UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE QUÍMICA

Lorena Cristina da Cruz Lima

RECICLAGEM DE PILHAS E BATERIAS COMO TEMÁTICA AMBIENTAL / CTS PARA O ESTUDO DE ELETROQUÍMICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Brasília – DF

1º/2011

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE QUÍMICA

RECICLAGEM DE PILHAS E BATERIAS COMO TEMÁTICA AMBIENTAL / CTS PARA O ESTUDO DE ELETROQUÍMICA

Lorena Cristina da Cruz Lima

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Química da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador: Wildson Luiz Pereira dos Santos

1º/2011

DEDICATÓRIA

Á MINHA QUERIDA MÃE ADELAIDE QUE SEMPRE ESTEVE E SEMPRE ESTARÁ PRESENTE NOS MOMENTOS MAIS IMPORTANTES DA MINHA VIDA.

Á MINHA TIA ADEMILDE PELO CARINHO E DEDICAÇÃO.

Á MINHA SAUDOSA AVÓ ALAIDES QUE APESAR DE NÃO ESTAR MAIS PRESENTE ENTRE NÓS, FOI MUITO IMPORTANTE PARA MIM, SE HOJE SOU O QUE SOU, DEVO ISSO A ELA E SEI QUE ONDE ELA ESTIVER ESTARÁ MUITO FELIZ PELA MINHA VITÓRIA.

A TODOS OS PROFESSORES QUE PARTICIPARAM DA MINHA FORMAÇÃO ACADÊMICA.

AGRADECIMENTOS

AGRADEÇO PRIMEIRAMENTE A DEUS QUE ME PERMITIU CONCLUIR MAIS ESSA ETAPA DA MINHA VIDA.

À MINHA MÃE ADELAIDE POR TUDO QUE ME ENSINOU E PELO SEU AMOR INCONDICIONAL DE MÃE.

ÀS MINHAS TIAS ADEMILDE E ADRIANA E À MINHA IRMÃ PÂMELLA PELO APOIO E PELA FORÇA QUE SEMPRE ME DERAM.

AO MEU AVÔ PELO EXEMPLO DE PAI.

AOS AMIGOS DE CURSO LUÍS FELIPE, BÁRBARA, TAMILLIS E CAROL POR ESTAREM SEMPRE COMIGO ME AJUDANDO NO QUE FOR PRECISO. EM ESPECIAL, A CAYSSA POR SEUS CONSELHOS E PELOS DIAS E NOITES MAL DORMIDAS QUE PASSAMOS ESTUDANDO PARA AS PROVAS DE QUÂNTICA E REAÇÕES.

À MINHA GRANDE AMIGA AMANDA POR TODOS OS MOMENTOS QUE PASSAMOS JUNTAS.

AO MEU ORIENTADOR WILDSON QUE SE DISPÔS A TRABALHAR JUNTO COMIGO NO DESENVOLVIMENTO DESTE TRABALHO.

AOS PROFESSORES JOICE, PATRÍCIA E GAUCHE POR ME ENSINAREM O VERDADEIRO SENTIDO DE SER UM EDUCADOR.

SUMÁRIO

RESUMO **5**

INTRODUÇÃO **6**

1 A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O ENFOQUE CTS **8**
1.1 EDUCAÇÃO AMBIENTAL
1.2 O ENSINO CTS

2 DESCARTE E RECICLAGEM DE PILHAS E BATERIAS **16**
2.1 IMPACTOS AMBIENTAIS E NA SAÚDE
2.2 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA A RESPEITO DO DESCARTE DE PILHAS E BATERIAS
2.3 PROCESSOS DE RECICLAGEM DE PILHAS E BATERIAS

3. RECICLAGEM DE PILHAS E BATERIAS COMO TEMÁTICA PARA SUGESTÕES DE ATIVIDADES DE ENSINO DE ELETROQUÍMICA **26**
3.1EXPLORANDO O TEMA
3.2 LEITURA E DISCUSSÃO DO TEXTO "UM POUCO SOBRE PILHAS E BATERIAS"
3.3 LEITURA E DISCUSSÃO DO ARTIGO "PILHAS E BATERIAS: FUNCIONAMENTO E IMPACTO AMBIENTAL"
3.4 VÍDEOS EDUCATIVOS SOBRE RECICLAGEM DE PILHAS E BATERIAS
3.5 ELABORAÇÃO DO PAINEL

CONSIDERAÇÕES FINAIS **32**

REFERÊNCIAS **34**

ANEXOS **36**

RESUMO

O tema reciclagem é um assunto bastante abordado atualmente devido à preocupação da sociedade com o meio ambiente, principalmente sobre a destinação final do lixo eletrônico. Pensando nisso este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de elaborar sugestões de atividades para o ensino do conteúdo de eletroquímica contextualizado com a temática de Reciclagem de pilhas e baterias usadas. Essas atividades foram fundamentadas nos princípios do Ensino CTS (Ciência- Tecnologia- Sociedade) e da Educação Ambiental. Para o desenvolvimento das atividades são sugeridas aulas teóricas e práticas. As aulas teóricas abordam tanto o conhecimento químico de eletroquímica quanto a discussão dos problemas causados pelo descarte inadequado de pilhas e baterias usadas, mostrando que a reciclagem é uma alternativa para solucionar esses problemas. A aula prática traz o experimento da pilha de Daniell para que os alunos possam a partir dessa pilha mais simples, entender o funcionamento das pilhas comerciais. O primeiro capítulo traz a fundamentação teórica sobre o Ensino CTS e a educação ambiental com seus principais enfoques. O segundo capítulo faz uma revisão sobre os impactos ambientais e da saúde causados pelo descarte inadequado das pilhas e baterias, a legislação brasileira vigente a respeito do gerenciamento das pilhas e baterias e os processos de reciclagem existentes. E no terceiro capítulo é apresentada a proposta de ensino com metodologias e objetivos, descrevendo várias sugestões de atividades que podem ser desenvolvidas em sala de aula entre elas estão experimentos, vídeos, discussões de textos, buscando sempre deixar a aula dinâmica em que os alunos possam participar expondo suas idéias sobre o assunto e esclarecendo suas dúvidas. Apesar dessas sugestões não terem sido aplicadas em sala de aula, podem ser uma alternativa para o ensino de eletroquímica.

Palavras Chaves: CTS- Educação Ambiental - Reciclagem de pilhas e baterias

INTRODUÇÃO

É de grande importância para qualquer pessoa adquirir conhecimentos químicos para exercer sua cidadania, tendo em vista que a Química está presente no seu dia a dia. Por exemplo, o assunto pilhas e baterias apresenta muitos conhecimentos químicos relativos ao cotidiano das pessoas, o que o torna relevante socialmente e essencial para a formação do cidadão.

Trabalhar o assunto pilhas e baterias é uma oportunidade de ensinar o conteúdo de eletroquímica contextualizado com a reciclagem de pilhas e baterias. Essa contextualização é fundamental na medida em que ela reduz os problemas ambientais e de saúde provocados pelo seu descarte indevido.

Nesse sentido, a contextualização aqui discutida será trabalhada no enfoque CTS (Ciência –Tecnologia - Sociedade) associado com a Educação Ambiental. Assim, a abordagem do ensino CTS e da Educação Ambiental se constituem no embasamento teórico desta monografia.

O ensino CTS se configura em um ensino contextualizado com problemáticas do cotidiano do aluno, relacionando a Ciência e Tecnologia e suas implicações para a Sociedade. É um ensino que tenta fugir da educação tradicional baseada na memorização e no conhecimento centrado no professor. Esse ensino pretende despertar no aluno o interesse sobre determinado assunto, no qual ele pesquisa, discute e apreende o conhecimento científico com a ajuda do professor. Em síntese trata-se de um ensino voltado para formar cidadãos que sejam capazes de ter um pensamento crítico sobre a sociedade em que vivem, buscando soluções para diversas questões que envolvam sua comunidade.

A Educação Ambiental também desenvolve uma postura crítica nos alunos e ajuda na formação da cidadania. É de extrema importância que os alunos conheçam os problemas ambientais vividos atualmente, suas origens, causas e consequências e que estejam cientes de que a relação homem-natureza é muito delicada. Isso porque o ser humano precisa da natureza para sobreviver e ao mesmo tempo está exaurindo-a de tal forma que os recursos naturais estão acabando.

A reciclagem de pilhas e baterias é um assunto que vem crescendo atualmente, visto que o consumo de pilhas e baterias está aumentando cada vez mais com o avanço das

tecnologias, principalmente em aparelhos eletrônicos que as utilizam. É de extrema importância refletir sobre o consumo desses materiais, para onde vão depois que acaba a vida útil? Será que tais materiais não agridem ao meio ambiente ou a nossa saúde?

Desenvolver o tema reciclagem de pilhas e baterias em sala é uma forma de ensinar o conteúdo de eletroquímica e ao mesmo tempo desenvolver um pensamento crítico sobre o uso e o descarte adequado desses materiais. Os alunos terão a noção de quantos tipos diferentes de pilhas e baterias existem, os componentes tóxicos presentes, a legislação brasileira e os processos de reciclagem desses materiais.

