and quantitative nature. The target audience was 33 high school students from a public school in the city of Queimadas-PB. As a data collection instrument, questionnaires containing multiple choice and objective questions were applied. The data of the directed questions were represented in graphs. For the open based questions, the technique of content analysis was used. Then all the data were discussed and articulated with the theoretical framework under study. The results show the students are evaluated in a positive way on the didactic proposed, as well as the didactic resources and the methodology used, emphasizing the classes contributed to the improvement of the study about electrochemistry from the generated theme.

**Key words:** Teaching Chemistry. Didactic Proposal. Heavy metals.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1 OBJETIVOS.....	15
<b>1.1.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>15</b>
<b>1.1.2 Objetivos Específicos</b> .....	<b>15</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>17</b>
2.1 ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BRASILEIRA. ....	17
2.2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL: CONCEITOS, FINALIDADES E EVOLUÇÃO HISTÓRICA. ....	20
2.3 A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O ENSINO DE QUÍMICA.....	21
2.4 O QUE SÃO METAIS PESADOS? .....	24
<b>2.4.1 Os Metais Pesados e o Meio Ambiente.</b> .....	<b>25</b>
<b>2.4.2 Metais Pesados nos Alimentos.</b> .....	<b>26</b>
<b>2.4.3 Influências de metais pesados na água.</b> .....	<b>28</b>
2.5 OS METAIS PESADOS NO ESTUDO DA ELETROQUÍMICA. ....	30
<b>2.5.1 Políticas de Preservação do Descarte de Metais Pesados no Meio Ambiente.</b> .....	<b>32</b>
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>33</b>
3.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	33
3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	34
3.3 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS .....	34
3.4 INSTRUMENTO(S) DE ANÁLISE DOS RESULTADOS DA PESQUISA..	34
3.5 DESCRIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	34
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>36</b>
4.1 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS PRÉ SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	36
4.2 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIOS PÓS SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	43
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>55</b>
<b>6 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>57</b>
<b>7 APÊNDICE</b> .....	<b>63</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A necessidade crescente pelo desenvolvimento populacional e industrial fez com que materiais fossem extraídos da natureza sem serem repostos, causando grandes impactos ambientais. O principal responsável pela degradação causada, é o homem, já que o mesmo atua sobre o meio ambiente em sua forma consciente e inconsequente. Essa grande exploração dos recursos naturais, cresceu bastante logo após a II Guerra Mundial, onde pessoas da zona rural migraram para zonas urbanas tentando recomeçar suas vidas nas cidades através do abastecimento de alimentos e bens de consumo aumentando gradativamente. Isso só foi possível pelos avanços tecnológicos que ocorreram depois da Revolução Industrial no século XVIII. A demanda pelos bens de consumo exigia cada vez mais e que matérias-primas fossem extraídas da terra, entre eles, os metais. Para satisfazer suas necessidades humanas, muitas sociedades, em diferentes épocas históricas tentaram de certa forma acumular bens para suprir suas necessidades, utilizando-se de recursos naturais e ambientais (PEDRINI, 1998).

Neste sentido, a preocupação existente é que a escola trabalhe estas questões através da disseminação do conhecimento científico, buscando contribuir com uma alfabetização científica para a conscientização dos estudantes frente à degradação dos recursos naturais. Pensando nisso, a Química poderá ser uma disciplina do saber escolar, que ajudará os estudantes a compreenderem questões referentes aos problemas ambientais, como o caso, do descarte de pilhas e baterias no Meio Ambiente.

Desta forma, o ensino de química deve ir além da sala de aula, já que é uma disciplina que não pode ser trabalhada isoladamente, isto é, deve ser ensinada e incluída no cotidiano do aluno, estudando as causas dos problemas e suas possíveis soluções. É essencial que os alunos saibam de sua importância, e que de acordo com os conhecimentos passados ela seja útil de alguma forma para a preservação do meio ambiente (PONTES, 2008)

De acordo com Nascimento (2001 apud BURSZTYN, 2001) é necessário que a preocupação com o desenvolvimento sustentável venha a ser discutido

dentro do contexto educacional. E por desenvolvimento sustentável podemos concluir que seja algo que satisfaz as necessidades humanas sem comprometer as necessidades das gerações futuras. Uma das questões que está relacionada com a interação e mudança de postura das questões ambientais, é que a educação formal está buscando uma interdisciplinaridade entre as áreas do conhecimento, com valorização de ideias que envolva meio ambiente e educação ambiental (LUCATTO e TALOMANI, 2007; CARNEIRO, 2006).

A educação ambiental, além de fazer com que os cidadãos saibam identificar problemas, deve também fazer com que os mesmos, se envolvam em situações que sejam capazes de tomar decisões para sanar tais conflitos. Mas para que isso ocorra são necessários conhecimentos teóricos, práticos e comportamentais (CAMPOS e REIS, 2014). O ensino de química pode abrir justamente esse espaço para que haja diálogo, levando em consideração o conhecimento prévio dos alunos, diagnosticando quais as suas concepções frente às questões ambientais, para que em seguida, os auxilie a resolver tais problemas. Logo, estará contribuindo para que o aluno se posicione e apresente diferentes pontos de vista, sabendo como lidar com as situações problemas, a fim de solucioná-las se posicionando criticamente (CASTRO e OLIVEIRA, 2006).

No decorrer dos anos, surgiu uma grande preocupação ambiental sobre a forma inadequada de descarte dos metais. Grandes impactos ao ambiente e à saúde humana foram registrados devido a esse problema. E fatores toxicológicos foram associados à definição de metais pesados (LIMA e MERÇON, 2011). Enquanto alguns metais são necessários em baixas quantidades para sobrevivência dos seres vivos, outros não apresentam nenhuma função para o organismo quando presente no mesmo, podendo assim causar sérios danos ao metabolismo (VALLS e LORENZO, 2002).

Daí surge a importância de entender por quais motivos os metais pesados que se encontram nas pilhas e nas baterias, não podem ser descartados de qualquer forma no meio ambiente. O ensino de Química tem como objetivo ampliar a visão do aluno em relação ao conhecimento científico, melhorando sua visão de mundo e contribuindo para sua formação cidadã frente ao tema em questão (LIMA e MERÇON, 2011).

A Educação Ambiental no nosso país não é algo recente, apenas vem recebendo várias denominações com o decorrer do tempo. De acordo com o PNEA Lei nº 9795/1999, a Educação Ambiental é entendida por meio de processos em que os indivíduos passam construindo valores sociais, conhecimentos, atitudes e competências voltadas sempre para a conservação do meio ambiente, sendo de uso comum e indispensável para uma vida de qualidade e que seja sustentável.

A crítica ao modelo desenvolvimentista baseado na modernidade ocidental e as consequências de práticas econômicas lesivas ao meio ambiente apresentam-se centrais em vários discursos ambientalistas que fundamentam a Educação Ambiental conforme expressa Ayres e Filho (2007). Portanto, há a necessidade de conscientização da população, inserção de programas de gerenciamento e controle de resíduos e principalmente de políticas públicas para minimizar os impactos ambientais.

Pensando nestas questões, é que este trabalho de pesquisa buscou construir e avaliar uma proposta didática para trabalhar o conteúdo de eletroquímica através do tema gerador '*Os Metais Pesados e a contaminação a partir do descarte de pilhas e baterias no Meio Ambiente*' com alunos do Ensino Médio de uma escola pública da Cidade de Queimadas no estado da Paraíba, com objetivo de conscientizá-los sobre as causas e consequências ocasionadas pelas ações do homem no meio ambiente.

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Objetivo Geral

Construir e avaliar uma proposta didática de Ensino para conteúdo de eletroquímica com alunos do 2º ano de uma escola pública do Município de Queimadas-PB a partir do tema gerador '*Metais Pesados e o descarte de Pilhas e Baterias no Meio Ambiente*'.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

- Apresentar uma proposta didática que contribua para conscientizar os alunos sobre os efeitos dos metais pesados no Meio Ambiente, abordando o tema através do estudo de conceitos de eletroquímica;
- Verificar se a proposta contribuiu na aprendizagem dos estudantes e se despertou interesse e motivação pelo objeto de estudo;
- Diagnosticar as possíveis dificuldades apresentadas pelos alunos ao longo da aplicação da proposta didática.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BRASILEIRA.

Segundo Filgueiras (1998), o processo de criação do Ensino de Ciências no Brasil levou muito tempo e por sua dificuldade em ser formado, só foi estabelecido a partir do século XIX. Muitos fatores impossibilitaram que o país possuísse um grande avanço científico, no período colonial a dependência que o Brasil possuía de Portugal era enorme, nos campos político, cultural e econômico. Dessa forma, não se percebe avanço científico nessa época. (RHEINBOLT, 1953).

Em 1771 muitos brasileiros vendo o advento do ensino das Ciências experimentais, iniciaram seus estudos na Universidade de Coimbra, buscando uma carreira científica ou médica. Em 1772, o vice-rei da época, instalou a Academia Científica no Rio de Janeiro, destinado ao estudo das ciências. Nessa instituição, uma parte inteira era destinada apenas ao estudo da Química (FILGUEIRAS, 1998). E a partir desta época nomes começaram a se destacar, dentre eles Vicente Coelho de Seabra Silva Telles, considerado por muitos um dos principais químicos do Brasil Colonial (OLIVEIRA & CARVALHO, 2006).

No início do século XIX, com a vinda da família real para o Brasil, as atividades voltadas para a ciência começaram a se estruturar, levando o país a realizar eventos importantes relacionados à ciência. Foi o período mais grandioso para a consolidação do estudo das ciências (CHASSOT, 1996).

O ensino de ciências nessa época não tinha tanto prestígio e também não era considerado atrativo, desta forma, os métodos utilizados para o aprendizado era a memorização e a descrição dos fatos. Os conhecimentos químicos eram resumidos a essa descrição, ocorrendo de forma desvinculada do cotidiano do aluno (LOPES, 1998).

Trabalhar de forma descontextualizada, não é um problema do século passado, mas hoje ainda permanece gerando uma grande dificuldade por parte dos alunos de entenderem a Química. Entre um dos fatores que geram essas dificuldades, está relacionada ao método que muitos educadores utilizam,

baseados apenas na memorização e descrição dos fatos como já foi citado anteriormente (PONTES, 2007).

Maldaner (2003) afirma que é necessária uma mudança na forma como os conteúdos de química estão sendo abordados. A LDB diz que o conhecimento científico deve ser inserido no contexto de vida do aluno para que este possa exercer seu papel como cidadão, buscando auxiliá-lo para construir um conhecimento sólido, relacionando-o aos aspectos da ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente de forma crítica e reflexiva.

O aprendizado da Química no Ensino Médio tem o propósito de fazer com que os alunos compreendam de forma abrangente e integrada as transformações químicas que ocorrem no mundo físico e assim possam julgá-las e tomar decisões enquanto cidadãos (PCN, 1998).

No entanto, o que se observa a partir das pesquisas que o Ensino de Química no Brasil vem apontando, tem relação com a mesma ideia apresentada pelos PCN+ ao afirmar que:

...o ensino de Química tem se reduzido à transmissão de informações, definições e leis isoladas, sem qualquer relação com a vida do aluno, exigindo deste quase sempre a pura memorização, restrita a baixos níveis cognitivos. Enfatizam-se muitos tipos de classificação, como tipos de reações, ácidos, soluções, que não representam aprendizagens significativas. Transforma-se, muitas vezes, a linguagem Química, uma ferramenta, no fim último do conhecimento. Reduz-se o conhecimento químico a fórmulas matemáticas e à aplicação de "regrinhas", que devem ser exaustivamente treinadas, supondo a mecanização e não o entendimento de uma situação-problema. Em outros momentos, o ensino atual privilegia aspectos teóricos, em níveis de abstração inadequados aos dos estudantes (BRASIL, 1999, p. 32).

Neste sentido, para se atingir um Ensino de Química crítico e humano, é necessário levar para a sala de aula conhecimentos que contribuam para que o indivíduo compreenda o mundo em constante transformação, para que desta forma este sujeito possa se posicionar de forma crítica frente as questões de natureza científica, tecnológica, social e ambiental. Estes conhecimentos químicos devem está articulados a partir de situações problemas com base em temas geradores, promovendo a contextualização no Ensino de Química (SANTOS e SCHNELTZLER, 2003).

A educação Ambiental é um tema bastante discutido na atualidade e tem relação com o Ensino de Química, ajudando a compreender uma diversidade

de problemas que tem sido discutido com frequência na sociedade. É o que será discutido ponto a seguir.

## 2.2. EDUCAÇÃO AMBIENTAL: CONCEITOS, FINALIDADES E EVOLUÇÃO HISTÓRICA.

A educação ambiental é formada a partir do momento que valores sociais, conhecimentos e habilidades são construídos e voltados para conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial a sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (MININNI, 1994).

A degradação do meio ambiente vem desde os anos 70, onde o mundo passava por uma rápida transformação social, política e econômica. A visão do lucro era predominante e com esse pretexto de industrialização acelerada, os recursos naturais foram explorados sem nenhuma intenção de serem repostos. Nessa época, grandes desastres ambientais já haviam acontecido em diversas partes do mundo, como por exemplo, em 1950 e 1960, quando ocorreu a contaminação do ar em Londres e Nova York, deixando o mundo em alerta. Contudo nessa época, ainda não se falava em educação ambiental, mas era bem perceptível a desordem ecológica que estava acontecendo. A busca desenfreada dos países capitalistas pelo desenvolvimento estava causando um grande desequilíbrio na natureza e os países desenvolvidos começaram a prestar mais atenção nisso e a preocupação começou a surgir acerca da vida humana (MININNI, 1994).

De acordo com Jannuzzi e Swisher (1997), no passado as questões ambientais eram pouco discutidas e ficavam em segundo plano, havendo apenas a preocupação com o desenvolvimento econômico das nações.

