

REDEQUIM

Revista Debates em Ensino de Química

09

POLUIÇÃO DO SOLO POR PILHAS E BATERIAS: IDENTIFICAÇÃO DE METAIS PESADOS EM AMOSTRAS DE SOLOS CONTAMINADOS

SOIL POLLUTION BY CELLS AND BATTERIES: IDENTIFICATION OF HEAVY METALS IN CONTAMINATED SOIL SAMPLES

Sabrina Gabriela Klein¹

Mara Elisa Fortes Braibante²

(sabraklein92@gmail.com)

1. Universidade de Passo Fundo

2. Universidade Federal de Santa Maria

Sabrina Gabriela Klein: graduada em Química Licenciatura pela Universidade Federal de Santa Maria. Possui mestrado em Educação em Ciências pelas mesma instituição. Atualmente é professora substituta da Universidade de Passo Fundo e Professora de Ciência em escola municipal.

Mara Elisa Fortes Braibante: graduada em Química Licenciatura pela Universidade de Santa Maria. Possui doutorado em Ciências (Química Orgânica) pela Universidade Estadual de Campinas. Atualmente é professora titular no Departamento de Química da UFSM. Orienta no PPG em Educação em Ciências Química da Vida e Saúde-UFSM.



RESUMO

O presente trabalho descreve uma atividade experimental de identificação Química qualitativa de metais pesados, tais como: Chumbo, Níquel, Manganês e Zinco. A identificação foi realizada em amostra de solo contaminado por esses metais. Para realização da atividade, os alunos receberam um problema, junto com a amostra de solo e materiais, vidrarias e reagentes, necessários para resolução desse problema. Esta atividade é uma parte da aplicação de uma pesquisa a nível de mestrado que investiga o conteúdo de oxirredução associado a temática Poluição na perspectiva do enfoque ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA). Este trabalho foi desenvolvida com 18 estudantes do ensino médio de uma escola pública localizada na cidade de Santa Maria (RS).

Palavras-Chave: Metais pesados, Pilhas/Baterias, Poluição.

ABSTRACT

This paper describes an experimental activity of Chemical qualitative identification of heavy metals, such as: lead, nickel, manganese and zinc. The identification was performed on contaminated soil samples with these metals. To perform the activity, students received a problem, along with the soil sample and materials, glassworks and reagents, necessary for solving this problem. This activity is part of a part of the application of research at Masters degree level investigating the redox content associated with Pollution thematic on perspective of science-technology-society-environment (STSE). This research was developed with 18 high school students from a public school in the city of Santa Maria (RS).

Keywords: Heavy metals, Batteries, Pollution.



1. INTRODUÇÃO

O avanço da tecnologia tem aumentado muito o uso de pilhas e baterias. Ao ano cerca de três bilhões de unidades de pilhas e baterias são fabricados (KEMERICH et al, 2013) devido sua vasta utilização, tornando assim, essenciais na vida contemporânea em que vivemos.

Conseqüentemente, existem no mercado diferentes tipos de pilhas e baterias para atender as diversas finalidades.

As pilhas e baterias são extremamente úteis, mas por outro lado causam impactos ambientais, conforme já destacado por Pinheiro et al (2009),

Nas últimas décadas, o desenvolvimento da indústria eletroeletrônica tem trazido muitos benefícios à humanidade, nos mais variados segmentos. Um exemplo é o conforto proporcionado pelo uso de aparelhos portáteis, movidos a pilhas ou baterias, tornando o uso prático e econômico... No entanto, esse avanço também traz efeitos colaterais, como a geração de resíduos de pilhas, baterias e lâmpadas de mercúrio. Alguns desses produtos possuem em sua constituição metais pesados que, ao serem descartados no lixo comum, podem provocar danos ao meio ambiente e à saúde pública (PINHEIRO et al, 2009, p. 6)

O ensino das pilhas e baterias é realizado através reações de oxirredução, base para a sua explicação. Desta forma, neste trabalho, busca-se relacionar o ensino do conteúdo de eletroquímica associando com a poluição do solo, visto que as pilhas e baterias disponíveis no mercado utilizam materiais tóxicos, por meio de uma perspectiva CTSA.

O enfoque CTS no contexto educativo traz a necessidade de renovação na estrutura curricular, de forma com que a ciência e a tecnologia estejam vinculadas a contextos sociais (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007). Nessa mesma perspectiva Santos (2012) afirma que a educação CTS no ensino de ciências tem se caracterizado pelo foco nas inter-relações entre os três elementos da tríade, ciência como meio natural, tecnologia como meio artificial e sociedade como meio social. O uso da sigla CTSA, surge devido as interconexões com a Educação Ambiental.

Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), relatam que é comum considerarmos a ciência e a tecnologia motores do progresso, porém, alertam que é perigoso confiar excessivamente na ciência e na tecnologia, pois, com isso distancia-se de questões como a finalidade e os interesses sociais, político e econômicos. Desta forma, é importante formar cidadãos com condições de entender e avaliar assuntos como o tratado neste trabalho, para tornarem-se capazes de participar da tomada de decisões. Nessa perspectiva, ressalta-se a importância do enfoque CTS na educação (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2009).