Nesse sentido, o objetivo desta monografia é apresentar uma série de atividades voltadas para o conteúdo de eletroquímica, abordando o tema reciclagem das pilhas em uma perspectiva de educação ambiental e de reflexão sobre as relações CTS. Para isso, a monografia foi desenvolvida por meio de revisão bibliográfica, a partir da qual foram sugeridas atividades de ensino. Ela está dividida em três capítulos, no capitulo um são apresentados os princípios da Educação Ambiental e do Ensino CTS, o capítulo dois trata dos da questão ambiental e da saúde envolvidas e os processos de reciclagem de pilhas e baterias e o capitulo três traz as atividades de ensino nas quais serão apresentados objetivos e metodologias para a abordagem do conteúdo em sala de aula.

CAPÍTULO 1
EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O ENFOQUE CTS

Neste capítulo será abordado a Educação Ambiental e o Ensino CTS, os quais constituem o referencial para a proposta de ensino apresentada nesta monografia que busca o ideal da formação de um sujeito crítico capaz de exercer sua cidadania.

1.1 Educação Ambiental

Panorama histórico

Para a elaboração do panorama histórico da Educação Ambiental (EA) apresentada a seguir tomaram-se como base as informações fornecidas por Carvalho (2004).

A década de 1970 no Brasil e na América Latina é lembrada pela luta por democracia, visto que na época se vivia a era da ditadura militar. Nesse contexto social, surge a preocupação com o meio ambiente e começam a surgir os primeiros movimentos, entidades e ações ecológicas. No âmbito governamental, surgem as leis, a regulamentação e o controle das questões ambientais.

A Educação Ambiental é uma das vertentes do movimento ecológico que veio da preocupação que a sociedade tinha com a qualidade de vida para as futuras gerações. A EA vem então para discutir as melhores maneiras de se preservar o meio ambiente e alternativas para a sociedade se relacionar com ele, sem destruí-lo. A EA se preocupa com a conscientização das pessoas quanto ao esgotamento de recursos naturais, à poluição etc. e envolve a sociedade nessas questões.

A EA foi ganhando espaço no cenário internacional e foi discutida na I Conferência Internacional sobre o Meio Ambiente, em 1972, em Estocolmo na Suécia. Já em 1977, foi apresentada na I Conferencia sobre Educação Ambiental em Tbilisi (ex- URSS) e em 1997 na II Conferencia, em Tessalônica, na Grécia.

No cenário brasileiro, a EA apareceu pela primeira vez na legislação de 1973. Um grande evento importante que aconteceu no Brasil foi o Fórum Global, juntamente com a Conferência da ONU sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente, no Rio de Janeiro, a Rio-92. Nesse fórum, várias Organizações Não Governamentais e movimentos sociais criaram o

Tratado de Educação Ambiental para sociedades sustentáveis, o que definiu a parte política do projeto pedagógico da EA.

A Educação Ambiental foi ratificada pela Política Nacional de Educação Ambiental como sendo:

> Os processos por meio dos quais os indivíduos e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. (BRASIL, 1999).

A EA é, portanto, uma nova proposta pedagógica que tem buscado trabalhar de forma interdisciplinar, tentando entender as relações entre a sociedade e o meio ambiente, intervindo e aplicando o conhecimento de diversas áreas, não só no âmbito escolar, mas também considerando os saberes de comunidades e populações locais.

Alguns objetivos da EA crítica:

> - Promover a compreensão dos problemas sociambientais em suas múltiplas dimensões: geográfica, histórica, biológica e social, considerando o meio ambiente como o conjunto das inter-relações entre o mundo natural e o mundo social, mediado por saberes científicos;
> - Atuar no cotidiano escolar e não escolar, provocando novas questões, situações de aprendizagem e desafios para a participação n resolução de problemas, a fim de articular a escola com os ambientes locais e regionais;
> - Formar uma atitude ecológica dotada de sensibilidades estéticas, éticas e políticas atentas à identificação dos problemas e conflitos que afetam o ambiente em que vivemos. (BRASIL, 1999).

Os objetivos acima só afirmam o caráter interdisciplinar da EA e a questão de atuar tanto no ambiente escolar quanto fora dele.

A Educação Ambiental e a Cidadania

A Ecocidadania remete a preocupação ecológica no cotidiano da sociedade, em que há a conscientização tanto individual quanto coletiva dos problemas ambientais locais e globais. O conceito traz um sentimento de humanidade de que todos fazem parte do mesmo planeta e que juntos pode-se encontrar soluções para os problemas que estão surgindo no que se refere ao meio ambiente (LOUREIRO, 2005).

Os problemas ambientais estão presentes na sociedade e vem aumentando cada vez mais, devido à urbanização desenfreada das cidades. Entres esses problemas pode-se citar contaminação das fontes de água, despejo inadequado de lixo, poluição do ar etc. eles podem ser encarados como resultado dos serviços precários e da omissão do poder público quanto às condições de vida da população (JACOBI, 1998). Porém o problema é muito mais complexo

do que apenas considerar o poder público como único culpado, visto que é apenas uma das partes envolvidas, a própria sociedade como um todo também contribui com o aumento dos problemas ambientais. Por exemplo: jogar uma bituca de cigarro no ou um papel de balinha no chão já contribui ou até mesmo carros desregulados que liberam fumaça além da quantidade permitida. De uma forma ou outra atos como esses contribuem com os problemas ambientais vividos atualmente.

No mundo globalizado que se vive atualmente, a informação pode ser grande aliada para resolver esses problemas. A internet, a rede multimídia e a educação para a cidadania podem ser utilizadas para alertar as pessoas sobre as questões ambientais e fazer com que elas participem na defesa de uma qualidade de vida melhor (JACOBI, 1998).

Nesse contexto, a EA surge para tentar resolver os impasses da sociedade com o meio ambiente. Como uma forma de conscientização sobre a crise ambiental através de políticas ambientais e programas educacionais. Sendo assim, EA deve ser crítica e inovadora, seu principal enfoque é a relação homem, natureza e o universo, levando-se em conta que os recursos naturais estão acabando e que o principal causador disso é o próprio homem (JACOBI, 1998).

A EA é uma das bases da educação para cidadania, sendo um importante elemento para o conceito de cidadão. O desafio da EA é fortalecimento da cidadania para todos e que cada pessoa saiba dos seus direitos e deveres e que se torne responsável pela defesa da qualidade de vida (JACOBI, 1998).

A cidadania e a educação ambiental se relacionam da seguinte forma:

> Cidadania tem a ver com o pertencimento e identidade numa coletividade. A EA, como formação de cidadania e como exercício de cidadania, tem a ver com uma nova forma de encarar a relação do homem com a natureza, baseada numa nova ética, que pressupõe outros valores morais e uma forma diferente de ver o mundo e os homens [...] a EA deve ser vista como um processo de permanente aprendizagem, que valoriza as diversas formas de conhecimento e forma cidadãos com consciência local e planetária. (JACOBI, 1998, p.2).

Educação Ambiental no currículo escolar

A Lei 9.795 de 27 de abril de 1999 que institui a Política Nacional da Educação Ambiental, diz que a EA é obrigatória em todos os níveis de ensino e componente importante na educação fundamental. E os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) apontam para a necessidade de trabalhar a EA como um tema transversal e de forma interdisciplinar. Para isso

as orientações estão contidas nos PCN (BRASIL, 1997) e o próprio MEC tem disponibilizado materiais didáticos e cursos para capacitar os professores na EA (CARVALHO, 2004).

Trabalhar a EA de forma transversal significa tratar as questões ambientais em várias áreas do conhecimento para que o aluno tenha uma visão abrangente e global. As principais áreas relacionadas são Ciências Naturais, Geografia e História, porém Língua Portuguesa, Artes, Educação Física também tem seu espaço no desenvolvimento da EA, pois elas darão a base para o aluno estabelecer seu conhecimento sobre o meio ambiente (BRASIL, 1997).

Ainda segundo os PCN (BRASIL, 1997), para que a EA faça sentido para o aluno deve ser trabalhada de forma que ele possa aplicar os conceitos aprendidos em sala de aula para compreender melhor a realidade que ele se encontra, focando nos problemas locais de sua comunidade.

Segundo Camargo e Wolf (2008):

> Trabalhar com o tema meio ambiente através da Educação Ambiental deve ser entendido como um trabalho em prol de uma educação política, no sentido de que ela reivindica e prepara o cidadão, para exigir justiça social cidadania e planetária, autogestão e ética nas relações sociais e com a natureza (p.11).

Sendo assim o papel do professor na EA segundo os PCN (BRASIL, 1997) é:

> de favorecer ao aluno o reconhecimento de fatores que produzam real bem-estar; ajudá-lo a desenvolver um espírito de crítica às induções ao consumismo e o senso de responsabilidade e solidariedade no uso dos bens comuns e recursos naturais, de modo a respeitar o ambiente e as pessoas de sua comunidade (p.36).