Na segunda metade do século XX, aspectos voltados para condição humana e social, foram elaborados, destacando a relação entre ambientes naturais e artificiais. Esse movimento conservacionista alegava que se esses recursos não fossem utilizados e extraídos de forma ecologicamente correta, iria chegar a um ponto em que a qualidade de vida seria ameaçada e na pior das hipóteses, a vida humana não teria tanto tempo de sobrevivência (MEDINA, 2008).

Atualmente, de acordo com Jannuzzi (1997), o impacto ambiental, tanto em nível global como em nível local, tem sido identificado como uma restrição potencial ao desenvolvimento. Na visão de Rua e Souza (2010), essa degradação com o avanço tecnológico, fez crescer o interesse pela EA, tentando ver soluções junto aos cidadãos, já que o futuro de todos depende da relação homem/natureza.

No ano de 1972 para se discutir melhor sobre as questões ambientais, aconteceu a Conferência de Estocolmo. A Educação Ambiental passava então a ser vista como uma questão pedagógica e tomava âmbito internacional (SOUZA, et al, 2010).

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Humano se reuniu em Estocolmo de 5 a 16 de junho de 1972, e, esteve atenta à necessidade de um critério e de princípios comuns que visava oferecer aos povos do mundo inspiração e guia para preservar e melhorar o meio ambiente humano. (DECLARAÇÃO DA CONFERÊNCIA DA ONU NO AMBIENTE HUMANO, 1972).

A Conferência de Estocolmo serviu como um ponto fundamental, a identificação dos problemas ambientais que estavam ocorrendo. Após isso foram realizadas outras grandes reuniões ao redor do mundo. As discussões sobre a Educação só aumentaram, tendo em vista que, ela não poderia ser uma ciência tratada à parte ou uma disciplina isolada, mas uma educação em que deveria está integrada nas diferentes formas do saber, sendo discutido durante o seminário realizado em Tammi. (COMISSÃO NACIONAL FINLANDESA PARA A UNESCO, 1974).

De acordo com Medina (2008), em 1975 foi criado o PIEA, em colaboração da UNESCO com o PNUMA e teve como finalidade promover nos países-membros, o conjunto de meditação, atuação e realização internacional nessa área.

Na década de 80 uma crise afetava a situação econômica do Brasil e de outros países ao redor do mundo, bem como ocorreu um agravamento dos problemas ambientais. A economia e a ecologia estavam bastante ligados e novas metas precisavam ser elaboradas para o bem estar social e econômico (MEDINA, 2008).

A lei nº 6.983/81 define a Política do Meio Ambiente no Brasil e assinala a Educação Ambiental como um dos princípios que torna seguro a preservação e melhoria na qualidade ambiental oferecida à sociedade, visando crescimento socioeconômico ao país e uma vida justa ao ser humano. Logo, seria necessário fixar valores a Educação Ambiental, devendo ser inserida em todos os níveis de ensino e em programas sociais, visando a participação efetiva na contribuição para defesa do meio ambiente. E para que haja uma conscientização por parte da sociedade, essa lei estabelece que a Educação Ambiental seja mediada e inserida em todos os níveis de ensino e programas direcionados as comunidades (MEDINA, 2008).

No próximo ponto, será discutido qual a relação da Educação Ambiental com o ensino de Química, descrevendo a sua importância na promoção da alfabetização científica para a conscientização dos estudantes nos espaços formais de aprendizagem.

### 2.3 A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O ENSINO DE QUÍMICA.

O ensino envolvendo a temática Meio Ambiente foi introduzido nas atividades de diversos componentes curriculares tanto na parte de ensino fundamental como no ensino médio, tendo como aporte teórico as ideias dos PCN's (BRASIL, 1998).

Nesse sentido, o ensino de Química que antes era voltado apenas para as atividades experimentais, passou a trabalhar às áreas ambientais e sociais, buscando articular com o conhecimento científico (BRASIL, 1998; 1999).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1999) sugerem que a disciplina de Química seja trabalhada de forma contextualizada, vinculada com o cotidiano social, gerando uma compreensão significativa do conteúdo apresentado. O professor tem como responsabilidade apontar caminhos para que o aluno consiga construir seu próprio conhecimento.

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei Nº 9394/1996) e os PCNEM (2000), há necessidade de se desenvolver uma formação para cidadania, buscando trabalhar nos alunos a capacidade de tomada de decisões acerca dos problemas vivenciados em seu cotidiano,

buscando compreender as relações entre a ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

Os PCN's (BRASIL, 2008) afirmam que os professores devem se perguntar como estão ajudando seus alunos a compreenderem qual a relação que o ensino de Química apresenta com as questões ambientais. Pois, observa-se que em muitos casos não se leva em consideração quais os benefícios que esta ciência apresenta, não havendo uma aproximação das informações científicas com o contexto sociocultural dos sujeitos a partir dos problemas ambientais. Muitas questões poderiam ser discutidas para compreender até que ponto a Química contribui para provocar danos à natureza, ou mesmo ajudar a controlar a emissão de gases poluentes, o descarte de resíduos sólidos e líquidos no meio ambiente, etc. O Meio Ambiente, a todo instante sofre modificações pelo homem, onde muitas vezes não têm retorno e nem reparação (SANTOS e MÓL, 2010).

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (1998), a Química participa do desenvolvimento científico-tecnológico da sociedade trazendo importantes contribuições que têm alcance econômico, social e político. Desta forma, dentro do espaço escolar é necessário esclarecer a visão errônea que muitos alunos possuem ao relacionarem a Química apenas à parte prejudicial, uma visão que é causada, sobretudo por informações unilaterais, o que acaba deturpando a realidade do papel da Química na sociedade contemporânea. Em muitos casos, os meios de comunicação mostram a Química como vilã do século, enfatizando apenas os efeitos poluentes que certas substâncias provocam no ar, água e solo, não levando em consideração o seu papel frente ao controle das fontes poluidoras em todos os processos de produção, desde as diversas matérias-primas até os produtos finais, o que pode tornar mais eficaz os processos industriais. É preciso perceber que esta ciência contribui com estudos que buscam melhorar o meio ambiente como um todo, processo que acontece em centros de estudo e indústrias por todo o mundo.

Por esse motivo, deve-se tratar a Química como algo além da sala de aula, assim o aluno incluirá dentro de seu contexto esta disciplina como algo significativo e construtivo para sua formação social e para isso a escola tem o seu papel e exercício de reconhecer e relacionar os conceitos científicos a

realidade ao qual seu aluno esteja inserido. No caso do estudo dos metais pesados, este assunto entra como um tema gerador que deve ser inserido através da contextualização, mantendo uma ponte de relação entre a Química e o Meio Ambiente, o que contribuirá para entender os impactos ambientais causados por concentrações desses metais acima do que a legislação permite. (SANTOS et al, 2010).

Na visão de Chassot (2003), o conhecimento químico, tal como é usualmente transmitido, quando é desvinculado da realidade do aluno, significa muito pouco para ele. Na visão de Vygotsky (1987, 1988) a interação do aluno com o contexto social pode possibilitar a esses sujeitos refletirem e questionarem sobre as questões referentes à ciência, o que favorecerá o seu desenvolvimento cognitivo, contribuindo para que o aluno redescubra o seu conhecimento já formalizado.

Pensando nestas questões, os PCNEM orientam e recomendam sobre a necessidade de se promover uma formação cidadã, logo:

[...] as competências e habilidades cognitivas e afetivas desenvolvidas no ensino de Química deverão capacitar os alunos a tomarem suas próprias decisões em situações problemáticas, contribuindo assim para o desenvolvimento do educando como pessoa humana e como cidadã. (BRASIL, 1999, p.32).

Para que os alunos se retirem da condição de meros espectadores e passem a transformar a aprendizagem em algo significativo, é preciso que eles possam associar os conteúdos científicos ao meio em que vivem, logo é necessário que a contextualização proposta pelos PCNEM (BRASIL, 1999) esteja presente na prática do professor, sendo um importante recurso a ser trabalhado com os alunos.

De acordo com Santos e Schnetzler (2003) uma das funções do ensino médio ultrapassa a formação profissional, fazendo com que o aluno seja estimulado a participar, se posicionando criticamente e sugerindo soluções acerca dos problemas vistos e vivenciados.

As OCNEM (BRASIL, 2006) para o ensino médio também defendem a necessidade de relacionar os conhecimentos científicos com o contexto social e cultural ao qual está inserido o aluno, como uma alternativa para torná-lo crítico frente aos problemas sociais e ambientais:

A discussão de aspectos sócio-científicos articuladamente aos conteúdos químicos e aos contextos é fundamental, pois propicia que os alunos compreendam o mundo social em que estão inseridos e desenvolvam a capacidade de tomada de decisão com maior responsabilidade, na qualidade de cidadãos, sobre questões relativas à Química e à Tecnologia, e desenvolvam também atitudes e valores comprometidos com a cidadania planetária em busca da preservação ambiental e da diminuição das desigualdades econômicas, sociais, culturais e étnicas. (BRASIL, 2006, p.119)

Portanto, umas das questões que merecem ser discutidas dentro do Ensino de Química, é o estudo dos metais pesados, buscando apontar qual a relação que estes apresentam com o Meio Ambiente. É o que será discutido no próximo ponto a seguir.

#### 2.4. O QUE SÃO METAIS PESADOS?

Geralmente o conceito metal pesado é usado e associado como uma substância tóxica, que foi resultado de algum descarte indevido no meio ambiente. (LIMA e MERÇON, 2011)

O seu conceito também pode ser feito a partir de suas propriedades químicas, e de acordo com Duffus (2002), em uma longa revisão bibliográfica sobre as definições de metal pesado, em um relatório técnico apresentado à IUPAC, foi destacado as principais definições como sendo: a massa específica: os metais pesados apresentam uma massa específica elevada, tendo os valores 3,5 e 7,0g/cm<sup>3</sup>, como referência; sua massa atômica elevada: sendo o sódio usado como referência e também seu número atômico elevado, tendo o cálcio como referência. (LIMA e MERÇON, 2011).

Outros autores acharam importante destacar outros aspectos na definição dos metais pesados. Hawkes (1997) observou a capacidade que esses metais têm de se unirem a sulfetos e hidróxidos insolúveis, a formação de sais e a formação de complexos coloridos.

Os fatores ambientais e toxicológicos foram associados á definição de metais pesados, após o descarte inadequado dos metais que causam impactos ao ambiente e à saúde humana. Com o estudo da toxicologia, que é a ciência que estuda os efeitos nocivos das substâncias com os seres vivos (MORAES et al, 1991), afirma-se que cada metal pode apresentar um efeito tóxico específico em determinado ser vivo. (LIMA e MERÇON, 2011).

#### **2.4.1 Os Metais Pesados e o Meio Ambiente.**

Os metais são substâncias presentes no meio ambiente, e a maioria é fundamental aos vegetais, animais e ao próprio homem. Em condições naturais, as principais fontes desses elementos são as rochas e os sedimentos. Fontes antropogênicas, incluindo emissões industriais, efluentes, fertilizantes, condicionadores de solo e pesticidas, podem contribuir no aumento da concentração de metais no meio ambiente. Na realidade, existe uma dificuldade em diferenciar o aumento dos níveis de metais no meio ambiente devido às fontes naturais e/ou antropogênicas (BARROS, 2006; SILVEIRA, 2002).

A concentração de metais pesados no meio ambiente é resultado da combinação do processo de formação de interações, atividades humanas e agrícolas. Doze metais são considerados essenciais para o homem: sódio (Na), magnésio (Mg), potássio (K), cálcio (Ca), cromo (Cr), manganês (Mn), ferro (Fe), cobalto (Co), cobre (Cu), zinco (Zn), selênio (Se) e molibdênio (Mo). Com relação aos elementos não essenciais, mercúrio (Hg), chumbo (Pb), cádmio (Cd) e arsênio (As), eles são tóxicos ao ser humano, que na maioria das vezes são responsáveis pelos problemas de saúde devido a poluição do meio ambiente, quando em concentrações acima dos valores que são permitidos (BERGLUND et al, 1984; TOMA, 1985).

A quantidade total dos metais no meio ambiente é distribuída em diferentes frações. Os metais podem estar presentes como íons-livres e complexos organo-minerais solúveis ou adsorvidos às partículas sólidas. O movimento dos metais em solos contaminados com biossólidos depende da composição desse resíduo e as frações solúveis e trocáveis são as mais importantes em relação à poluição de lençol freático e a nutrição de plantas (SASTRE et al, 2001).

A Tabela 3.1 informa os valores de concentração permissíveis e suportáveis pelos seres humanos para alguns metais.

**Tabela 3.1** - Concentrações permissíveis e suportadas pelos seres humanos para alguns metais.

Metal	Símbolo Químico	Concentração máxima permissível	
		mg m <sup>-3</sup>	µmoles m <sup>-3</sup>
Mercúrio	Hg	0,144	0,720
Chumbo	Pb	5,000	24,000
Cádmio	Cd	10,000	89,000
Selênio	Se	10,000	127,000
Níquel	Ni	13,400	228,000
Cromo	Cr	50,000	962,000
Ferro	Fe	300,00	5372,000

Fonte: Adaptado Barros, 2006.