1.2 O Ensino CTS

O ensino CTS é a interação Ciência, Tecnologia e Sociedade, sendo seu objetivo na educação, a formação de cidadãos capazes de entender o mundo de forma científica e tecnológica. O ensino CTS ajuda o aluno na apreensão de conhecimentos, habilidades e valores que serão importantes na tomada de decisões em questões referentes à ciência e à tecnologia na sociedade e discutindo possíveis soluções para essas questões (SANTOS e MORTIMER, 2002).

Segundo Hofstein, Aikenhead e Riquarts (1988)[1] *apud* Santos e Mortimer (2002), algumas habilidades e valores construídos no Ensino CTS são:

> A auto-estima, a comunicação escrita e oral, o pensamento lógico e racional para solucionar problemas, a tomada de decisão, o aprendizado colaborativo/cooperativo, a responsabilidade social, o exercício da

[1] HOFSTEIN, A., AIKENHEAD, G., RIQUARTS, K. Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. *International Journal of Science Education*, v. 10, n. 4, p.357-366,1988.

> cidadania, a flexibilidade cognitiva e o interesse em atuar em questões sociais. (SANTOS e MORTIMER, 2002, p.5).

O enfoque que o ensino CTS objetiva é:

> a) A análise e desmistificação do papel da ciência e da tecnologia como aprendizado hierarquizado e que leva ao desenvolvimento;
> b) A aprendizagem social da participação pública nas decisões relacionadas com temas tecnocientíficos e
> c) Uma renovação da estrutura curricular dos conteúdos, de forma a colocar a Ciência e a Tecnologia em concepções vinculadas ao contexto social. (SANTOS *et al*., 2010, p.140)

Quando se fala em tomada de decisões, temos a questão dos produtos químicos que as pessoas têm acesso diariamente, por exemplo, em supermercados em que elas têm que decidir qual devem consumir. A decisão do consumo deste ou daquele produto não deveria ser feita observando-se somente se ele é realmente bom, mas também quais seriam os efeitos para a saúde, o meio ambiente, a economia e a ética de como foi produzido e comercializado. Exercer a cidadania é estar atento a esses aspectos, porém é claro que não é possível ter acesso a todas essas informações, mas pensar sobre esses aspectos já é um começo, pois pode mudar a postura com relação ao comprar ou não de determinado produto. Na maioria das vezes, ninguém se importa se o consumo desse produto agride o meio ambiente, se para produzi-lo utilizou-se mão de obra infantil. Na verdade as pessoas só se preocupam com a qualidade e aparência do produto. Se os aspectos sociais, éticos e econômicos fossem levados em conta, também haveria uma diminuição no consumo de produtos com embalagens descartáveis, que agridem o meio ambiente de alguma forma. Isso obrigaria os fabricantes a tomarem medidas em relação à fabricação de seus produtos (SANTOS e MORTIMER, 2002).

Para Teixeira (2003), o ensino de Ciências em sala de aula (Química, Física, Biologia) é caracterizado pelo conteudismo, memorização e descontextualização e falta de articulação entre as disciplinas. O movimento CTS é o oposto, deixa para trás essa postura e procura trabalhar de forma contextualizada com temáticas relacionadas a questões e problemas da realidade social.

A abordagem do ensino CTS ocorre da seguinte forma:

> uma problemática extraída da sociedade é introduzida; em seguida, uma tecnologia relacionada ao tema é apresentada e analisada, e o conteúdo (conceitos e habilidades científicas) é definido em função do tema e da tecnologia relacionada. Posteriormente, a tecnologia é retomada novamente, para análise, agora com o suporte do conteúdo que foi estudado e, finalmente, a questão social é re-discutida, se possível, permitindo a tomada de decisão sobre o assunto. (TEIXEIRA, 2003, p.183).

O ensino CTS prega uma educação em ciências "mais humanista, mais global, menos fragmentada, capaz de preparar melhor os alunos para a compreensão do mundo e das inter-relações do conhecimento científico e tecnológico na sociedade" (MARTINS, 2002, p.30).

Ainda segundo Martins (2002), trata-se de um movimento que tem uma filosofia na qual o ensino deve ser contextualizado em que as relações com a tecnologia têm implicações para a sociedade. Ou seja, o ensino aparece como algo que dá sentido ao que é questionado pelo aluno.

Dessa forma, o ensino de Ciências deve ser desenvolvido em temas que possuem problemas atuais e reais:

> Selecionar os conceitos de Ciências e Tecnologia que são importantes para o desenvolvimento de uma explicação/interpretação plausível para o nível de estudos em questão, levantando questões criadas na sociedade pela repercussão da tecnologia ou pelas implicações sociais do conhecimento científico e tecnológico. (MARTINS, 2002, p.30).

Para o enfoque CTS, o processo ensino- aprendizagem é visto como uma

> possibilidade de despertar no aluno a curiosidade, o espírito investigador, questionador e transformador da realidade. Emerge daí a necessidade de buscar elementos para a resolução de problemas que fazem parte do cotidiano do aluno, ampliando-se esse conhecimento para utilizá-lo nas soluções dos problemas coletivos de sua comunidade e sociedade. (PINHEIRO, SILVEIRA e BAZZO, 2007, p.77).

Dessa forma, a relação entre professor e aluno, muda o professor não é mais o detentor do conhecimento. Juntos eles pesquisam, apreendem o conhecimento científico (PINHEIRO, SILVEIRA e BAZZO, 2007).

O Ensino CTS pode ser trabalhado numa perspectiva baseada em FREIRE (1970), segundo SANTOS *et al*. (2010), a educação deve ser temática, com temas sociais e culturais e deve trazer questões do cotidiano do aluno, porque para se ter uma educação libertadora é preciso problematizar as questões existentes no mundo do aluno. Ainda segundo Freire (1970), a alfabetização do aluno acontece quando se coloca situações típicas do grupo e procura-se explorar a conscientização dos membros grupo sobre determinado problema.

O enfoque CTSA

O ensino CTSA (Ciência- Tecnologia- Sociedade- Ambiente), procura trabalhar baseado nas relações CTS associado às preocupações ambientais. Dessa forma o Ensino CTSA é visto numa perspectiva:

> de interpretação das questões socioambientais cotidianas, no sentido do encaminhamento de abordagens problematizadoras, tais como as necessidades e desejos na nossa sociedade de consumo; a insustentabilidade de um modelo de "desenvolvimento que gera uma legião de excluídos, uma das piores faces da degradação ambiental; os conflitos e confrontos que envolvam poderosos interesses econômicos em jogo, como a exploração de recursos minerais ou uso de água enquanto recurso finito e indispensável. (SANTOS *et al*., 2010, p. 146).

Ainda segundo SANTOS *et al*. (2010), um caminho de se trabalhar as relações CTS é a "ambientalização" da escola como espaço para discutir as questões socioambientais citadas acima. Dessa forma, os alunos podem compreender e se apropriar de significados a respeito das relações entre o homem e o meio ambiente, visando tanto à perspectiva local quanto à global.

A articulação entre CTS e EA dentro da sala de aula ocorre de forma interdisciplinar e cabe ao professor escolher um tema para trabalhar com os alunos. Deve ser um tema que "problematize a produção da ciência enquanto técnica de desenvolvimento social e de resolver problemas ambientais" (SANTOS *et al*., 2010, p. 151).

No ensino de Química há um livro que trabalha dessa forma, articulando temas aos conteúdos, é o livro *Química e Sociedade* (SANTOS, MÓL *et al*., 2005), no qual o conteúdo é proposto com textos abordando questões ambientais e tecnológicas, fazendo com que o aluno reflita sobre seu cotidiano e mude sua postura em relação à temática abordada (SANTOS *et al*., 2010). Nos temas, além de serem discutidas as relações CTS, o conteúdo de química é explicado de forma contextualizada com situações do dia a dia do aluno.

Muitos alunos não gostam de Química porque acham uma matéria entediante, sem aplicabilidade, com a qual se aprende decorando. Porém, quando os conceitos químicos são ensinados em um contexto, o aluno começa a perceber que o que ele estuda faz sentido em vários momentos de sua vida, seja fazendo um bolo, lavando uma roupa ou até mesmo questões como a poluição ambiental, existem conhecimentos químicos por trás que são de grande importância para que se entenda o que está acontecendo.

O livro *Química e Sociedade* (SANTOS; MÓL *et al*., 2005)

> ao final dos textos temáticos são introduzidas questões que solicitam ao aluno debater diferentes pontos de vista sobre questões sociocientíficas, as quais se referem a aspectos ambientais, políticos, econômicos, éticos sociais e culturais relativos à ciência e tecnologia. Essas questões possibilitam uma abordagem contextualizada, propiciando um estudo interdisciplinar e o desenvolvimento de atitudes e valores. (SANTOS *et al*., 2010, p.151).

Não somente este livro pode ser usado, mas também reportagens de revistas e jornais, artigos e próprios textos escritos pelos professores acerca do tema a ser discutido. Para que o Ensino CTS juntamente com a EA sejam aplicados de forma efetiva, é necessária uma formação continuada dos professores, com cursos e grupos de pesquisa que discutam e desenvolvam maneiras de valorizar o enfoque CTS e a EA em sala de aula (SANTOS, *et al*.,2010).

CAPÍTULO 2
DESCARTE E RECICLAGEM DE PILHAS E BATERIAS

2.1 Impactos ambientais e na saúde

Os impactos ambientais e na saúde causados pelas pilhas serão discutidos baseados em Reidler e Günter (2003).

Em média são produzidos por ano cerca de 1,2 bilhões de pilhas secas e alcalinas no país, sendo 400 milhões, material de origem pirata que não atende as especificações da Legislação Ambiental Brasileira (Dados da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica – Abinee). Essa quantidade enorme de lixo tecnológico representa hoje um grande problema ambiental. A maioria das pilhas e baterias possui em sua composição metais tóxicos como cádmio, mercúrio, chumbo níquel etc. Metais esses prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana, devido á sua alta toxicidade.

As pilhas e baterias quando descartadas em lixo comum, apresentam sérios riscos, uma vez que esse material se deteriora e os metais tóxicos presentes se misturam no solo contaminando-o e podendo se infiltrar nos lençóis freáticos comprometendo o abastecimento de água potável.

Como esses metais são bioacumulativos, eles podem se incorporar na cadeia alimentar e, dessa forma, trazer sérios danos ao organismo. Quanto à agricultura no processo de compostagem, solos com a presença de pilhas, apresentam baixa qualidade do adubo orgânico, inviabilizando seu uso.

Esses metais são encontrados em organismos vivos, porém em quantidades traço. Esses metais são essenciais para o bom funcionamento do organismo. Quando essa quantidade é aumentada ou esse metal combina-se com outros átomos, se torna potencialmente tóxico. Dessa forma, ao ser absorvido pelo organismo vivo em grandes concentrações, o metal pode alterar seu funcionamento, causando uma série de danos, penetrando nas células podendo inibir as atividades enzimáticas, causando intoxicação. Existem situações que intoxicação só é notada em longo prazo devido aos sintomas que vão aparecendo aos poucos.

A tabela a seguir mostra os efeitos na saúde dos principais metais presentes nas pilhas e baterias:

Tabela 1 : Principais efeitos à saúde de metais presentes em pilhas e baterias.

Cd (*)	Câncer Disfunções digestivas Problemas Pulmonares
Pb(*)	Anemia Disfunção renal Dores Abdominais (cólica, espasmos, rigidez) Encefalopatia (sonolência, distúrbios mentais, convulsão, coma) Neurite periférica (paralisia) Problemas pulmonares Teratogênico
Co	Lesões Pulmonares e no sistema respiratório Distúrbios hematológicos Possível Carcinogênico humano Lesões e irritações na pele Distúrbios gastrointestinais Efeitos cardíacos
Cr (*)	Câncer do aparelho respiratório Lesões nasais e perfuração de septo e na pele Distúrbios no fígado e rins, podendo se letal; distúrbios gastrointestinais
Li	Disfunções renais e respiratórias Disfunções do sistema neurológico Caustico sobre a pele e mucosas Teratogênico
Mn	Disfunção cerebral e do sistema neurológico Disfunções renais, hepáticas e respiratórias Teratogênico
Hg(*)	Congestão, inapetência, indigestão Dermatite Distúrbios gastrointestinais (com hemorragia) Elevação da pressão arterial Inflamações na boca e lesões no aparelho digestivo Lesões renais Distúrbios neurológicos e lesões cerebrais Teratogênico, mutagênico e possível carcinogênico
Ni	Câncer Lesões no sistema respiratório Distúrbios gastrointestinais Alterações no sistema imunológico Dermatites Teratogênico, genotóxico e mutagênico
Ag	Argíria (descoloração da pele e outros tecidos) Dores estomacais e distúrbios digestivos Problemas no sistema respiratório Necrose da medula óssea, no fígado, nos rins e lesões oculares
Zn	Alterações hematológicas Lesões pulmonares e no sistema respiratório Distúrbios gastrointestinais Lesões no pâncreas

(Fonte: ASTDR (2002)[2]; U.S. EPA(2002)[3]; WHO (2002)[4], apud REIDLER e GÜNTER ,2003)

*Esses metais estão incluídos na Lista TOP 20 da USEPA, entre as 20 substâncias mais perigosas à saúde e ao ambiente: Cd, Cr, Hg, Pb (CERCLA (2002)[5], apud Reidler e Günter,2003).

[2] ATSDR - Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Disponível em http:www.astdr.cdc.gov

[3] U.S.EPA. *TOXNET.* Disponível em: URL: www.toxnet.nlm.nih.gov (2002).

[4] WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Environment Health Criteria*.Disponível em http//www.who.int/pcs/ehc/summaries.html (2002).

[5] CERCLA *Top 20.* Disponível em: URL: http:www.astdr.cdc.gov/astdrhome.html, 2002.

2.2 Legislação Brasileira a respeito do descarte de pilhas e baterias

No Brasil, até a década de 1990, não se tinha uma preocupação com o descarte de pilhas e baterias. Em 1999, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), publicou no Diário Oficial, a resolução n° 257 e n° 263 que falam quanto ao descarte e controle das pilhas e baterias usadas no que diz respeito à coleta, reutilização e reciclagem. A seguir serão discutidos alguns parágrafos da resolução.

O primeiro artigo fala que o consumidor pode devolver após a total utilização das pilhas e baterias que contenham materiais tóxicos, para os estabelecimentos onde eles compraram e os estabelecimentos podem devolver para a indústria fabricante. Ficando na responsabilidade dos fabricantes o tratamento desse material para o descarte adequado.

> **Art. 1º.** As pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, destinadas a quaisquer tipos de aparelhos, veículos ou sistemas, móveis ou fixos, que as requeiram para o seu pleno funcionamento, bem como os produtos eletro-eletrônicos que as contenham integradas em sua estrutura de forma não substituível deverão, após o seu esgotamento energético, ser entregues pelos usuários aos estabelecimentos que as comercializam ou à rede de assistência técnica autorizada pelas respectivas indústrias, para repasse aos fabricantes ou importadores, para que estes adotem, diretamente ou através de terceiros, os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada. (BRASIL, 1999)

O artigo sexto fala a respeito da composição das pilhas e baterias quanto à questão dos metais tóxicos:

> **Art. 6.º** A partir de 1.º de janeiro de 2001, a fabricação, importação e comercialização de pilhas e baterias deverão atender aos limites estabelecidos a seguir:
>
> I- com até 0,010% em peso de mercúrio, quando forem do tipo zinco-manganês e alcalina-manganês;
>
> II- com até 0,015% em peso de cádmio, quando forem do tipo zinco-manganês e alcalina-manganês;
>
> III- com até 0,200% em peso de chumbo, quando forem do tipos alcalina-manganês e zinco-manganês;
>
> IV-com até 25 mg de mercúrio por elemento, quando forem do tipo pilhas miniaturas e botão. (BRASIL,1999).

O artigo décimo terceiro fala que se as pilhas que estão de acordo com as especificações do artigo sexto podem ser descartadas em lixo comum. E que os fabricantes tem a obrigação de identificar nas embalagens se as pilhas devem ser devolvidas ou não.

> **Art. 13°.** As pilhas e baterias que atenderem aos limites previstos no art. 6.º poderão ser dispostas, juntamente com os resíduos domiciliares, em aterros sanitários licenciados. (BRASIL, 1999)
>
> **Parágrafo Único.** *Os fabricantes e importadores deverão identificar os produtos descritos no* caput *deste artigo, mediante a aposição nas embalagens e, quando couber, nos produtos, de símbolo que permita ao*

> *usuário distingui-los dos demais tipos de pilhas e baterias comercializados.* (BRASIL, 1999)

Em 2008 o CONAMA instituiu a Resolução 401 que considera a necessidade de disciplinar o gerenciamento de pilhas e baterias quanto as suas composições de chumbo, mercúrio e cádmio no que diz respeito à coleta, reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição. A nova resolução tenta minimizar os impactos negativos causados ao meio ambiente pelo descarte inapropriado de pilhas e baterias, atualizando a resolução 257/1999 quanto a questão dos teores de metais tóxicos, a necessidade de conscientização do consumidor sobre os riscos à saúde e ao meio ambiente desses materiais e um maior rigor na fiscalização das empresas fabricantes.