#### 2.4.2 Metais Pesados nos Alimentos.

A presença dos metais em nosso corpo é mais importante do que se possa imaginar. Altas concentrações dos mesmos podem nos trazer sérios riscos de saúde, mas nas condições permissíveis, sendo importante está em nossa dieta, para exercer as funções vitais do organismo. A ausência dos mesmos podem causar diversas doenças, entre elas: anemia, por deficiência do ferro, retardamento do crescimento de crianças, por falta do zinco. Em outros casos, alguns metais não são permitidos em nenhuma concentração, podendo causar sérias intoxicações se ingeridos, é o caso do arsênio, chumbo, mercúrio e cádmio. (MASSABNI, 2006)

Destacando, ainda, a importância de outros metais para existência humana, consideramos o cromo, o manganês, o cobalto, o níquel, o cobre e o molibdênio, responsáveis por regular a produção de energia para que o organismo funcione bem. (MASSABNI, 2006)

Para que o corpo tenha um bom funcionamento, é preciso que haja equilíbrio na alimentação, não havendo nem falta, nem excesso desses metais. Um desequilíbrio na concentração de alguns dos elementos pode causar à morte. Para manter esse equilíbrio, é necessária uma alimentação saudável e balanceada. Rica em cálcio, que está presente no leite e nos queijos; no sódio,

e podemos encontrá-lo nas carnes, manteigas e peixes; no potássio, presente nas frutas secas, nozes, carnes e vegetais; no magnésio, encontrados nos cereais e verduras; no ferro, presente no fígado, carnes, ovos, cereais e frutas; no zinco, encontrado na gema do ovo; no níquel, em espinafre e nozes. (MASSABNI, 2006)

Entre os metais que não podem ser encontrados no organismo, que causam distúrbios se ingeridos estão: o arsênio, que quando absorvido pelo organismo, causa graves doenças cardiovasculares, renais, intestinais e até a morte; e aqueles que denominamos de metais pesados, que são tão quanto prejudiciais quanto o arsênio. (MASSABNI, 2006)

Os metais pesados por não terem função biológica conhecida, são considerados não essenciais no organismo, sendo assim chamados, de bioacumulativos, ou seja, elementos que são altamente reativos e o organismo não são capazes de eliminá-los. (CONAMA, 2008)

Dentre esses elementos, podemos citar o chumbo, que é absorvido por vias respiratórias e pelo sistema gastrointestinal. Os malefícios causados por sua contaminação seguem com distúrbios neurológicos, gastrointestinais e renais. Em altas concentrações pode levar à morte. O mercúrio causa intoxicação nas suas três formas, sendo estas: metálico, compostos organomercúricos e os sais de mercúrio. Semelhante ao chumbo, suas vias de contaminação são as vias respiratórias e o sistema gastrointestinal. Atingindo os sistemas neurológicos, respiratório, intestinal, distúrbios visuais, perda da audição e até a morte. O cádmio, um elemento encontrado nas pilhas e baterias de telefones celulares, causando intoxicações fortes. Destaca-se também problemas como distúrbios gastrointestinais e paralisia renal. (CONAMA, 2008)

O tratamento para intoxicações causadas por chumbo, mercúrio e cádmio está basicamente centrado na utilização de antídotos, que são substâncias químicas de diferentes classes. Algumas destas substâncias recebem o nome de agentes complexantes ou quelantes e podem ser naturais ou sintéticas. Quando chegam ao organismo, esses antídotos se ligam aos íons metálicos que causam a intoxicação e formam compostos de elevada estabilidade que depois são eliminados, em geral pela urina. Alguns exemplos de complexantes são a penicilamina, o EDTA, o dimercaprol e o ácido 2,3-dimercaptosuccínico (DMSA).(MASSABNI, 2006)

A Tabela 3.2 informa alguns metais pesados e suas causas ao organismo humano quando ingeridos.

**Tabela 3.2 – Exemplos de metais pesados nocivos à saúde humana**

Fonte: Conselho Regional de Química, 2013.

Metal	Origem antrópica	Problemas a saúde humana
<b>Cádmio</b>	Baterias de Celular	Pode causar intoxicação aguda ao corpo humano, sendo que seus efeitos mais marcantes são os distúrbios gastrointestinais (dores abdominais, náuseas e vômitos) e paralisia renal.
<b>Chumbo</b>	Baterias de Automóveis	Pode causar intoxicação basicamente através da absorção pelo sistema gastrointestinal e pelas vias respiratórias. Provoca distúrbios neurológicos (dores de cabeça, convulsões, delírios e tremores musculares), gastrointestinais (vômitos e náuseas) e renais.
<b>Mercúrio</b>	Lâmpadas, Extração de ouro, Termômetros.	Pode causar danos neurológicos e respiratórios, disfunções renais e gastrointestinais, distúrbios visuais, perda de audição, tremores musculares, paralisia cerebral e até a morte.

Fonte: Conselho Regional de Química, 2013.

### 2.4.3 Influências de metais pesados na água.

Na visão Clarisse (1999), a presença de metais pesados nas águas reduz a capacidade autodepurativa destas, pois exercem ação tóxica sobre os microrganismos, os quais são responsáveis pela destruição dos materiais orgânicos. Logo, ocorre uma redução brusca na DBO com igual grau de eutroficação. Nesse sentido, torna-se necessário a avaliação da qualidade da água, através da análise da concentração de metais pesados, pois uma alta quantidade de oxigênio na água nem sempre significa condições aeróbicas saudáveis; podendo indicar um envenenamento por metais pesados.

A classificação das possíveis formas químicas orgânicas e inorgânicas de metais nas águas naturais é: íon metálico livre hidratado, complexos metálicos lábeis, complexos metálicos inertes e metais associados a partículas coloidais. Na visão de Batley e Gardner (1977), particulado é definido como todo material que é retido por um filtro, de 0,45  $\mu\text{m}$ , enquanto na fração dissolvida permanece toda espécie que atravessa o filtro. Muitas partículas

coloidais (0,01–0,5  $\mu\text{m}$ ) podem ser incluídas na fração dissolvida. Os autores, afirmam que em águas naturais, grande parte da matéria orgânica está sob a forma coloidal, de origem e composição amplamente diversificada, logo estes coloides têm ação potente na adsorção e oclusão de metais pesados. São ligantes muito mais fortes do que qualquer outro ligante simples.

Os autores Metcalf e Eddy (1991) discutem que os efluentes líquidos das indústrias ou nos setores de eletrodeposição, anodização e outros tratamentos de superfícies metálicas são constituídos, principalmente, pelas águas de lavagem de peças que seguem as operações de desengraxe alcalino, decapagem ácida e eletrodeposição. Logo, os despejos só podem ser realizados dentro de padrões determinados em Normas Técnicas. Para que isso ocorra é necessário que os efluentes industriais sejam isentos de cargas poluidoras.

## 2.5 OS METAIS PESADOS NO ESTUDO DA ELETROQUÍMICA.

Podemos abordar o assunto dos metais pesados no conteúdo de eletroquímica, sendo esta a parte da química que estuda as transferências de uma reação para outra. A principal abordagem neste conteúdo são as pilhas e baterias, o seu funcionamento, seu processo de oxidação e redução, seu potencial elétrico, e entender que a causa de alguns metais serem escolhidos para fabricação de pilhas, é sua habilidade de reatividade com outros elementos (DUTTON, 2007).

O cientista Linnus Pauling classificou os elementos de acordo com sua reatividade:

Cs - Li - Rb - K - Ba - Sr - Ca - Na - Mg - Be - Al - Mn - Zn - Cr - Fe - Cd  
- Co - Ni - Sn - Pb - H- Sb - Bi - Cu - Hg - Ag - Pd - Pt - Au

A ordem em que os elementos estão aparecendo depende do seu caráter metálico. Quanto mais reativo, maior seu caráter metálico, que é na verdade sua capacidade de perder elétrons, estando relacionada com a eletronegatividade e a energia de ionização (KRÜGER, 1997)

Os metais são ótimos condutores de corrente elétrica e essa condução pode ocorrer de duas maneiras distintas, através dos elétrons ou dos íons.

Essas duas correntes são provocadas pelo que se chama de ddp (diferença de potencial). A corrente elétrica se dá pelo movimento ordenado dos elétrons no retículo cristalino do metal, estabelecido pelo DDP (KRÜGER, et. al, 1997)

As reações de oxidação são aquelas nas quais a espécie química perde elétrons. Essas reações sempre ocorrem espontaneamente. A espécie que reduz, chama-se agente oxidante e a espécie que oxida, chama-se agente redutor (DUTTON, 2007)

Na visão deste autor, o cientista Daniell em 1836 construiu um dispositivo, ao qual mais tarde foi chamado de pilha, em que havia transferência de elétrons, onde eletrodos foram interligados e imersos em uma solução com seus respectivos íons. Ele observou que uma chapa aumentava e outra diminuía, sendo chamado esse processo de oxidação e redução. Daniell percebeu que, se ligasse 2 eletrodos feitos de metais diferentes, o metal mais reativo iria transferir seus elétrons para o cátion do metal menos reativo, em vez de transferi-los para os seus próprios cátions em solução (DUTTON, 2007).

As pilhas são um dispositivo onde constituem dois eletrodos, que são arranjados de modo a produzirem energia elétrica. E as baterias são um conjunto de pilhas agrupadas em série (BOCCHI, et. al, 2000).

As pilhas e as baterias podem ser classificadas em dois tipos: Primárias e secundárias. As primárias não são recarregáveis, as secundárias, estas sim podem ser recarregáveis, tendo essas em suas composições metais pesados como: chumbo, cádmio e níquel (BOCCHI et al, 2000).

As baterias e pilhas secundárias são as que mais vendem por apresentarem essa característica de serem recarregáveis e são usadas em aparelhos que requerem alta potência (BOCCHI et al, 2000).

Uma bateria que é classificada como secundária e que se pode citar por conter metal pesado é a bateria de níquel/cádmio. Ela apresenta altas correntes elétricas, mantém um potencial constante, em baixas temperaturas consegue operar e possui uma vida bastante longa em duração. Por outro lado é uma das baterias que mais causa impacto ambiental por conter cádmio em sua composição (BOCCHI et al, 2000).

### **2.5.1 Políticas de Preservação do Descarte de Metais Pesados no Meio Ambiente.**

O descarte inadequado de pilhas e baterias que contêm metais pesados é muito grande, e causa um grande impacto ecológico, causando riscos para o meio ambiente e a população. Elas são classificadas como resíduos perigosos, altamente tóxicos e não biodegradáveis (MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DA RORAIMA, 2010).

A forma como esses dispositivos são descartados e conseqüentemente o vazamento de suas substâncias tóxicas contamina solos, rios, flora e fauna, chegando até a cadeia alimentar, onde entra na dieta humana, causando problemas de saúde. Segundo a Lei de Crimes Ambientais, Nº 9.605 de 1998, é crime lançar qualquer metal que possa degradar o meio ambiente. (MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DA RORAIMA, 2010).

A Resolução Conama nº 257/99 estabelece, em seu Artigo 6º, os limites para os metais pesados cádmio, chumbo e mercúrio e diz que se as concentrações desses produtos estiverem acima dos padrões estabelecidos, os mesmos devem ser recolhidos pelos fabricantes para terem um destino correto. (CONAMA Nº 257/99, 2008).

Até aqui, foi possível perceber as aplicações dos metais pesados e suas implicações ao Meio Ambiente, havendo a necessidade de trabalhar com este tema gerador a partir do Ensino de Química. No próximo ponto será apresentado o percurso metodológico traçado para se atingir os objetivos desta pesquisa.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. ABORDAGEM METODOLÓGICA

A presente pesquisa possui natureza quali-quantitativa, tendo em vista que esta primeira leva em consideração a existência de uma relação mais dinâmica entre o mundo real e o sujeito, sendo descritiva, isto é, houve um levantamento dos dados, buscando analisá-los, utilizando o método indutivo. Na pesquisa quantitativa os dados coletados são transformados em números que, após análise, apresentam conclusões que são generalizadas para todo o universo da pesquisa (GIL, 2007).

Segundo Creswell (2003), quando os dados qualitativos e quantitativos são coletados e analisados para estudá-los em um único trabalho, a abordagem é chamada mista, um reforça a abordagem do outro método.

Em relação aos objetivos, a pesquisa é caracterizada como exploratória, pois tem por objetivo explorar um problema visando torná-lo explícito ou construir hipóteses (GIL, 2007).

Em relação aos procedimentos, a pesquisa é classificada como uma pesquisa-ação, na qual, segundo na visão de Thiollent (1988), trata-se de um tipo de investigação social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo, no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

De acordo com Brown e Dowling (2001), esta pesquisa é aplicada a projetos em que o pesquisador busca realizar as transformações em suas próprias práticas. Segundo Fonseca (2002), o processo de pesquisa recorre a uma metodologia sistemática, no sentido de transformar as realidades observadas, a partir da sua compreensão, conhecimento e compromisso para a ação dos elementos envolvidos na pesquisa.

Neste sentido, a formação do conhecimento não está apenas ligada ao aprofundamento teórico, mas também quando há intervenção na realidade analisada (CALAZANS, 1999; BRIDI, 2004). O pesquisador, quando participa na ação, traz consigo uma série de conhecimentos que serão o substrato para a realização da sua análise reflexiva sobre a realidade e os elementos que a

integram. A reflexão sobre a prática implica em modificações no conhecimento do pesquisador.

A pesquisa foi desenvolvida a partir das seguintes etapas:

- Consulta de periódicos, artigos, livros, revistas que tratam sobre o objeto de estudo;
- Discussão teórico-metodológica;
- Aplicação dos questionários;
- Análise e discussão dos resultados da pesquisa.

### 3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

Nesta pesquisa, o público alvo foram alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública do Município de Queimadas-PB. A turma é composta por 33 alunos e todos participaram efetivamente da pesquisa.

### 3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Foram aplicados questionários com questões de múltipla escolha e abertas (APÊNDICES). O primeiro questionário (PRÉVIO) tinha como objetivo de diagnosticar como vem sendo trabalhado o Ensino de Química na escola pesquisada, buscando apresentar quais as suas potencialidades e limitações. Após a aplicação da sequência didática, foi aplicado um questionário (PÓS) contendo questões gerais (metodológicas) com intuito de diagnosticar como vem sendo desenvolvido o ensino de Química na escola e as questões específicas (de caráter conceitual), que tinham como objetivo verificar qual foi o rendimento que os alunos tiveram a partir da proposta executada.

### 3.4 INSTRUMENTO(S) DE ANÁLISE DOS RESULTADOS DA PESQUISA

Os dados obtidos serão tabulados, apresentados em gráficos e tabelas, com posterior análise descritiva, baseando-se, em referenciais teóricos que discutem sobre o objeto em estudo.

### 3.5 DESCRIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.

A sequência didática é um conjunto de atividades bem ordenadas, que se apresentam de forma estruturada e bem articuladas para alcançar objetivos de aprendizagem significativa. Elas apresentam um princípio e um fim que passam a ser conhecidos tanto pelos professores como pelos estudantes (ZABALA, 1998).

O trabalho com as sequências didáticas tem a finalidade de permitir a elaboração de contextos de produção de forma precisa. Logo, isto ocorre por meio de atividades e exercícios múltiplos e variados cujo objetivo é buscar oferecer aos alunos noções, técnicas e instrumentos que possam trabalhar as suas capacidades de expressão oral e escrita em diversas situações de comunicação (DOLZ, 2004).

A sequência didática foi construída a partir das perspectivas propostas pelos documentos referenciais curriculares (PCN, PCN+ e OCEM) e o conteúdo explorado para trabalhar, foi à problemática dos metais pesados a partir do descarte de pilhas e baterias no Meio Ambiente, buscando articular com os conceitos de eletroquímica.

O quadro 1 irá descrever as etapas executadas na proposta, bem como as atividades e os objetivos que se pretendeu alcançar com as atividades.

**Quadro 1:** Etapas realizadas da Sequência Didática.

<b>Sequência Didática: Pilhas e Baterias</b> <b>Nº de aulas: 4</b>		
<b>ETAPAS</b>	<b>ATIVIDADES REALIZADAS</b>	<b>OBJETIVOS DAS ATIVIDADES</b>
<b>1º Momento:</b> Levantamento das Concepções Prévias	O primeiro momento estava relacionado ao levantamento das concepções prévias dos alunos, onde se procurou investigar com alguns questionamentos o que os mesmos sabiam sobre o assunto Pilhas e Baterias. (questionário pré)	-Levantamento das concepções prévias dos alunos com base em questionamentos (Leitura de imagens)
<b>2º Momento:</b> Aplicação do	Nesse momento foi feita	-Conscientizá-los sobre a situação do

vídeo “Pilhas e Baterias”	uma discussão do vídeo intitulado “Pilhas e Baterias”, em que o mesmo relatava todas as formas de uso, em sua grande capacidade de tornar útil a utilização dos mais diversos aparelhos, desde relógios até automóveis, incluindo sua fabricação e como o seu descarte inadequado pode causar sérios danos ao meio ambiente. Assistido o vídeo, foi aberta uma discussão, em que os alunos passaram a socializar as ideias e em seguida responderam a alguns questionamentos propostos na sequência.	descarte inadequado das pilhas e baterias no meio ambiente a partir da poluição gerada pelos metais pesados.
<b>3º Momento:</b> O processo de ensino com exposição dos conceitos	No terceiro momento foi “iniciado” o processo de ensino com a construção dos conceitos de Pilhas, Metais Pesados, reações de óxido redução; Eletroquímica; Tipos de pilhas; Pilha de Daniel.	-Apresentar os conceitos e suas principais aplicações articulando com a leitura de imagens e as ideias do vídeo e apontando novas situações problemas que tem relação com o estudo.
<b>4º Momento:</b> Aplicação do vídeo “Metais Pesados”	O quarto momento, foi direcionado a um vídeo falando sobre os metais pesados, como podemos identificá-los e suas consequências quando em contato com o organismo humano, ou quando descartados inadequadamente.	-Chamar a atenção dos alunos para a questão ambiental quando há lançamento inadequado na natureza de materiais que possuem algum metal pesado, como as pilhas, gerando graves consequências, como por exemplo, contaminação de solo, rios, invadindo nossa cadeia alimentar e chegando até nosso organismo.
<b>5º Momento:</b> Avaliação da Aprendizagem	No quinto e último momento, foi aplicado um questionário pós, para avaliar a aprendizagem dos alunos, a partir de questões contextualizadas.	- Verificar se ocorreu ou não alguma evolução dos conceitos após a aplicação da sequência didática e ainda avaliar entre os alunos se a metodologia de ensino adotada pela pesquisadora contribuiu no processo de aprendizagem dos estudantes e se despertou interesse e motivação.

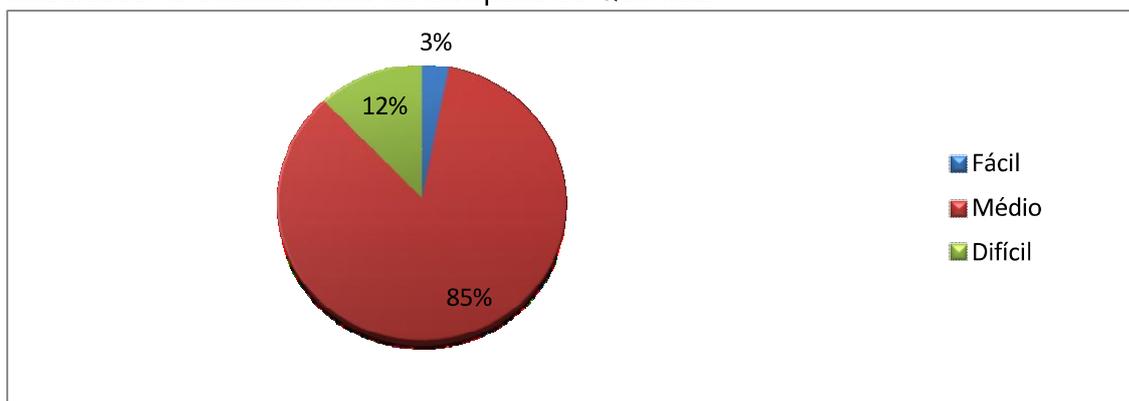
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir serão apresentados os resultados obtidos a partir da aplicação dos questionários com os alunos.

### 4.1 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS PRÉ SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O primeiro questionamento feito aos alunos tinha o objetivo de diagnosticar qual o grau de dificuldade no entendimento dos conteúdos de Química ministrados pelo professor. A Figura 1 apresenta os resultados obtidos a partir da aplicação do instrumento com os alunos.

**FIGURA 1:** Avaliação dos alunos frente a sua visão geral a respeito do grau de dificuldade no entendimento da disciplina de Química.



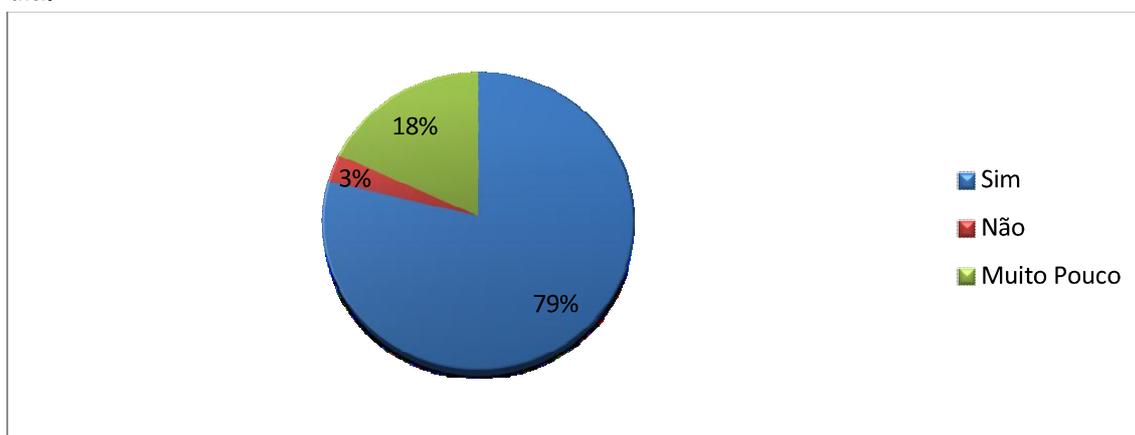
É possível observar, a partir dos resultados expressos na figura acima, que 3% dos estudantes consideram o ensino de Química fácil, 85% dos alunos apresentam algum tipo de dificuldade e 12% consideram este ensino difícil. É possível perceber a partir destes resultados que a grande maioria (97%) dos alunos apresenta dificuldades de aprendizagem no Ensino de Química. Sobre estas dificuldades de aprendizagem no Ensino de Química os PCN's apontam uma série de fatores que contribuem dos quais podemos perceber no trecho a seguir:

Vale lembrar que o ensino de Química tem se reduzido à transmissão de informações, definições e leis isoladas, sem qualquer relação com a vida do aluno, exigindo deste quase sempre a pura memorização, restrita a baixos níveis cognitivos. Enfatizam-se muitos tipos de classificação, como tipos de reações, ácidos, soluções, que não representam aprendizagens significativas. Transforma-se, muitas vezes, a

linguagem Química, uma ferramenta, no fim último do conhecimento. Reduz-se o conhecimento químico a fórmulas matemáticas e à aplicação de “regrinhas”, que devem ser exaustivamente treinadas, supondo a mecanização e não o entendimento de uma situação-problema. Em outros momentos, o ensino atual privilegia aspectos teóricos, em níveis de abstração inadequados aos dos estudantes (BRASIL, 1999, p. 32).

Na Figura 2, se buscou diagnosticar se os estudantes conseguem perceber a importância da Química dentro de seu contexto ajudando-o a resolver situações problemas. A Figura referente à segunda questão apresenta os resultados obtidos.

**FIGURA 2:** Percepção dos alunos em relação à importância da Química em seu dia a dia.



Na figura 2 observa-se que a maior parte dos alunos respondeu que conseguem identificar a importância da Química no seu cotidiano (79%), outra parte respondeu que muito pouco consegue identificar a importância (18%), e apenas (3%) não percebe tal importância. Os dados expressam que uma grande maioria dos estudantes conseguem perceber a importância do estudo da Química em seu contexto, ou seja, esta escola possivelmente vem executando um Ensino de Química que se apoia no tratamento contextualizado dos conteúdos científicos, o que tem gerado esses resultados. Outros estudantes, o que representa 21%, não conseguem ou muito pouco percebem esta importância. Neste sentido, há necessidade de se promover um Ensino de Química crítico, reflexivo e humano trazendo para a sala de aula conhecimentos relevantes que estejam relacionados ao contexto do aluno a partir de temas geradores que tem relação com aspectos da ciência,

tecnologia, sociedade e meio ambiente. É o que dentro da área de Ensino de Química, chama-se de contextualização. Sobre esta questão, os PCNEM afirmam que contextualizar o conteúdo nas aulas de Química com os estudantes significa assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto se apresentando como recurso por meio do qual se busca dar um novo significado ao conhecimento escolar, possibilitando ao aluno uma aprendizagem significativa (BRASIL, 1999).

Com relação à questão discursiva no item 3 buscou-se diagnosticar qual o conhecimento que eles tinham a respeito dos metais. Para compreender as respostas analisadas, foi elaborado um quadro com base nas respostas atribuídas pelos alunos. O quadro 2 à seguir apresenta os resultados obtidos através da aplicação do instrumento com os alunos.

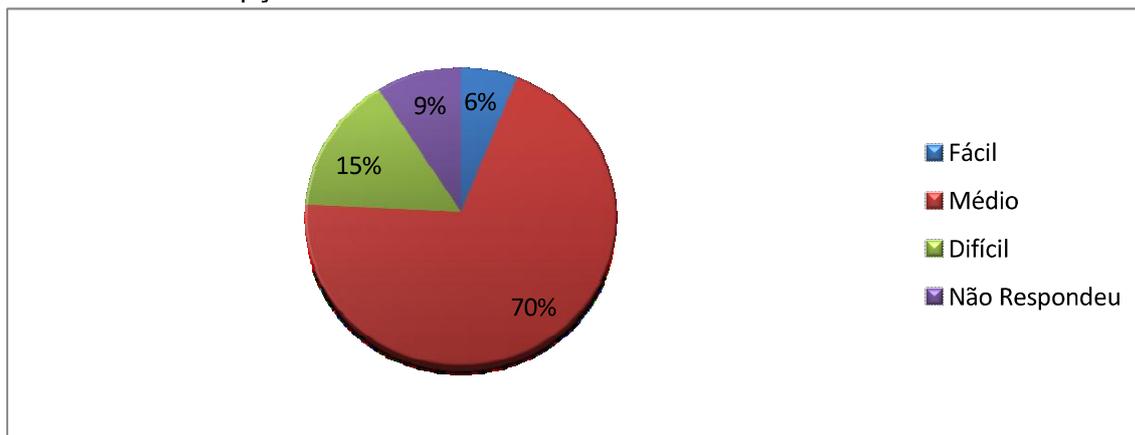
**Quadro 2.** Conhecimento dos alunos acerca dos Metais.

Categoria 1.1 Conhecimento dos Estudantes à Respeito dos Metais		
SUBCATEGORIA	NÚMERO DE FALAS (%)	FALA DO SUJEITO
1.1.1 O aluno apresentou conhecimento sobre os metais a partir de exemplos que estão em seu contexto.	24%	“São muito utilizados no nosso dia a dia, como o ferro que é encontrado em comidas, e em materiais como cadeiras.” (Aluno 1).
1.1.2 O aluno apresentou conhecimentos sobre os metais a partir de suas características.	32%	“É sólido, forte e resistente.” (Aluno 2).
1.1.3 O aluno apresentou conhecimento sobre os metais de forma abrangente, não citando nenhuma de suas características físicas.	29%	“É um grupo de elementos da tabela periódica” (Aluno 3).
1.1.4 O aluno apresentou, frente à definição dos metais, concepções alternativas.	12%	“Através do metal se espalha a energia.” (Aluno 4).