A seguir alguns artigos da resolução 401/2008:

> **Art. 2º.** Para os fins do disposto nesta Resolução, considera-se
> I - bateria: acumuladores recarregáveis ou conjuntos de pilhas, interligados em série ou em paralelo;
> II - pilha ou acumulador: gerador eletroquímico de energia elétrica, mediante conversão de energia química, podendo ser do tipo primária (não recarregável) ou secundária (recarregável);
> III - pilha ou acumulador portátil: pilha, bateria ou acumulador que seja selado, que não seja pilha ou acumulador industrial ou automotivo e que tenham como sistema eletroquímico os que se aplicam a esta Resolução.
> IV - bateria ou acumulador chumbo-ácido: dispositivo no qual o material ativo das placas positivas é constituído por compostos de chumbo e o das placas negativas essencialmente por chumbo, sendo o eletrólito uma solução de ácido sulfúrico;
> V - pilha-botão: pilha que possui diâmetro maior que a altura;
> VI - bateria de pilha botão: bateria em que cada elemento possui diâmetro maior que a altura;
> VII - pilha miniatura: pilha com diâmetro ou altura menor que a do tipo AAA - LR03/R03, definida pelas normas técnicas vigentes;
> **Art. 6º**. As pilhas e baterias nacionais e importadas, usadas ou inservíveis, recebidas pelos estabelecimentos comerciais ou em rede de assistência técnica autorizada, deverão ser, em sua totalidade, encaminhadas para destinação ambientalmente adequada, de responsabilidade do fabricante ou importador.
> **Art. 7º**. A partir de 1° de julho de 2009, as pilhas e baterias do tipo portátil, botão e miniatura que sejam comercializadas, fabricadas no território nacional ou importadas, deverão atender aos seguintes teores máximos dos metais de interesse
> I - conter até 0,0005% em peso de mercúrio quando for do tipo listado no inciso III do art. 2º desta resolução
> II - conter até 0,002% em peso de cádmio quando for do tipo listado no inciso III do art. 2° desta resolução;
> III - conter até 2,0% em peso de mercúrio quando for do tipo listado nos incisos V, VI e VII do art. 2° desta resolução;
> IV - conter traços de até 0,1% em peso de chumbo.
> **Art. 8°.** As baterias, com sistema eletroquímico chumbo-ácido, não poderão possuir teores de metais acima dos seguintes limite

> I - mercúrio - 0,005% em peso; e II - cádmio - 0,010% em peso (BRASIL,2008)

A partir desses artigos pode-se ver que a quantidade de metais tóxicos na composição das pilhas e baterias diminuiu em relação à resolução 257/1999 e reafirma a obrigatoriedade dos estabelecimentos comerciais em receber as pilhas e baterias usadas e encaminhá-las aos fabricantes que tem a responsabilidade de dar uma destinação final adequada.

A resolução 401/2008 traz uma novidade em relação à outra resolução, o capitulo V é totalmente destinado à informação, à educação e à comunicação ambiental. A seguir alguns artigos desse capítulo.

> **Art. 14**. Nos materiais publicitários e nas embalagens de pilhas e baterias, fabricadas no País ou importadas, deverão constar de forma clara, visível e em língua portuguesa, a simbologia indicativa da destinação adequada, as advertências sobre os riscos à saúde humana e ao meio ambiente, bem como a necessidade de, após seu uso, serem encaminhadas aos revendedores ou à rede de assistência técnica autorizada.
> **Art. 17**. Os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes destas pilhas e baterias, ou de produtos que as contenham para seu funcionamento, serão incentivados, em parceria com o poder público e sociedade civil, a promover campanhas de educação ambiental, bem como pela veiculação de informações sobre a responsabilidade pós-consumo e por incentivos à participação do consumidor neste processo.
> **Art. 18.** Os fabricantes e importadores dos produtos abrangidos por esta Resolução deverão periodicamente promover a formação e capacitação dos recursos humanos envolvidos na cadeia desta atividade, inclusive aos catadores de resíduos, sobre os processos de logística reversa com a destinação ambientalmente adequada de seus produtos. (BRASIL, 2008).

Os artigos acima mostram a preocupação com a conscientização ambiental. o fabricando deve alertar os consumidores sobre a destinação adequada das pilhas e baterias, colocando nas embalagens a simbologia dizendo se aquele produto pode ser descartado em lixo doméstico ou deve ser devolvido ao fabricante e informando-os sobre os risco à saúde humana e ao meio ambiente.

A conscientização ambiental segundo os artigos também pode ser feita através de parcerias entres os fabricantes, importadores e comerciantes com o poder público, promovendo campanhas de educação ambiental e incentivando os consumidores a se tornarem ativos nesse processo.

As simbologias utilizadas nas embalagens das pilhas e baterias segundo a Resolução 401/2008 são:

Para baterias de chumbo ácido ou níquel- cádmio:

Figura 1. Simbologia para baterias de chumbo ácido ou níquel-cádmio (extraído de BRASIL, 2008).

Se o fabricante ou o importador adotar um sistema de reciclagem poderá utilizar complementarmente a simbologia abaixo:

Figura 2. Simbologia para produtos recicláveis (extraído de BRASIL, 2008).

As tabelas abaixo mostram a relação dos tipos de pilhas e baterias mais comercializadas no Brasil e o seu destino final.

Tabela 2- Pilhas e baterias destinadas ao recolhimento (extraído de Furtado, (2004)[6], apud Cerqueira, 2006).

Tipo/ composição	Aplicação mais usual	destino
Bateria de chumbo ácido	Industrias, automóveis, filmadoras.	Devolver ao fabricante ou importador
Pilhas e baterias de níquel cádmio	Telefone celular, telefone sem fio, barbeador e outros aparelhos que usam pilhas recarregáveis	Devolver ao fabricante ou importador
Pilhas e baterias de óxido de mercúrio	Instrumentos de navegação e aparelhos de instrumentação e controle	Devolver ao fabricante ou importador

Tabela 3 – Pilhas e baterias destinadas ao lixo doméstico (extraído de Furtado, (2004)[6], apud Cerqueira,2006)

Tipo/ sistema	Aplicação mais usual	Destino
Comuns e Alcalinas Zinco/Manganês Alcalina/Manganês	Brinquedos, lanternas, rádio, controle remoto, equipamento fotográfico, Pager, walkman	Lixo doméstico
especial Níquel- metal- hidreto	Telefone celular, telefone sem fio, filmadora, notebook	Lixo doméstico
Especial: íons de lítio	Telefone celular e notebook	Lixo doméstico
Especial: Zinco- Ar	Aparelhos auditivos	Lixo doméstico
Especial : lítio	Equipamentos fotográficos, relógio, agenda eletrônica, calculadora, filmadora, notebook, computador	Lixo doméstico
Pilhas especiais do tipo botão e miniatura, de vários sistemas	Equipamento fotográfico , agenda eletrônica, calculadora, relógio, sistema de segurança e alarme	Lixo doméstico

2.3 Processos de Reciclagem de Pilhas e Baterias

Várias pesquisas têm sido estudadas para o desenvolvimento de novas tecnologias para a reciclagem de pilhas e baterias usadas e também em alguns casos tecnologias para tratar esses materiais para uma disposição segura, mas para isso é necessário o conhecimento de sua composição (PLANETA RECICLÁVEL, 2005).

A recuperação dos metais presentes nas pilhas e do invólucro de zinco são as formas mais utilizadas por empresas e pesquisas. Esses metais recuperados poderão utilizados na produzir novas pilhas, em pigmentos de tintas e o invólucro pode servir para produzir o aço inoxidável (BERNARDES,ESPINOSA,TENÓRIO,2004[7] apud CERQUEIRA,2006).

A reciclagem de pilhas e baterias pode seguir três processos diferentes: o tratamento de minérios, a hidrometalúrgia e a pirometalúrgia (PLANETA RECICLÁVEL, 2005).

Tratamento de minérios

Podem ser utilizadas diferentes técnicas para a separação dos minérios que estão relacionadas com suas propriedades físicas tais como densidade, condutividade, comportamento magnético entre outras. O tratamento de minérios pode ser considerado um pré-tratamento para o processo de reciclagem, as pilhas são moídas e o a carcaça é retirada por separação magnética, em seguida, o material é destinado a um processo de reciclagem:

[6] FURTADO, João S. *Baterias esgotadas: legislações & gestão* Relatório produzido para o MMA Ministério do Meio Ambiente do Brasil, Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Urbanos, Projeto de Redução de Riscos Ambientais,2004, p.33,56.

[7] BERNARDES, A.M.; ESPINOSA, D.C.R.; TENÓRIO, J.A.S. Recycling of batteries: a review of current processes and technologies. *Journal of Power Sources*, v.130, p.292, 295, 2004.

hidrometalúrgico ou pirometálurgico (BERNARDES; ESPINOSA; TENÓRIO, 2004[7] apud CERQUEIRA,2006).

Processo pirometálurgico

Após a moagem, os metais são separados levando-se em conta os seus pontos de fusão. A recuperação do mercúrio e do zinco total é feita por uma queima inicial nos gases de saída. Depois o resíduo é aquecido por volta de 1000°C com o auxilio de um agente redutor, nessa parte ocorre a recuperação do manganês e de mais algum zinco que ainda tenha ficado. O forno térmico possui uma única saída que leva para a câmara quente que é por onde o metal passa e se solidifica e na câmara quente fica um liga metálica de níquel, ferro e cobalto que pode ser aproveitada para a produção do aço inoxidável. Sendo assim o processo pirometalúrgico é um processo térmico que evapora o metal até sua temperatura de fusão e depois para recuperá-lo é feito processo de condensação (RECICLOTECA, s/d).

Processo Hidrometalúrgico

Após a moagem da pilha, as pilhas são lixiviadas com ácido hidroclorídrico ou sulfúrico, a temperatura do processo não passa de 100°C. A recuperação do zinco, do dióxido de manganês do cádmio e do níquel é feita através da purificação das soluções por processos de precipitação ou eletrólise. E o mercúrio pode ser retirado por aquecimento (RECICLOTECA, s/d).