1.1.5 Erro Conceitual	3%	“O metal é uma química.” (Aluno 5).
-----------------------	----	-------------------------------------

A partir dos resultados expressos acima, foi possível perceber que os alunos trazem consigo alguma ideia sobre o estudo dos metais: 24% apresentaram exemplos dentro de seu contexto, 32% apresentaram conhecimento frente às características dos metais, 29% associaram os metais com informações químicas de forma superficial, 12% apresentaram concepções alternativas e 3% apresentaram erros conceituais. Essa pergunta foi importante para que se pudesse diagnosticar quais as primeiras concepções que os estudantes traziam sobre o estudo dos metais pesados, logo foi observado que os metais são conhecidos por todos. Eles sabem que os metais são dúcteis, bons condutores de calor e eletricidade. Mas em uma pergunta simples se observou que eles não conseguem associar o conhecimento químico, com aspectos do seu dia a dia. Muitas pesquisas no campo da didática apontam que é necessário se levar em consideração ao se iniciar uma aula, o conhecimento prévio do aluno. É o que se classifica como levantamento das concepções alternativas. Na visão de Schenetzler (1992), no processo de aprendizagem devem-se levar em consideração as concepções alternativas que os estudantes apresentam. Caso isso não seja feito, poderá comprometer a aprendizagem do aluno provocando uma aprendizagem mecânica, que será caracterizada por um acúmulo de informações sem nenhuma interação entre os conceitos que apresentam importância existentes nas estruturas cognitivas do aprendiz, ocasionando um ensino baseado na memorização.

Na Figura 3 será apresentado o dados obtidos, referente à quarta questão, que questiona os alunos a respeito do grau de dificuldade sobre o conteúdo dos Metais.

**FIGURA 3:** Percepção dos alunos frente ao conteúdo dos Metais.

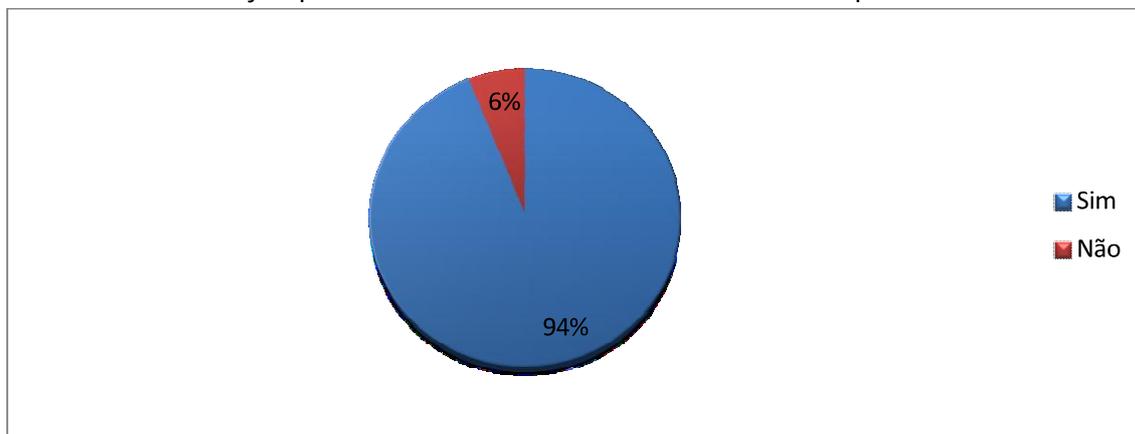
Na Figura 3, se observa que 70% dos alunos consideram o assunto dos metais de dificuldade média, isto é, apresentam algum tipo de dificuldade no entendimento quando o conteúdo foi transmitido pelo professor. Outra parte bem menor (6%) dos alunos consideram o assunto fácil, 15% consideram o assunto difícil e 9% não responderam. Entende-se a partir destes dados, que não tem como trabalhar este conteúdo de forma descontextualizada, já que o assunto está presente em nosso cotidiano através da alimentação, dos objetos que utilizamos, sejam pessoais, domésticos ou industriais. De acordo com os PCN's é fundamental utilizar a contextualização no Ensino de Química para que ocorra uma relação direta entre o sujeito e o objeto, a partir da transmissão de conhecimentos socialmente relevantes (BRASIL, 1999).

A escola retira completamente o aluno de uma possível condição de expectador passivo quando introduz em sua metodologia de ensino, o conhecimento de modo contextualizado. Os (24%) alunos que acham o assunto difícil ou não responderam, pode estar relacionadas às dificuldades apontadas por Kempa (1991, apud FREIRE et al, 2012) que tem relação com a natureza das ideias prévias, dificuldades de estabelecer relações significativas com os conceitos que se pretende que o aluno aprenda, a demanda de conteúdos e a complexidade de uma tarefa que o estudante necessita aprender, a capacidade que ele apresenta para saber organizar e processar uma determinada informação, a competência linguística, a pouca coerência entre a forma de aprender do aluno e a didática do professor.

Como é possível perceber esses dados vão de encontro com os das questões específicas que serão apresentadas adiante, revelando as dificuldades que os alunos apresentam no Ensino de Eletroquímica.

Na Figura 4, é mostrado o gráfico relacionado à quinta questão, que buscou levantar quais as concepções dos alunos sobre os metais.

**FIGURA 4:** Avaliação para saber se os metais eram conhecidos pelos alunos.

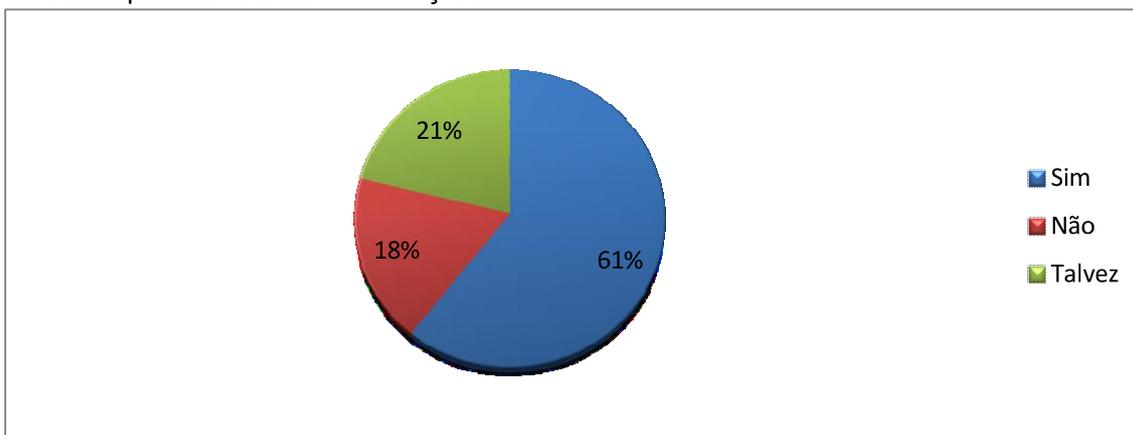


Na figura 4 se observa que 94% dos alunos conhecem algum metal, além de citarem também o nome de alguns, no entanto, 6% afirmaram que não conhecem nenhum metal. Possivelmente, essa dificuldade pode ser atribuída a forma como o conteúdo de Tabela Periódica foi transmitido. O modelo transmissão-recepção, ainda muito utilizado pelos professores, não contribui de forma significativa para o entendimento de determinados assuntos, sendo estes apenas memorizados pelos alunos, para realização de alguma atividade e logo após, esquecida. Esse método segue a ideia de Freire (1978) que atribui este ensino a uma educação bancária, onde o educador deposita as informações e os alunos recebem, memorizam e repetem, sem gerar problematização, sem externar opiniões, o que limita o aluno a ter acesso a um conhecimento mais elaborado. O professor deve ser um facilitador na transposição de conhecimento, para que ele possa contribuir na aprendizagem dos seus alunos.

Apesar de a tabela periódica classificar todos os metais de maneira clara, ainda existem dúvidas quanto à localização dos mesmos, suas características, onde são encontrados e extraídos, seus números de oxidação, tipos de ligações com outros elementos, entre outras características.

Na Figura 5, é mostrado o gráfico relacionado à sexta questão, que buscou questionar se os alunos saberiam informar se os metais estão presentes em sua alimentação.

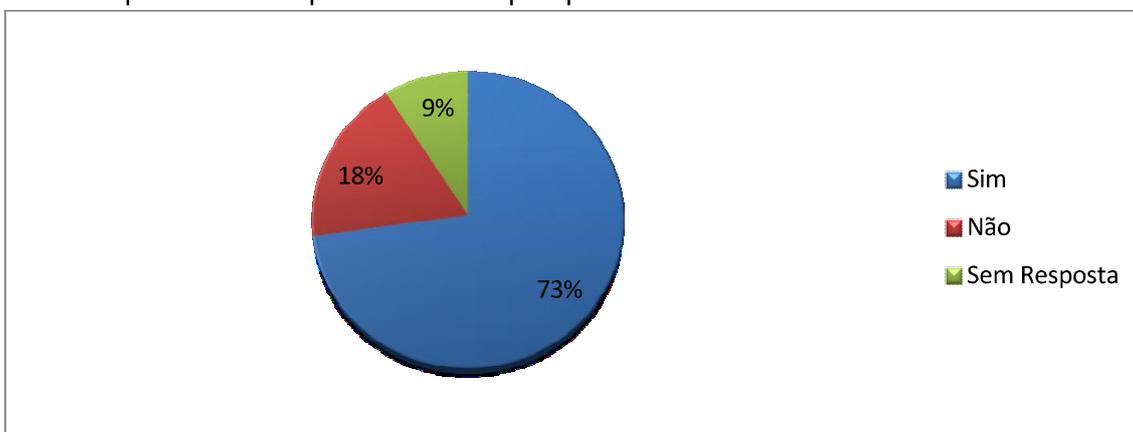
**FIGURA 5:** Avaliação para saber se os alunos saberiam informar se os metais estariam presentes em sua refeição.



Observa-se na Figura 5, que a maior parte dos alunos (61%) responderam que consomem algum metal em suas refeições, enquanto 18% afirmaram que não consomem e uma parcela (21%) ficou na dúvida quanto a pergunta. Nesse caso a maioria tem o conhecimento que alguns alimentos possuem metais, como por exemplo, o feijão que contém o ferro. No entanto, muitos ainda sentiram dúvidas e perguntaram se o ferro era metal. Foi observado, também que eles colocaram o nome do alimento, mas não responderam que metal estava associado ao mesmo.

A Figura 6, representa os resultados em que se buscou diagnosticar se as atividades, exercícios e avaliações desenvolvidas pelo professor ajudaram a compreender o conteúdo de metais a partir do enfoque CTSA e na perspectiva do ENEM.

**FIGURA 6:** Avaliação para saber se os alunos saberiam compreender o conteúdo dos metais a partir do enfoque CTSA e na perspectiva do ENEM.



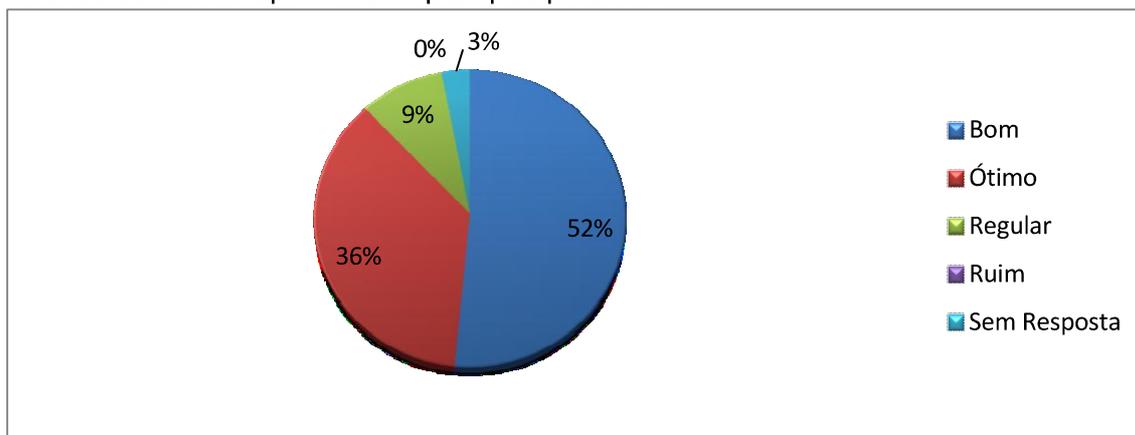
Observa-se na Figura 6, que a maior parte dos alunos (73%) conseguem perceber a abordagem dos metais nos aspectos relacionados à Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, a partir das avaliações feitas em sala de aula pelos professores. Outra parcela (18%) diz que essa abordagem não foi possível de ser visualizada. Já outros não responderam (9%). Observando os percentuais, percebe-se que a maioria dos alunos reconhecem a importância da relação CTSA na abordagem do estudo dos metais pesados. De acordo com Santos (1999) e Marcondes et al. (2009) a abordagem CTSA tem sido trabalhada cada vez mais nos currículos escolares. A educação básica por meio desse enfoque valoriza a forma como os conteúdos são organizados, diminuindo a distância e aumentando o vínculo entre o estudante e o contexto ao qual estão inseridos. Esta abordagem deseja, no entanto, oferecer um desenvolvimento, onde pensamentos que levam a crer que a Ciência é neutra, seja descartada, promovendo assim interesse pelas áreas de estudo acerca das interações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, desenvolvendo no aluno sua capacidade crítica, fazendo com que o mesmo entenda e perceba as necessidades que do mundo que o cerca, e tente de alguma forma, transformá-lo em algo melhor. Na visão de Chassot:

...seria desejável que os alfabetizados cientificamente não apenas tivessem facilitada a leitura do mundo em que vivem, mas entendessem as necessidades de transformá-lo – e, preferencialmente transformá-lo em algo melhor. (CHASSOT, 2003, p.94)

#### 4.2 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS PÓS SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O segundo questionamento feito aos alunos tinha o objetivo de avaliar a proposta de ensino aplicada pela pesquisadora. A Figura 7 irá apresentar os resultados obtidos a partir da aplicação do instrumento com os alunos.

**FIGURA 7:** Avaliação dos alunos frente ao seu aprendizado com relação à proposta didática de ensino apresentada pela pesquisadora.



É possível observar a partir dos resultados expressos no gráfico acima que 52% dos alunos afirmam que a metodologia empregada pela pesquisadora em sala de aula foi boa, 36% definiram como ótimo, 9% afirmaram que foi regular, nenhum aluno definiu como ruim e 3% ficaram sem resposta. Portanto, observa-se que a proposta didática foi bem aceita pela grande maioria dos alunos, o que pode-se considerar um aspecto positivo. Os alunos que discordam, possivelmente podem não ter alguma afinidade com a disciplina de Química. É necessário salientar que quando as aulas de Química são adotadas a partir de uma metodologia com base no modelo de ensino transmissão-recepção, através da utilização de aulas apenas expositivas, com o uso da fala, quadro e livro didático, pode ocasionar uma desmotivação nas aulas, gerando problemas na aprendizagem. Segundo os PCN's (1999), um dos grandes fatores que podem influenciar na falta de conhecimentos ou compreensão de alguns temas, se deve ao fato de que nem todas as escolas trabalham os conteúdos de maneira contextualizada. Com relação a este aspecto, os próprios Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN) fazem menção ao tipo de ensino que é aplicado nas escolas:

Vale lembrar que o ensino de Química tem se reduzido à transmissão de informações, definições e leis isoladas, sem qualquer relação com a vida do aluno, exigindo deste quase sempre a pura memorização, restrita a baixos níveis cognitivos. (BRASIL, 1999, p. 32).

As imagens a seguir, apresentam alguns momentos de interação entre a professora pesquisadora e os sujeitos envolvidos na pesquisa.

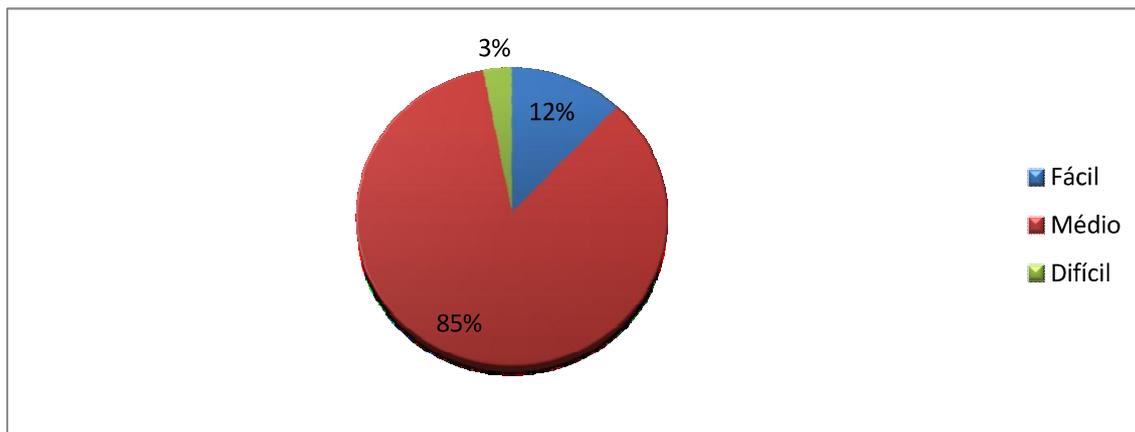


**Figura 8:** Aplicação da Proposta Didática

**Figura 9:** Aplicação do questionário pós

Na Figura 10, é apresentado o gráfico relacionado à segunda questão, que avalia o grau de dificuldade que os estudantes apresentaram frente ao conteúdo em questão.

**FIGURA 10:** Avaliação da dificuldade dos alunos sobre o assunto, após a SD ministrada.

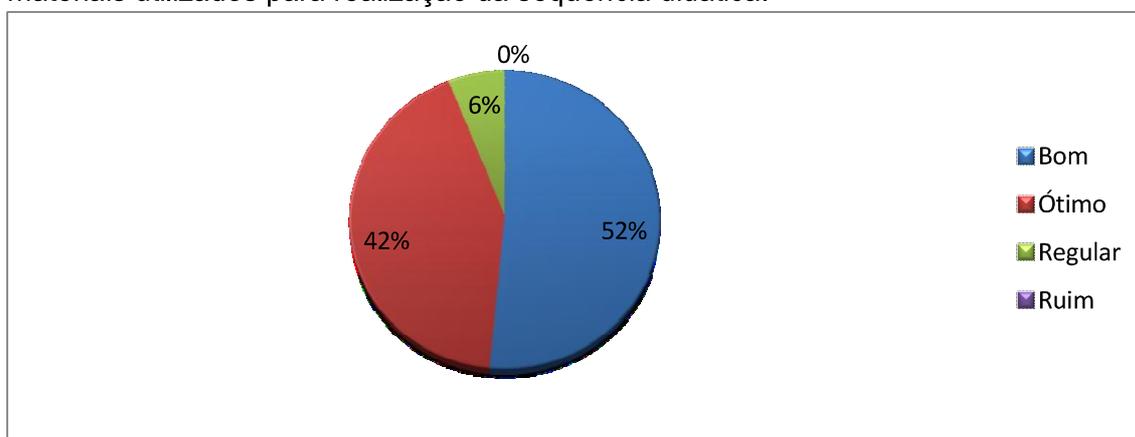


Observa-se na figura acima que a maior parte dos alunos (85%) responderam que após a aula ministrada o grau de dificuldade do assunto foi médio. Uma pequena quantidade de alunos (3%) afirmaram que o assunto foi difícil e (12%) considerou fácil. De acordo com Silva Júnior et al (2012), o conteúdo de eletroquímica gera muitas dificuldades de aprendizagem pelo seu alto grau de complexidade. Muitas pesquisas realizadas envolvendo a problemática das dificuldades nesse conteúdo, já foram feitas, levantando tais aspectos. Portanto, mesmo com algumas dificuldades expressas pelos alunos, de alguma forma o conteúdo despertou motivação nos sujeitos, e algumas

destas dificuldades estão relacionadas à bagagem formativa destes sujeitos, que necessitariam apresentar conteúdos de base como tabela periódica, reações de óxido redução, entre outros, para poder compreender os conceitos expressos no estudo da eletroquímica.

Na Figura 11, é apresentado o gráfico relacionado à terceira questão, que buscou avaliar entre os alunos as aulas ministradas, bem como a potencialidade das estratégias e materiais utilizados pela professora pesquisadora.

**FIGURA 11:** Avaliação para saber o que os alunos acharam das aulas, estratégias e materiais utilizados para realização da sequência didática.



Observa-se no gráfico da Figura 11, que a maior parte dos alunos (52%) classificaram como boa as aulas ministradas, as estratégias e os materiais utilizados. Outra parcela (42%) disse que foi ótimo, e (6%) considerou regular.

Sabemos que o papel do professor é atuar como mediador do conhecimento, buscando incorporar em sua prática, o aperfeiçoamento da prática educativa e a interação entre o aluno e o conhecimento a ser trabalhado e construído. É necessário se buscar reconstruir saberes de forma reflexiva e crítica, observando as transformações que ocorrem no contexto social e cultural do aluno. Neste sentido, o professor/educador deve trabalhar com estratégias didáticas que visam aprimorar o ensino, possibilitando trocas de experiências e propiciando um espaço de ensino e formação mútua, atuando como formador e interiorizando um conjunto de ações e valores que propiciem a aquisição da cidadania (ALVES, 2001)

O quadro 3 a seguir apresenta as opiniões alunos referente a proposta de ensino.

**Quadro 3. Opinião dos alunos sobre a estratégia de ensino apresentada**

Categoria 3. Opinião dos alunos sobre a estratégia de ensino apresentada		
Subcategorias	Número de Falas(%)	Fala do Sujeito
3.1 O aluno apresentou satisfação pela estratégia de ensino, mas não tomou nenhum posicionamento referente ao método para justificar sua satisfação.	8 ( 25%)	“Sim, porque fica mais fácil de entender.” (Aluno 1).
3.2 O aluno apresentou satisfação pela estratégia de ensino, citando como a pesquisadora transmite o conteúdo.	6 (18%)	“Sim, pois ela lida com o assunto de forma simples e legal.” (Aluno 2)
3.3 O aluno apresentou satisfação pela estratégia de ensino adotada, revelando que ela oportunizou aprendizagem.	8 (24%)	“Sim, é uma nova estratégia de ensino, bem explicado, nada de dúvidas.” (Aluno 3).
3.4 O aluno apresentou satisfação pela estratégia de ensino, mas não expressou com maiores detalhes a sua opinião.	5 (15%)	“Sim.” (Aluno 4).
3.5 O aluno revela que a proposta pode contribuir ou não na aprendizagem, já que o conhecimento assimilado por cada aluno é individual.	1 (3%)	“Talvez, pois pode melhorar para alguns, mas também pode deixar mais difícil para outros.” (Aluno 5).
3.6 Sem resposta	5 (15%)	-----

A partir dos resultados expressos acima, foi possível revelar as opiniões dos alunos frente à proposta apresentada pela pesquisadora. 25% se sentiram satisfeitos com a estratégia de ensino, mas não tomaram nenhum posicionamento referente ao método para justificar sua satisfação; 18% também apresentou um grau de satisfação pela estratégia de ensino, citando como a pesquisadora transmitiu o conteúdo; 24% apresentou satisfação pela estratégia de ensino, revelando que ela oportunizou aprendizagem. 15%

apenas responderam que 'sim', sem justificar sua afirmação; 3% revelam que a proposta poderá ter contribuído ou não, na aprendizagem, já que o conhecimento assimilado por cada aluno é individual e 15% não responderam. Essa pergunta foi importante para se diagnosticar qual a avaliação dos alunos frente a proposta executada em sala de aula.

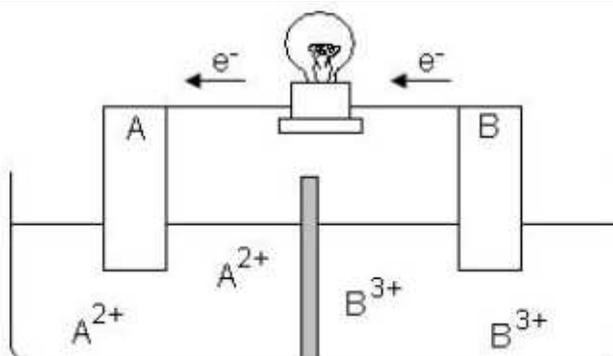
Na visão de Zabala (1998), o trabalho com sequências didáticas tem como um dos objetivos tornar mais eficiente o processo de ensino, logo as etapas para a construção do conhecimento na SD, estão interligadas entre si, com o objetivo de facilitar o aprendizado do aluno. Nesse sentido, o intuito desta pesquisa foi exatamente planejar uma proposta que pudesse despertar o interesse e motivação dos alunos pelo estudo da eletroquímica, dando espaço para proporcionar aos estudantes um ensino participativo, dinâmico, atraente, crítico e reflexivo, a partir da utilização de novas abordagens metodológicas e recursos didáticos que possam promover uma aprendizagem significativa nos estudantes.

O quadro 4 apresenta os resultados do questionário pós-diagnóstico, descrevendo a evolução conceitual que os estudantes apresentaram. A primeira questão abordava sobre as reações de oxirredução em uma pilha de Daniel. O quadro 4 apresenta os resultados obtidos.

**Quadro 4.** Percentual de respostas dos alunos referente ao funcionamento de uma pilha.

QUADRO 4. QUESTIONÁRIO PÓS- QUESTÃO ESPECÍFICA 1
--

As pilhas e as baterias são dispositivos nos quais uma reação espontânea de oxidorredução transforma energia química em energia elétrica. Portanto, sempre há uma substância que se reduz, ganhando elétrons (cátodo), e uma que se oxida, perdendo elétrons (ânodo). <b>Abaixo, temos um exemplo de uma pilha eletroquímica:</b>
---



A respeito desta pilha, responda:

**Objetivo=Demonstrar através de um exercício o funcionamento de uma pilha.**

ALTERNATIVAS	% de acertos	FALA DOS SUJEITOS	% de erros	FALA DOS SUJEITOS	% SEM RESPOSTA
a) Qual eletrodo, A ou B, está sofrendo redução e qual está sofrendo oxidação?	64%	“A está sofrendo redução e B está sofrendo oxidação.” (Aluno 1)	21%	“A está oxidando e B está reduzindo.” (Aluno 2)	15%
b) Qual eletrodo é o cátodo e qual é o ânodo?	30%	“A é o cátodo e B é o ânodo.” (Aluno 3)	46%	“Um ocorre a oxidação e o outro a redução.” (Aluno 4)	24%
c) Escreva a semirreação que ocorre nos eletrodos A e B e a reação global da pilha.	0%	-----	54%	“ $A^{2+} \rightarrow A^0 + 2e^-$ $B + 3e^- \rightarrow B^{3+}$ .”(*) (Aluno 5)	46%
d) A concentração dos íons $B^{3+}$ e $A^{2+}$ aumentam ou diminuem?	12%	“ $B^{3+}$ aumenta e $A^{2+}$ diminui” (Aluno 7)	64%	“Diminui” e/ou “Aumenta” (Aluno 8)	24%

e) Ocorre corrosão ou deposição dos eletrodos A e B?	12%	“Corrosão de B e Deposição de A.”  (Aluno 9)	61%	“Deposição” e/ou “Corrosão”  (Aluno 10)	27%
--	-----	--	-----	---	-----

Observa-se neste quadro a grande dificuldade que os alunos apresentam em resolver esta questão. Apesar deste conteúdo fazer parte do currículo (2º ano), os alunos não apresentam maturidade para compreensão das perguntas relacionadas ao conteúdo. Apenas, no conceito de oxidação redução demonstraram melhor entendimento, com 64% de acertos ( alternativa A). Quanto a este resultado, pesquisas realizadas sobre dificuldades de aprendizagem no Ensino de Eletroquímica revelam que os alunos tem dificuldade de identificar de onde ocorrer a reação na célula eletroquímica, bem como se dá o processo de fluxo de elétrons, a condução do eletrólito, a questão da neutralidade elétrica. Além disso, tem dificuldades de descrever a terminologia e os aspectos relativos aos componentes do processo ( ponte salina, catodo, anodo). Outras dificuldades tem relação com a deposição e o desgaste do metal com os elétrons recebidos e perdidos no processo, onde assumem a ideia de cargas opostas para determinar o eletrodo positivo e o negativo, anodo e cátodo nas células galvânicas e eletrolíticas. (GARNETT e TREAGUST, 1992 apud SANGER e GREENBOWE, 1997 e NIAZ e CHACÓN, 2003).