Reciclagem de baterias recarregáveis

A reciclagem das baterias de chumbo ácido é viável do ponto de vista econômico porque seus resíduos possuem alto valor agregado. A reciclagem do chumbo é feita em fornos através do seu ponto de fusão. A redução dos óxidos do metal é feita com a adição de produtos durante o processo. Por último é feito o refino que depende da finalidade do produto que pode ser uma liga de chumbo ou chumbo puro livre de contaminantes e de acordo com a sua aplicação os procedimentos e métodos são diferentes. (PLANETA RECICLÁVEL, 2005).

A tabela seguinte mostra os tipos de pilhas e a melhor forma de reciclagem:

Tabela 4 – Reciclagem por tipo de pilha (RECICLOTECA, s/d).

Recarregadores de níquel-cádmio:	• **relativamente fáceis de reciclar, tanto por processos térmicos como hidrometalúrgicos;** • **recuperação do cádmio é de cerca de 100% para reutilização na indústria de pilhas ou fabrico de outros produtos;** • **o níquel é, geralmente, recuperado como ferro-níquel com aplicação na indústria do aço;**
Pilhas primárias de "botão":	• as pilhas primárias de botão com ânodo de zinco podem ser recicladas tanto em conjunto como separadamente para recuperação do mercúrio e da prata; • para a mistura destes dois tipos de pilhas, os métodos geralmente em uso baseiam-se na destilação do mercúrio (processo térmico), sendo a obtenção da prata realizada à custa de um processo hidrometalúrgico, a partir dos resíduos da primeira operação; • o tratamento de pilhas de óxido de prata (ou dos resíduos da destilação do Hg) pode também ser efetuado térmicamente, com sucata de chumbo, sendo a prata refinada por eletrólise na última etapa do processo; • em diferentes partidas, podem ser tratados na mesma instalação outros materiais contendo mercúrio, nomeadamente as lâmpadas fluorescentes, os termômetros e amálgamas de dentistas.
Pilhas primárias cilíndricas:	• a reciclagem de pilhas primárias de zinco/dióxido de magnésio tem sido difícil de implementar pelos elevados custos associados aos processos e pelos problemas de comercialização de alguns dos produtos obtidos na operação.

Os principais produtos resultantes da reciclagem de pilhas e baterias são:

-Cádmio metálico: com a pureza a cima de 99,95% que é vendido para as empresas que produzem baterias;

-Óxidos metálicos;

-Cloreto de cobalto;

-Chumbo refinado e suas ligas;

-Resíduos contendo aço e níquel utilizados em siderúrgicas;

-Níquel e ferro utilizados na fabricação de aço inoxidável (ABINNE, 2005 e PLANETA RECICLÁVEL,2005).

Processo de reciclagem no Brasil

A única indústria credenciada no Brasil para fazer reciclagem das pilhas e baterias é a Suzaquim Indústrias Químicas Ltda localizada em Suzano, São Paulo. Várias empresas como a Philips, Ericson, Motorola etc. tem contrato com a indústria para o recolhimento anual dos materiais (SUZAQUIM, s/d).

O método utilizado é a pirometalurgia em que os metais são transformados em gases e, depois, condensados (SUZAQUIM, s/d).

Os produtos obtidos da reciclagem das pilhas são sais e óxidos metálicos que serão utilizados em:

- Indústrias de Colorífício Cerâmico;
- Indústrias Cerâmicas e Refrátarias;
- Indústrias Químicas;
- Indústrias de tintas;
- Metalurgia, galvanoplastia, pirotecnia e fundição

A reciclagem de pilhas e baterias é um processo um caro que custa cerca de 990 reais a tonelada. A maioria das empresas recicla, não visa à economia do produto final e sim a sua contribuição para o meio ambiente, reduzindo a quantidade de pilhas e baterias presentes na natureza. Segundo a empresa que recicla esses materiais, a Suzaquim LTDA, foram recicladas cerca de três milhões de baterias no ano de 2009, o que ainda é considerada uma quantidade pequena visto pela quantidade de pilhas e baterias produzidas no país (SUZAQUIM, s/d).

CAPÍTULO 3
RECICLAGEM DE PILHAS E BATERIAS COMO TEMÁTICA PARA SUGESTÕES DE ATIVIDADES DE ENSINO DE ELETROQUÍMICA

Este capítulo tem como objetivo apresentar sugestões de atividades para abordar o conteúdo de Eletroquímica com enfoque CTS e de educação ambiental por meio do tema reciclagem de pilhas e baterias.

As atividades propostas foram desenvolvidas a partir de leituras de textos, vídeos e experimentos relativos á temática proposta.

3.1 Explorando o tema

Essa atividade pode ser dada a qualquer momento durante o ensino de eletroquímica. São perguntas direcionadas sobre pilhas e baterias e as questões ambientais e sociais que as envolvem.

- Objetivos

  - Conhecer os conceitos que alunos têm sobre o tema;

  - Despertar o interesse dos alunos pelo tema;

  - Reconhecer os aspectos básicos relacionados com as pilhas.

- Metodologia

O professor pode começar a aula conversando com os alunos sobre o tema para saber os conhecimentos que os alunos têm sobre o assunto. Ele pode introduzir a conversa com as seguintes perguntas:

- O que são pilhas? E para que servem?

- Vocês já pararam para imaginar que a maioria dos aparelhos que utilizamos no nosso cotidiano usa pilhas e baterias como fontes de energia? Poderiam me citar alguns aparelhos que as utilizam?

- Quantas pilhas e baterias vocês acham que o Brasil produz por ano?

- O que vocês fazem com essas pilhas e baterias depois que acaba o tempo de vida útil delas? Vocês acham que esse local é adequado?

- Alguém conhece algum posto de coleta?

- As pilhas e baterias têm algum componente tóxico que podem fazer mal à saúde ou ao meio ambiente?

- Já ouviram falar na reciclagem de pilhas e baterias?

O professor deve ser um condutor da conversa e deve dar oportunidade para os alunos debaterem o assunto. A discussão entre os alunos é muito importante porque todos participam da aula e dessa forma os alunos passam a ser sujeitos ativos do processo de ensino-aprendizagem.

- Avaliação

  O professor pode sugerir que os alunos façam uma pesquisa sobre os processos de reciclagem de pilhas e baterias.

3.2 Leitura e discussão do texto "Um pouco sobre pilhas e baterias"

A atividade sugerida também pode ser dada em qualquer momento enquanto se ensina eletroquímica. A leitura e discussão do texto ajudarão o aluno a entender um pouco mais sobre as pilhas e baterias tanto na parte química como na parte aplicada e também as questões ambientais relativas ao descarte inadequado.

- Objetivos

- Conhecer o funcionamento de uma pilha.
- Compreender a importância de jogar pilhas e baterias em locais adequados.
- Identificar os principais metais tóxicos presentes nas pilhas e baterias.

- Metodologia

O professor distribuirá o texto **"Um pouco sobre pilhas e baterias"** que se encontra nos anexos. Os alunos se reunirão em grupos e depois o professor pode sugerir uma discussão sobre o texto com perguntas envolvendo o texto.

As perguntas podem ser as seguintes:

O que fazer quando acaba a vida útil de pilhas e baterias?

Por que algumas pilhas não podem ser jogadas em lixo comum? E quando podem ser jogadas em lixo comum?

Quais são os principais metais tóxicos que se encontram numa pilha? O que eles causam na saúde?

- Avaliação

Pedir para que os alunos façam uma pesquisa sobre os tipos de pilhas e baterias mais utilizados.

3.3 Leitura e Discussão do artigo “Pilhas e Baterias: Funcionamento e Impacto Ambiental”

A atividade sugerida de leitura e discussão do artigo deve ser desenvolvida somente quando os alunos já tiverem algumas noções de eletroquímica. O artigo foi retirado da revista Química Nova na Escola disponível no site:**http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf**

Trata-se artigo um pouco denso, mas o professor deve orientar o aluno para que ele foque nos tipos de pilhas e baterias e nas questões ambientais envolvidas e que não se preocupe com as várias equações químicas que aparecem no artigo.

- **Objetivos**

- Reconhecer os vários tipos de pilhas e baterias existentes e seus principais usos.

- Identificar os principais metais tóxicos presentes e a razão do uso deles na fabricação das pilhas e baterias.

- Conhecer um pouco sobre as resoluções ambientais que falam sobre o gerenciamento que pilhas e baterias.

- Metodologia

Depois da leitura do artigo o professor pode dividir a turma em grupo para que juntos reflitam sobre as perguntas direcionadas e depois o professor pode orientar cada grupo a responder uma pergunta para a turma toda.

As perguntas podem ser:

Cite alguns tipos de pilhas e seus principais usos.

O que diz a resolução 257/99 a respeito das pilhas e baterias?

Quais são os teores máximos de metais tóxicos admitidos?

O que é proibido pela resolução fazer com aas pilhas e baterias usadas? Qual é a destinação final mais adequada?

Por que é colocado mercúrio na fabricação de alguns tipos de pilhas?