Portanto, observa-se que alguns destes resultados obtidos nesta avaliação vão de encontro ao que a literatura apresenta no campo de discussão das dificuldades de aprendizagem, concepções alternativas e erros conceituais. É importante ressaltar que estas dificuldades também tem relação com os conhecimentos que os alunos não transportaram do 1º ano ( tabela periódica, reações de óxido redução, etc), o que conseqüentemente resultou nestas dificuldades para resolução desta questão. Outra questão, é que a pesquisadora não conhecia a realidade da turma, logo, durante o processo de desenvolvimento das aulas, foi se buscando retomar alguns conceitos que não

foram bem assimilados pelos alunos, na tentativa de contribuir para melhorar a compreensão do conteúdo aplicado.

A questão 5 , buscou diagnosticar quais as concepções adquiridas pelos alunos através de uma situação problema, sobre a importância do descarte adequado das pilhas, para a preservação do meio ambiente, buscando minimizar a contaminação por meio dos metais pesados. Os resultados estão expressos no quadro 5.

**Quadro 5.** Percentual de respostas dos alunos referente a segunda questão que tinha por base gerar uma discussão entre os alunos, acerca das medidas que deveriam ser tomadas para resolver o problema da poluição ambiental através dos metais pesados.

QUADRO 5. QUESTIONÁRIO PÓS- QUESTÃO ESPECÍFICA 2		
<p>Cerca de 1% do lixo urbano é constituído por resíduos sólidos contendo elementos tóxicos. Entre esses elementos estão metais pesados como cádmio, o chumbo e o mercúrio, componentes de pilhas e baterias, que são perigosos à saúde humana e ao meio ambiente. Quando descartadas em lixos comuns, pilhas e baterias vão para aterros sanitários ou lixões a céu aberto, e o vazamento de seus componentes contamina o solo, os rios e o lençol freático, atingindo a flora e a fauna. Por serem biocumulativos e não biodegradáveis, esses metais chegam de forma acumulada aos seres humanos, por meio da cadeia alimentar. A legislação vigente (Resolução CONAMA no 257/1999) regulamenta o destino de pilhas e baterias após seu esgotamento energético e determina aos fabricantes e/ou importadores a quantidade máxima permitida desses metais em cada tipo de pilha/bateria, porém o problema ainda persiste.</p> <p>Disponível em: <a href="http://www.mma.gov.br">http://www.mma.gov.br</a>. Acesso em: 11 jul. 2009 (adaptado).</p> <p>Que medidas poderiam contribuir para acabar definitivamente com o problema da poluição ambiental por metais pesados relatados no texto?</p>		
<p><b>Objetivo= Descrever a importância do descarte adequado das pilhas, para a preservação do meio ambiente, buscando minimizar a contaminação por meio dos metais pesados.</b></p>		
<p>Categoria 4.0 Medidas tomadas pelos alunos para solucionarem a prática do descarte inadequado das pilhas e baterias.</p>		
Subcategoria	Número de Falas (%)	Fala dos Sujeitos

4.1 O aluno apresentou uma medida, julgando que é necessário a criação de locais adequados para a arrecadação de pilhas e baterias, livrando assim o meio ambiente da contaminação por parte dos metais.	48%	“Todos os lugares públicos ou privados deveriam sensibilizar-se e começarem a construir locais para recolher pilhas e baterias sem utilidades, para reduzir os problemas ambientais.” (Aluno 1)
4.2 O aluno apresentou como medida a conscientização da população, juntamente com formas de descarte adequado para as pilhas.	7%	“As pessoas teriam que se conscientizar e quando acharem as pilhas e baterias depositarem em locais apropriados de reciclagem.” (Aluno 3)
4.3 O aluno não apresentou uma medida coerente para amenizar o problema.	10%	“Jogar as pilhas no canto certo. Não jogar bateria na rua, pois é contagiosa.” (Aluno 4)
4.4 O aluno apresentou uma medida que não é cabível a resolução do problema em questão.	4%	“Jogando no lixo e não em ambientes como na rua em calçadas e jogando no lixo evita muitos fatos.” (Aluno 5)
4.5 O aluno fugiu completamente da abordagem central do texto.	7%	“Não poluindo e nem jogando lixo em ambientes.” (Aluno 6)
4.6 Sem Resposta	24%	-----

O quadro tinha como objetivo, fazer com que os alunos percebessem a importância do descarte adequado para as pilhas e baterias. Dos entrevistados 48% dos alunos apresentaram medidas julgando que é necessário a criação de locais adequados para a arrecadação de pilhas e baterias, livrando assim o meio ambiente da contaminação por parte dos metais. 7% apresentaram como medida, uma possível conscientização por parte da população; 10% não apresentaram medidas coerentes para amenizar ou solucionar o problema; 4%

apresentaram medidas não cabíveis; 7% fugiram completamente da ideia central apresentada no texto e 24% ficou sem resposta.

A partir das ideias apresentadas pelos alunos, é possível perceber que essa dinâmica de lançar discussões e debater em aula, necessita ser utilizado com maior frequência no contexto escolar dos sujeitos, com o objetivo de promover um ensino de Química para a formação do exercício da cidadania. Embora uma grande maioria tenha apresentado algumas soluções para o problema, percebe-se que alguns não conseguiram apresentar respostas que atendessem ao objetivo da pergunta, o que nos leva a entender que o ensino de Química com tal abordagem, não tem sido uma prática frequente no sentido de desenvolver habilidades e competências para resolver situações problemas do seu dia a dia, utilizando o conhecimento científico para a resolução de tais questões.

Uma das vantagens do ensino de Ciências com enfoque CTSA é justamente fazer com que a partir da aproximação dos problemas ambientais na vida do aluno ele seja capaz de identificar, interagir e dessa forma transformar o meio em que vive (GOUVEIA, 2009). De acordo com Pinheiro (2007), seria necessário que o enfoque CTSA fosse inserido desde o ensino fundamental, pois a partir daí o aluno já iria formando uma concepção que o ajudasse a despertar interesse por questões de natureza científico-tecnológico e social.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos nesta pesquisa, foi possível chegar as seguintes considerações:

- No que se refere à abordagem do Ensino de Química na escola, percebe-se que os professores vêm se preocupando em introduzir um ensino contextualizado e interdisciplinar dando ênfase a utilização da abordagem CTSA;

- A proposta contribuiu para diagnosticar as concepções prévias dos alunos em relação ao estudo dos temas Metais Pesados e sua relação com a Eletroquímica, revelando que eles apresentaram poucos subsunçores em relação a este objeto de estudo, logo, entende-se que essa ação tornou-se importante para saber conduzir todo o processo de construção do conhecimento no decorrer da aplicação da sequência didática de forma que ajudasse os alunos a minimizar algumas dificuldades de aprendizagem apresentadas por eles;

- No que se refere a aplicação da sequência didática, a metodologia, os recursos didáticos utilizados e estratégias, grande parte dos estudantes avaliaram positivamente, revelando que contribuiu de alguma forma na sua aprendizagem, como também despertou interesse e motivação pelo estudo em questão;

- Quanto ao rendimento dos alunos referente às questões de caráter conceitual, observa-se que os estudantes apresentaram dificuldades para resolver a questão que envolvia o funcionamento de uma pilha. Nesse sentido, observa-se que alguns destes resultados obtidos nesta avaliação vão de encontro ao que a literatura apresenta no campo de discussão das dificuldades de aprendizagem, concepções alternativas e erros conceituais. É importante ressaltar que estas dificuldades também tem relação com os conhecimentos que os alunos não transportaram do 1º ano ( tabela periódica, reações de óxido redução, etc), o que conseqüentemente resultou nestas dificuldades para resolução desta questão. Outra questão, é que a pesquisadora não conhecia a realidade da turma, logo, durante o processo de desenvolvimento das aulas, foi se buscando retomar alguns conceitos que não foram bem assimilados pelos

alunos, na tentativa de contribuir para melhorar a compreensão do conteúdo aplicado e minimizar algumas dessas dificuldades;

- Na questão que envolvia a discussão de uma situação problema sobre o descarte de metais pesados no meio ambiente, observa-se que dinâmica de lançar discussões e debates em aula, necessita ser utilizado com maior frequência no contexto escolar dos sujeitos, com o objetivo de promover um ensino de Química para a formação do exercício da cidadania. Embora uma grande maioria tenha apresentado algumas soluções para o problema, percebe-se que alguns não conseguiram apresentar respostas que atendessem ao objetivo da pergunta, o que nos leva a entender que o ensino de Química com tal abordagem, não tem sido uma prática frequente no sentido de desenvolver habilidades e competências para resolver situações problemas do seu dia a dia, utilizando o conhecimento científico para a resolução de tais questões.

Portanto, entende-se que a proposta executada contribuiu de alguma forma para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de eletroquímica a partir do uso de um tema gerador. Apesar de algumas dificuldades apresentadas pelos alunos, é possível considerá-las um aspecto positivo no sentido do professor conhecê-las, para que sem seguida desenvolva ações que contribua para minimizá-las.

O uso de propostas de ensino com abordagem construtivista, tem contribuído para minimizar a abordagem de ensino baseada no modelo transmissão-recepção, sendo capaz de proporcionar um ensino contextualizado e interdisciplinar, que leve em consideração a necessidade de se promover a alfabetização científica nos estudantes para que estes possam articular os saberes conceituais com situações problemas que estão dentro do seu contexto sócio cultural, contribuindo para que exerçam seu papel como cidadãos.

## REFERÊNCIAS

ALVES, N. **Formação de professores: Pensar e Fazer**. São Paulo: Cortez. 2001.

AYRES, F; FILHO, J. O exercício das liberdades: o combate à pleonexia e a educação ambiental no processo do desenvolvimento. **Revista brasileira de ciências ambientais**. São Paulo, nº 7, art.5, 2007.

BARROS, A. J. M. **Estudo da Formação de Complexos Pelo Processo de Biossorção**. UFPB, 2006.

BATLEY, G. E; GARDNER, D. Acceptability of aquatic toxicity data for the derivation of water quality guidelines for metals. **Water reseach**, v.11. 1977.

BERGLUND, S.; DAVIS, R. D.; L'HERMITE, P. **Utilization of sewage sludge on land**: rates of application and long-term effects of metals. D. Reidel Publisher, Dordrecht, 1984.

BOCCHI, N.; FERRACIN, L. C.; BIAGGIO, S. R. Pilhas e Baterias: Funcionamento e impacto ambiental. **Química e Sociedade Nova na Escola**, n. 11, 2000.

BURSZTYN, M. (Org.) **Ciência, Ética e Sustentabilidade**: Desafios ao novo século. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2001.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Meio Ambiente/Secretaria de Educação Fundamental- Brasília: MEC/SEF, 1998.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1999.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação MEC. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 2000.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Orientações para o ensino médio.** Linguagens, códigos e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação. Secretaria de Educação básica, v.1, 2006.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Programa Internacional de Avaliação de Alunos On line.** Disponível em: < <http://www.inep.gov.br/internacional/pisa/Novo/oquee.htm> >. Acesso em: 07 de jan. 2008.

BROWN, A.; DOWLING, P. **Doing research Reading research:** a mode of interrogation for teaching. Londres: Routledge Falmer, 2001.

BRIDI, J.C.A. **A Iniciação Científica na formação do universitário.** Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

CALAZANS, J. **Iniciação Científica: Construindo o pensamento crítico.** São Paulo: Cortez, 1999.

CAMPOS, L. M. L; REIS, M. F. C. T. Educação ambiental escolar, formação humana e formação de professores: articulações necessárias. **Educar em Revista.** Edição Especial, n.3. Curitiba. Editora UFPR. 2014, p. 145-162.

CARNEIRO, S. M. M. **Fundamentos epistemometodológicos da educação ambiental.** Educar em Revista, n.27, p.17-35, jan./ jun. 2006.

CASTRO, R.S.; OLIVEIRA, R. J. **Cognição, dialética e educação ambiental.** In: LOUREIRO, C. F. B. LAYRARGUES, P.P. & CASTRO, R.S.(org) **Pensamento Complexo, Dialética e Educação Ambiental.** São Paulo, Cortez, 2006.

COMISSION NACIONAL FINLANDESA PARA LA UNESCO – 1990. **Report of the Seminar on Environmental Education.** Finlândia, jammi, 1974.

CONAMA- **Conselho Nacional do Meio Ambiente.** Resolução nº397 de 7 de abril de 2008.

CHASSOT, A. I. Uma história da educação química brasileira: sobre seu início discutível apenas a partir dos conquistadores. **Episteme**, 1996. v. 1, n. 2, p. 129-146.

CHASSOT, A. **Alfabetização Científica**: questões e desafios para a educação. Injuí: Unijuí, 3.ed. 2003.

CLARISSE, M.D. Despoluição Ambiental: Uso de polímeros na remoção de metais pesados. **Revista Química Industrial**, n.715, 1999.

CRESWELL, J. W. **Research Design-qualitative, quantitative and mixes methods approaches**. London: Sage, 2 ed. 2003.

**DECLARAÇÃO DA CONFERÊNCIA DE ONU NO AMBIENTE HUMANO.**

Estocolmo, 5-16 de junho de 1972.

DOLZ, J. **Gêneros orais e escritos na escola**. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2004.

DUFFUS, J.H. Heavy metals - A meaningless term? **Pure and Applied Chemistry**, 2002. v. 74, n. 5, p. 793-807.

DUTTON, P. **General Chemistry**: Principles and Modern Applications. Ninth edition. Canada, University of Windson, 2007.

FILGUEIRAS, C. A. L. D. Pedro II e a Química. **Química Nova**, 1998. v.11, n.02, 210 - 214.

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

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 6. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1978.

GARNETT, P.J.; TREAGUST D.F. Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: electric circuits and oxidation-reduction equations. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 29, n.2, p. 121-42, 1992.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GOUVEIA, R. C. Possibilidades Pedagógicas da Física no Meio Ambiente. São Paulo: **Revista Iluminart**, vol.1, 2009.

HAWKES, S.J. What is a heavy metal? **Journal of Chemical Education**, 1997. v. 74, n. 11, p. 1374.

JANNUZZI, G.M.; SWISHER, J. N. P. **Planejamento Integrado de Recursos Energéticos: Meio Ambiente, Conservação de Energia e Fontes Renováveis**. Campinas, SP: Autores Associados, 1997. p. 246.

KEMPA, R. Students learning difficulties in science: causes and possible remedies. **Enseñanza de las Ciencias**, 1991. v. 9, n. 2, p. 119-128.

KRUGER, V. **Eletroquímica para o ensino médio**. Porto Alegre: UFRGS, 1997.

LEI Nº 6938/1981 – “**Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**” – Data da legislação: 31/08/1981.

LEI Nº 9394/1996 – “**Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**.” – Data da legislação: 20/12/1996.

LEI Nº 9795/1999 – Lei de Educação Ambiental – “**Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências**” – Data da legislação: 27/04/1999 – Publicação DOU, de 28/04/1999.

LIMA, V. F; MERÇON, F. Metais Pesados no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**. vol. 3, n.4, nov. 2011.

LOPES, A. R. C. A disciplina Química: currículo, epistemologia e história. **Episteme**, 1998. v. 3, n. 5, p. 119-142.

LUCATTO, L.G.; TALAMONI, J.L.B. A construção coletiva interdisciplinar em educação ambiental no ensino médio: a microbacia hidrográfica do Ribeirão dos Peixes como tema gerador. **Ciência & Educação**. Bauru. vol.13, n.3. Sept. /Dec. 2007.

MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P.; SUART, R. C.; SILVA, E. L.; SOUZA, F. L.; SANTOS Jr, J. B.; AKAHOSHI, L. H. Materiais instrucionais numa perspectiva CTSA: uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de química em formação continuada. **Investigações em Ensino de Ciências**, 2009. v. 2, n.14, p. 281-298.

MALDANER, O. A. **A Formação Inicial e Continuada de Professores de Química: Professores Pesquisadores**. 2ª ed., Ijuí, Unijuí, 2003.

MASSABNI, A. C. **Os Metais e a saúde humana**. Química viva. Araraquara, 2006. Disponível em: <  
[http://www.crq4.org.br/quimica\\_viva\\_os\\_metais\\_e\\_a\\_saude\\_humana](http://www.crq4.org.br/quimica_viva_os_metais_e_a_saude_humana)> Acesso em: 9 jan 2015.

MEDINA, N. **Dados históricos da educação ambiental no Brasil**. 2008. Disponível em:  
[http://ambientes.ambientebrasil.com.br/educa%C3%A7%C3%A3o/dados\\_historicos/dados\\_historicosdaeduca%C3%A7%C3%A3o\\_ambiente\\_no\\_brasil.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/educa%C3%A7%C3%A3o/dados_historicos/dados_historicosdaeduca%C3%A7%C3%A3o_ambiente_no_brasil.html). Acesso em out. 2008.

MININNI, N.M. **Elementos para a introdução da dimensão ambiental na educação escolar – 1º grau**”. **Amazônia**: uma proposta interdisciplinar de educação ambiental. Brasília, IBAMA. 1994.

MORAES, E.C.F.; SZNELWAR, R.B.; FERNÍCOLA, N.A.G.G. **Manual de toxicologia analítica**. São Paulo: Roca, 1991.

NIAZ, M. e CHACÓN, E. A Conceptual Change Teaching Strategy to Facilitate High School Students' Understanding of Electrochemistry. **Journal of Science Education and Technology**, vol. 12, nº 2, 2003.

OLIVEIRA, L. H. M.; CARVALHO, R. S. Um olhar sobre a história da Química no Brasil. **Revista Ponto de Vista**, 2006. v. 03, p. 27-37.

PEDRINI, A. G.; **Educação Ambiental**: reflexões e práticas contemporâneas. Rio de Janeiro: Vozes, 1998.

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**, 2007. n. 44, p. 147-165.

PONTES, A. N. **Conteúdos previstos versus conteúdos ministrados: a física no ensino médio**. In: XXV ENCONTRO DE FÍSICOS DO NORTE E

NORDESTE, 2007, Natal. Anais eletrônicos... Natal: UFRN, 2007. Disponível em: < <http://www.dfte.ufrn.br/~efnne/>>. Acesso em: 15 abr. 2008.

RUA E. R.; SOUZA P. S. A. de. Educação Ambiental em uma Abordagem Interdisciplinar. **Química Nova na Escola**. vol. 32, n 2, maio 2010.

RHEINBOLT, H. A Química no Brasil. In: AZEVEDO, F. (Org.). As Ciências no Brasil. São Paulo: **Melhoramentos**, 1953. v. 2, p. 9-89.

SANGER, M. J.; GREENBOWE, T. J., Common student misconceptions in electrochemistry: Galvanic, electrolytic, and concentration cells. **Journal of Research in Science Teaching**, 1997a, v.34, n.4, p.377-398.

SANTOS, W.L.P; SCHNETZLER, R.P. **Educação em Química**: Compromisso com a cidadania. 3ª ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003

SANTOS, M. E. Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI: co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de ciências. In: **Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Valinhos, SP. 1999.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. **Química para a nova geração: química cidadã**. São Paulo: Nova Geração, 2010.

SASTRE, I. et al. **Behavior of cadmium and nickel in a soil amended with sewage sludge**. Land degradation and development, 2001 v.12, p.27-33.

SILVEIRA, M. L. A. **Extração sequencial e especiação iônica de zinco, cobre e cádmio em Latossolos tratados com bissólido**. Piracicaba, SP: ESALQ – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2002. 181p. Tese (Doutorado em agronomia) – Universidade de São Paulo, 2002.

SILVA JÚNIOR, C. N. S.; FREIRE, M. S.; SILVA, M. G. L. **Dificuldades de aprendizagem no ensino de eletroquímica segundo licenciandos de química**. In: **Temas de Ensino e formação de professores de ciências**. Natal, RN:EDUFRN, 2012, p.181-192

SOUZA, A. C. M. ; SILVA, G. F.; SILVA, M. R. F.; AZEVEDO, R. M. M. **Identificação de práticas de educação ambiental desenvolvidas por professores do município de Areia branca/RN**. In: SEABRA, G. F; SILVA, J.

A. N.; MENDONÇA, I. T. L. (Org.). **A Conferência da Terra: aquecimento global, sociedade e biodiversidade**. v. 2. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2010.

SCHNETZLER, R.P. Construção do conhecimento e ensino de ciências. **Em Aberto**, Brasília. vol.11, nº55, 1992, p. 17-22.

TOMA, H. E. **Química bioinorgânica, série química**. OEA/PRDCT, coleção de monografias científicas, New York, 1985.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 4ªed. São Paulo: Cortez: autores associados, 1988.

VALLS, M.; LORENZO, V. Exploiting the genetic and biochemical capacities of bacteria for remediation of heavy metal pollution. **FEMS Microbiology Reviews**, 2002. v. 26, p. 327-338.

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e linguagem**. 1ª ed. brasileira. São Paulo, Martins Fontes. 1987.

VYGOTSKY, L.S. **A formação social da mente**. 2ª ed. brasileira. São Paulo, Martins Fontes. 1988.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Trad. Ernani F. Da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998. p.53-87

## APÊNDICES

### QUESTIONÁRIO APLICADO ANTES DA PROPOSTA DIDÁTICA



#### CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM QUÍMICA

Este questionário tem por finalidade a obtenção de informações, para serem analisadas e comentadas no TCC da aluna Ana Paula Duarte da Costa, que é discente do curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). De acordo com o comitê de ética de pesquisa da UEPB, os nomes das pessoas envolvidas na pesquisa não serão divulgados.

#### QUESTIONÁRIO PRÉVIO

##### (QUESTÕES GERAIS)

1) Qual sua visão geral a respeito da disciplina de Química quanto ao grau de dificuldade de entendimento?

(  ) Fácil (  ) Médio (  ) Difícil

2) Você consegue perceber a importância da Química no seu dia a dia através dos conteúdos ministrados pelo seu professor ajudando-o a resolver as situações problemas do dia a dia?

(  ) Sim (  ) Não (  ) Muito pouco

3) Qual seu conhecimento a respeito dos metais?

---

---

---

4) Caso tenha estudado, você considera o conteúdo:

(  ) Fácil (  ) Médio (  ) Difícil

5) Você conhece algum metal?

(  ) Sim (  ) Não

Em caso afirmativo, qual (is)? \_\_\_\_\_

6) Na sua alimentação, você acha que consome algum metal?

Sim       Não       Talvez Em caso afirmativo, qual (is)? \_\_\_\_\_

7) As atividades, exercícios ou avaliações desenvolvidas pelo seu Professor traziam questões que ajudavam a compreender o conteúdo dos metais por meio de aspectos relacionados a ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente atendendo as propostas do ENEM?

Sim       Não

**QUESTIONÁRIO APLICADO APÓS APLICAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA****CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM QUÍMICA**

Este questionário tem por finalidade a obtenção de informações, para serem analisadas e comentadas no TCC da aluna Ana Paula Duarte da Costa, que é discente do curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). De acordo com o comitê de ética de pesquisa da UEPB, os nomes das pessoas envolvidas na pesquisa não serão divulgados.

**QUESTIONÁRIO PÓS: AVALIAÇÃO DA PROPOSTA DE ENSINO****(QUESTÕES GERAIS)**

1) Como você avalia o seu aprendizado em relação a proposta de ensino apresentada pela pesquisadora?

( ) Bom ( ) Ótimo ( ) Regular ( ) Ruim

2) Em sua opinião, em relação a aula ministrada você considera o conteúdo:

( ) Fácil ( ) Médio ( ) Difícil

3) Como você avalia as aulas, estratégias e materiais utilizados pela professora pesquisadora?

( ) Bom ( ) Ótimo ( ) Regular ( ) Ruim

4) Fica mais fácil aprender os conteúdos de Química utilizando essas estratégias de ensino? Apresente a sua opinião

---

---

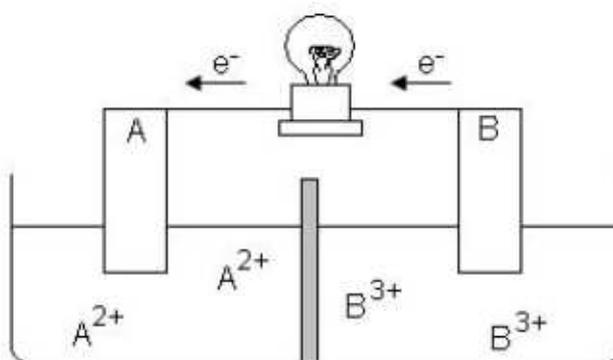
---

---

**(QUESTÕES PARA O DIAGNÓSTICO DA EVOLUÇÃO CONCEITUAL DOS ESTUDANTES)**

**QUESTÕES**

(1) As pilhas e as baterias são dispositivos nos quais uma reação espontânea de oxidorredução transforma energia química em energia elétrica. Portanto, sempre há uma substância que se reduz, ganhando elétrons, que é o cátodo, e uma que se oxida, perdendo elétrons, que é o ânodo. Abaixo, temos um exemplo de uma pilha eletroquímica:



A respeito dessa pilha, responda:

- Qual eletrodo, A ou B, está sofrendo redução e qual está sofrendo oxidação?
- Qual eletrodo é o cátodo e qual é o ânodo?
- Escreva a semirreação que ocorre nos eletrodos A e B e a reação global da pilha.
- A concentração dos íons  $B^{3+}$  e  $A^{2+}$  aumentam ou diminuem?
- Ocorre corrosão ou deposição dos eletrodos A e B?

(2) Cerca de 1% do lixo urbano é constituído por resíduos sólidos contendo elementos tóxicos. Entre esses elementos estão metais pesados como o cádmio, o chumbo e o mercúrio, componentes de pilhas e baterias, que são perigosos à saúde humana e ao meio ambiente. Quando descartadas em lixos comuns, pilhas e baterias vão para aterros sanitários ou lixões a céu aberto, e o vazamento de seus componentes contamina o solo, os rios e o lençol freático, atingindo a flora e a fauna. Por serem bioacumulativos e não biodegradáveis, esses metais chegam de forma acumulada aos seres

humanos, por meio da cadeia alimentar. A legislação vigente (Resolução CONAMA no 257/1999) regulamenta o destino de pilhas e baterias após seu esgotamento energético e determina aos fabricantes e/ou importadores a quantidade máxima permitida desses metais em cada tipo de pilha/bateria, porém o problema ainda persiste.

Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 11 jul. 2009 (adaptado).

Que medidas poderiam contribuir para acabar definitivamente com o problema da poluição ambiental por metais pesados relatado no texto?