Quais tipos de pilhas e baterias agridem menos o meio ambiente? Por quê?

Qual é o problema ambiental que surge ao tentar recuperar o chumbo das baterias de chumbo/ ácido?

Ao final dessa discussão o professor pode realizar o experimento da pilha de Daniel, o roteiro encontra-se em anexos e pedir para que os alunos o relacionem com a pilha comercial comum.

3.4 Vídeos Educativos sobre reciclagem de pilhas e baterias

- Objetivos

  - Conscientizar os alunos quanto ao descarte adequado das pilhas e baterias usadas;
  - Mostrar os problemas ambientais e á saúde causados pelo descarte inadequado;
  - Discutir soluções para o problema, ressaltando que a reciclagem pode ser uma saída;
  - Compreender o processo de reciclagem de pilhas e baterias.

- Metodologia

O professor pode passar 2 filmes didáticos para os alunos a respeito da reciclagem de pilhas e baterias e os impactos ambientais.

Vídeo 1 – **Reciclagem de pilhas e baterias**. (duração 7 min 47 s)

Vídeo 2 – **Globo Ecologia –reciclagem de celulares e baterias**. (duração 8 min 10s)

Disponíveis no site: www.youtube.com.br

Os vídeos trazem de maneira dinâmica a questões ambientais sobre o destino correto das pilhas e baterias usadas, mostrando que existem postos de coletas e que esse postos de coleta levam esses materiais para empresas que fazem a reciclagem. O Vídeo 1 mostra como é feito todo o processo de reciclagem da Empresa Suzaquim, única empresa credenciada no Brasil a fazer esse tipo de reciclagem e mostra os produtos finais obtidos, enfatizando que os fabricantes desses materiais realizam esse tipo de reciclagem afim de dar sua contribuição para o meio ambiente. O Vídeo 2 explica o que é lixo eletrônico, como é feita a coleta de pilhas e baterias, para onde são levadas e o destino final correto.

Após terem assistido o filme o professor pode sugerir que os alunos falem que partes acharam mais interessantes e os motivos. Ele pode explorar um pouco mais sobre as vantagens de reciclar as pilhas e baterias. E como avaliação os alunos podem fazer um resumo dos vídeos.

3.5 Elaboração de Painel

A atividade proposta é baseada no material desenvolvido por um grupo de professores do GEPEQ – USP (ROA *et al* ,2009), são orientações de como introduzir o conteúdo de eletroquímica contextualizando com reciclagem de pilhas e baterias.

A confecção do painel seria um trabalho final que fecharia as atividades ambientais relacionadas com tema reciclagem de pilhas e baterias. Por isso é necessário que o aluno já saiba quais são as implicações ambientais e sociais relacionadas ao tema.

O professor junto com o apoio da escola pode abrir um espaço que os alunos possam confeccionar trabalhos voltados o tema, mostrando o que aprenderam através de cartazes e folders explicativos sobre pilhas: seu uso, descarte adequado, impactos na saúde e no meio ambiente, a reciclagem das pilhas etc. e tudo o que foi visto durante as aulas. As apresentações poderiam ser abertas para o restante da escola e até mesmo para a comunidade como forma de orientar e conscientizar a população sobre o tema. E também incentivar a escola a virar um ponto coletor de pilhas e baterias usadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo dessa monografia, foi a sugestão de atividades a elaboração de uma proposta de ensino contextualizada visando a Reciclagem de Pilhas e Baterias como tema para o ensino de eletroquímica, foi alcançado. A estratégia de ensino utilizada é baseada nos aspectos da Educação Ambiental e no Ensino CTS.

Procurar trabalhar um assunto relacionado ao cotidiano do aluno em sala de aula não é uma tarefa fácil. A maioria dos professores não tem essa preocupação em buscar questões do dia a dia do aluno para serem discutidas em sala de aula. As aulas são baseadas no modelo tradicional, aulas repetitivas que trazem o conceito por si só sem aplicabilidade, as metodologias aplicadas são as mesmas sempre, quadro e giz e nenhuma preocupação em trazer assuntos que não estão no currículo escolar, mas que são de extrema importância para a formação do aluno como cidadão.

A questão central é que o próprio modelo de ensino da maioria das escolas é voltado para uma educação que não prepara o aluno para ser um cidadão consciente de suas decisões, mas sim uma educação que valoriza o conteúdo cobrado nos exames de ingresso ao nível superior.

É necessário que novos educadores como nós, façamos diferente, que busquemos trabalhar em sala de aula questões do cotidiano do aluno envolvendo tanto o caráter ambiental, visto que hoje em dia é um dos assuntos mais discutidos no mundo, como as relações sociedade, ciência e tecnologia. Para que possamos despertar nos nossos alunos uma preocupação com o seu futuro e que eles possam ser capazes de tomar decisões críticas que possam ajudar sua própria sociedade.

O tema Reciclagem de pilhas e baterias é assunto que tem crescido muito, principalmente pelo aumento de novas tecnologias em aparelhos eletrônicos. A sociedade vem cada vez mais se preocupando com questões envolvendo o meio ambiente em que um de seus focos é o destino correto do lixo eletrônico. Sendo um dos papeis da escola e do professor, como formadores de cidadãos, é de justamente orientar seus alunos quanto ao manejo correto desses materiais e mostrar que existem processos de reciclagem para esse tipo de material. Nesse ponto vemos a importância da educação ambiental, do professor trabalhar junto com os alunos essa relação entre novas tecnologias e meio ambiente.

Sendo assim, a proposta de ensino feita neste trabalho traz informações sobre o tema, como os impactos ambientais e da saúde, a legislação brasileira vigente que gerencia desde a fabricação desses materiais até a destinação final adequada após seu tempo de vida útil. Possibilitando o aluno a conhecer mais sobre esse assunto e poder agir mais de forma consciente em seu cotidiano. Ele irá refletir se ao jogar uma pilha ou bateria em lixo comum, se ali é um local adequado para descarte desse tipo de material.

Finalizo este trabalho com uma reflexão sobre o papel do professor na formação de seus alunos. O professor não é o detentor do conhecimento e sim aquele que está ali para auxiliar o aluno no processo ensino aprendizado, buscando sempre a melhor forma de ensinar, trazendo para a sala de aula assuntos que façam a diferença na vida de seus alunos.

REFERÊNCIAS

Abinee. Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/ >. Acessado em 16 de março de 2011.

BRASIL. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução N° 257 de 30/06/1999, Diário Oficial da União, 22/07/1999.

BRASIL. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução N° 263 de 12/11/1999, Diário Oficial da União, 22/12/1999.

BRASIL. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução N° 401 de 4/11/2008, Diário Oficial da União, 5/11/2008.

BRASIL, Lei n°. 9795 de abril de 1999. **Dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providencias.**

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** meio ambiente e saúde. Brasília, MEC, 1997, V.9.

CAMARGO, R.; WOLF, R. A. P. **Educação Ambiental e Cidadania no Currículo Escolar**. Revista Eletrônica *Lato Sensu* – UNICENTRO, Ed.6, p. 1-23,2008.

CARVALHO, I. C. de M.; **Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico.** São Paulo: Cortez, 2004.

CERQUEIRA, C.M.M. **Estudo do aproveitamento racional do zinco e manganês de pilhas secas.** 2006. 114f. Dissertação Mestrado (Mestrado em Engenharia Química) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Área de Concentração: Novos Materiais e Química Fina) – Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo,Lorena, 2006.

FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido.* Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.

JACOBI, P. **Educação Ambiental e Cidadania**. In: CASCINO, F.; JACOBI, P.; OLIVEIRA, J. F. (org.). *Educação, Meio Ambiente e Cidadania: Reflexões e Experiências.* São Paulo, SMA/CEAM, 1998.

LOUREIRO, C. F. B. **Educação Ambiental e Movimentos Sociais na Construção da Cidadania Ecológica e Planetária**. In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (orgs). *Educação Ambiental: repensando o espaço da cidadania*. São Paulo, Cortez, 2005.p.69-97.

MARTINS, I. P. **Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português.***Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias,* Vol. 1, Nº 1, 28-39 ,2002.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO,W. A. **Ciência, Tecnologia E Sociedade: A Relevância Do Enfoque CTS Para O Contexto Do Ensino Médio.** Science, Technology and Society: the importance of the STS view to high school context.*Ciência & Educação*, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PLANETA RECICLÁVEL. Manual de reciclagem, desenvolvido pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná – SEMA, 2005. Disponível em: <http://www.planetareciclavel.com.br/desperdicio_zero/kit_res_9_pilhas_baterias.pdf.> Acessado em 2 de abril de 2011.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. **Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira.***Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.; SILVA, R. R. ; CASTRO, E. N. F.; SILVA, G. S.; MATSUNAGA , R. T.; FARIAS ,S. B.; SANTOS, S. M. de O. e DIB, S. M. F**. Química e Sociedade.** V. único, São Paulo: Nova Geração, 2005.

SANTOS, W. L. P.; GALIAZZI, M. C.;JUNIOR, E. M. P.; SOUZA, M. L.; PORTUGAL, S. **O Enfoque CTS e a Educação Ambiental: Possibilidades de " ambientalização" da sala de aula de Ciências**. In: SANTOS, W. L. P. e MALDANER, O. A. *Ensino de Química em Foco*. Ijuí, Unijuí, 2010, p.131-157.

TEIXEIRA, P. M. M. **A educação científica sob a perspectiva da pedagogia históricocrítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciências**. Science education in the historicocritical pedagogical perspective and the movement in science teaching. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.

RECICLOTECA. *Reciclagem de materiais pesados*. Disponível em: http://www.recicloteca.org.br/Default.asp?ID=28&Editoria=5&SubEditoria=14&Ver= Acesso em 16 de março de 2011.

REIDLER, N. M. V. L. ; GÜNTHER, W. M. R. **Impactos sanitários e ambientais devido aos resíduos gerados por pilhas e baterias usadas**. *Revista Limpeza Pública*, São Paulo, n. 60, p.24, 2003.

ROA, K. R. V.; SILVA,G. NEVES, L. B. U.; WARIGODA, M.S. **PILHAS E BATERIAS: USOS E DESCARTES X IMPACTOS AMBIENTAIS.** Caderno do professor e Caderno do aluno. GEPEQ- USP :CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES 2008 /2009 , Mogi das Cruzes, 2009.
Disponível em http://www.cienciamao.usp.br/dados/aas/_indefinidopilhasebateria.arquivo.pdf Acessado em 21 de junho de 2011.

SUZAQUIM. Indústrias Químicas LTDA. Disponível em: http// www.suzaquim.com.br. Acessado em 19 de abril de 2011.

Vídeos:

RECICLAGEM DE PILHAS E BATERIAS. Duração: 7min 47s
Disponível em: http://www.youtube.com/watch?v=OESxsSnMqO4. Acessado em 21 de junho de 2011.

GLOBO ECOLOGIA (RECICLAGEM DE CELULARES E BATERIAS). Duração 8min 10s
Disponível em: http://www.youtube.com/watch?v=lZg6rjcAGmI. Acessado em 21 de junho de 2011.

ANEXOS

Texto de apoio

Um pouco sobre pilhas e baterias

Sabemos que ambas fornecem energia para diversos aparelhos, como telefones celulares, brinquedos, MP3 etc. Enfim, tudo que necessita de uma fonte energética portátil. Mas do que são feitas? Como essa energia é produzida? Podemos descartá-las em lixo comum? Essas perguntas são freqüentes e vamos tentar explicá-las usando um pouco de química.

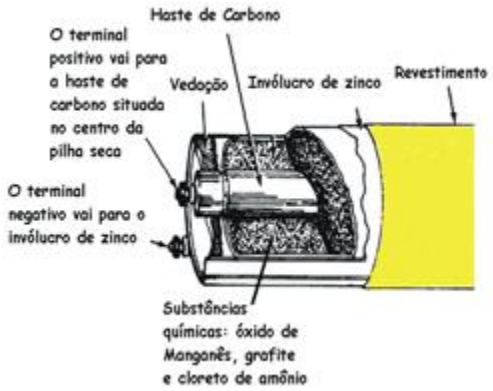

Figura 1 - Corte transversal de uma pilha

As pilhas comuns secas são formadas por: Zn (zinco), MnO_2 (óxido de manganês), grafite e NH_4Cl (cloreto de amônio). Já as pilhas alcalinas só diferem quanto ao eletrólito, ou seja, ao invés de NH_4Cl utiliza-se KOH (hidróxido de potássio). Para aparelhos que exigem maior potência são utilizados baterias, que são várias pilhas associadas em série (uma atrás da outra).

Como tudo isso faz um equipamento eletrônico funcionar?

O funcionamento se dá através de uma reação química, produzindo assim uma corrente elétrica, que se inicia quando fechamos o circuito, ou seja, quando ligamos o aparelho. A corrente elétrica fornece a energia necessária para o funcionamento do aparelho.

$$Zn_{(s)} + 2MnO_{2(s)} + 2NH_4Cl_{(aq)} \rightarrow ZnCl_{2(aq)} + Mn_2O_{3(s)} + 2NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$$

Figura 2- Reação química que ocorre em uma pilha alcalina.

Descarte

Já sabemos como as pilhas funcionam, mas como elas deixam de funcionar? Isso ocorre quando as quantidades dos materiais que reagem (*fig.1*), não são suficientes para que essa reação continue acontecendo. Portanto, mesmo sem funcionar uma pilha ainda contem muitos materiais.

Uma dúvida muito comum é o que fazer com as pilhas quando acaba sua vida útil, jogar em lixo comum? Levar em algum posto de recolhimento?

Em algumas pilhas pode-se encontrar o aviso de que pode ser descartada em lixo comum, o que não está errado, desde que o aterro sanitário de destino esteja dentro das normas estabelecidas pela legislação para essa finalidade. Mas, e o que restou na pilha? Será que não poderia ser reaproveitado ao invés de esperarmos a sua decomposição? A resposta é sim e já existem empresas que fazem a recuperação desses materiais possibilitando sua reutilização.

Para que se faça o reaproveitamento é necessário que levemos pilhas e baterias velhas a lojas de produtos eletrônicos, fabricantes ou qualquer lugar perto de nossa casa onde se faz o recolhimento.

Riscos do descarte inadequado

Uma boa alternativa são as pilhas/baterias recarregáveis, pois além significar uma economia para o usuário, representa uma diminuem na produção de resíduos, que se acaso cair em rios, córrego, entre outros mananciais; podem causar desequilíbrio ambiental naquela área.

Se essa água for usada para irrigação ou consumo direto pode provocar problemas à saúde. Por exemplo, o cádmio (Cd) pode provocar disfunções renais e osteoporose. O mercúrio (Hg) causa diversos transtornos, desde vômitos, diarréia, irritação nos olhos, a problemas neurológicos e prejudicar o desenvolvimento do feto em caso de gravidez. Assim como o mercúrio o chumbo (Pb) também causa problemas neurológicos. Sabendo disso cabe a nós decidirmos se contribuímos e incentivamos fazendo o re-uso, e a reciclagem ou a permanente exploração de recursos naturais, estes são finitos.

Curiosidade

Quem já sentiu um choque quando encostou qualquer objeto de metal (garfo, colher, etc.) numa obturação? Se você respondeu sim, pode-se dizer que sua boca já funcionou como uma pilha... É estranho, mas o que ocorre em nossa boca segue o mesmo princípio das pilhas comuns. A amálgama, massa utilizada pelo dentista para preencher a cavidade no tratamento dentário, é composta por vários metais (Sn, estanho; Ag, prata; Hg, mercúrio), que ao entrar em contato com um garfo (ferro), cria-se uma corrente elétrica pequena, por isso sentimos aquela dorzinha aguda. Um auxiliar importante para que isso ocorra é a saliva que funciona como ponte salina, mantendo o equilíbrio das cargas

Fonte: Química e Sociedade. GRUPO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO QUÍMICA. Disponível em:<http://gepeq.iq.usp.br/divulgacao%20cientifica/Pilhas1.htm>

Roteiro do experimento: PILHA DE DANIEL.

Objetivo: mostrar o princípio do funcionamento de uma pilha de Daniel.

Material 2 potes(pequenos) de vidro 1 conta gotas 1 tubo curvo (em forma de u) 1 placa de zinco 1 placa de cobre 1 sistema de cartão musical com fios Pedaços de algodão Palha de aço (Bombril)

Reagentes: Solução de sulfato de cobre II 1mol/L (CuSO4.5H2O) Solução de sulfato de zinco 1mol/L(ZnSO4) Solução saturada de cloreto de potássio (KCl)

Procedimento:

1. Limpar as placas com palha de aço.
2. Colocar em um dos potes a solução de sulfato de cobre II e no outro pote, uma solução de sulfato de zinco até metade da capacidade dos mesmos.
3. Utilizando um conta gotas encher, totalmente, um tubo (curvo) com a solução de cloreto de potássio. Em cada extremidade do tubo colocar chumaço de algodão, tomando o cuidado de não deixar bolhas de ar no tubo (montagem da ponte salina).
4. Interligar os dois potes com a ponte salina.
5. Colocar na solução de sulfato de zinco a placa de zinco adaptada ao pólo negativo do sistema cartão musical.
6. Colocar na solução de sulfato de cobre II a placa de cobre adaptada ao pólo positivo do sistema cartão musical.

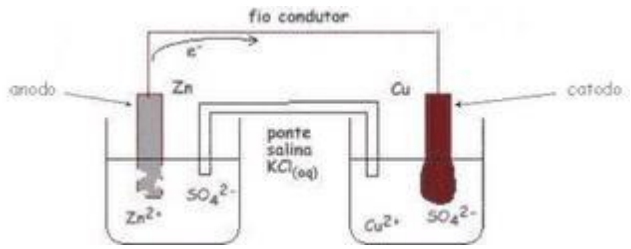

Figura 1. Montagem da pilha de Daniell

Fonte: GRUPO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO QUÍMICA. Interações e transformações III- *Química para o 2º grau-livro do aluno*/GEPEQ.São Paulo:Edusp, 1998.