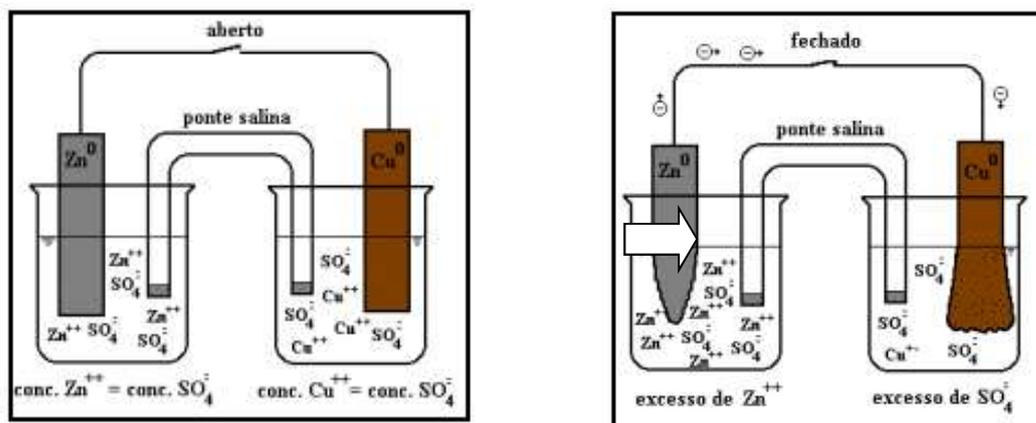
Assim, o foco desse trabalho é apresentar a descrição e os resultados obtidos a partir de uma atividade experimental desenvolvida através de uma oficina, que utiliza uma análise química qualitativa para a determinação de metais pesados em amostra de solo contaminado. Esta oficina, abordou além da parte experimental, os conhecimentos de pilhas e baterias, bem como suas reações redox, sua composição química e o impacto ambiental que pode ser causado pelas mesmas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Muitas são as reações redox espontâneas, e tais reações podem ser usadas para produzir energia elétrica se forem executadas em uma pilha galvânica, visto que este tipo de pilha converte energia química em energia elétrica (MASTERTON, 2009). Quando eletrodos são ligados a um aparelho elétrico uma corrente flui pelo circuito, pois o material de um dos eletrodos oxida-se espontaneamente liberando elétrons (ânodo, eletrodo negativo) enquanto o material do outro eletrodo reduz-se usando esses elétrons (cátodo, eletrodo positivo) (BOCCHI et al, 2000).

A forma mais simples e utilizada para explicação do funcionamento é a pilha de Daniell (Figura 1),

Figura 01: Pilha de Daniell



Fonte: Adaptado de KRÜGUER et al, 1997.

Os átomos de zinco da barra metálica passam para a solução na forma de íons Zn^{2+} , deixando, cada átomo, dois elétrons na barra. Isso faz com que a barra perca massa e a solução fique mais concentrada em íons Zn^{2+} . Os elétrons que ficam na barra de zinco percorrem o circuito externo e chegam à barra de cobre. Esse fluxo de elétrons gera uma corrente elétrica e pode, por exemplo, fazer a lâmpada acender.

Esses elétrons, chegando à barra de cobre, atraem os íons Cu^{2+} da solução, que, em contato com a barra de cobre, recebendo os elétrons e se convertem em átomos de cobre (Cu^0), depositando-se na barra. Assim a solução de cobre fica mais diluída e a massa da barra de cobre aumenta.

A reação global da pilha é:



À medida que o tempo passou diferentes tecnologias foram sendo criadas, devido às necessidades, e hoje existem diversos tipos de pilhas e baterias. As pilhas, por gerar energia elétrica, resolvem muitos problemas, mas algumas causam sérios transtornos com a contaminação do meio ambiente, pois contém em sua composição metais pesados.

Os metais pesados que compõem as pilhas e baterias são: Lítio (Li), Cádmio (Cd), Mercúrio (Hg), Chumbo (Pb), Zinco (Zn), Manganês (Mn), Prata (Ag) e Níquel (Ni) (BOCCHI et al, 2000). Esses metais, dependendo das quantidades, podem ser muito tóxicos, assim quando descartados incorretamente podem chegar ao solo, atingindo as plantas e com a cadeia alimentar, chegam até os seres humanos (KEMERICH et al, 2013).

De acordo com a resolução n° 25 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) ficou estabelecida a quantidade de substâncias tóxicas que podem ser utilizadas, sendo 0,010% de mercúrio, 0,015% de cádmio e 0,200% de chumbo. Essa resolução diz que pilhas e baterias usadas jamais devem ser: lançadas in natura a céu aberto; queimadas a céu aberto ou em recipientes; lançadas em corpos d'água, terrenos baldios, esgotos ou em áreas sujeitas à inundação. A destinação final mais apropriada são os estabelecimentos que as comercializam, bem como a rede de assistência técnica autorizada pelos fabricantes e importadores desses produtos ou postos de coleta.

Como forma de poluição do solo, as pilhas e baterias podem ser prejudiciais pois os metais pesados de sua composição causam impactos negativos no ecossistema. Os metais pesados no solo podem ter origem natural, proveniente do intemperismo da rocha matriz. Mas a concentração desses metais pode ser acentuada pela ação antropogênica, causada pelo homem, que pode surgir de várias maneiras, como: resíduos de mineração, galvanoplastia, as indústrias de pilhas e baterias e descarte inadequado desses materiais (DOMINGUES, 2009).

O solo possui grande capacidade de retenção de metais pesados, porém, se essa capacidade for ultrapassada, os metais disponíveis no meio podem restringir a função do solo, causar toxicidade as plantas e chegam até os organismos vivos

pela cadeia alimentar, ou serem lixiviados, colocando em risco a qualidade de águas subterrâneas. O comportamento dos metais no solo depende do pH, quantidade de matéria orgânicas e do potencial redox (DOMINGUES, 2009).

O teor total de metais pesados na solução do solo é determinado usando técnicas de espectrofotometria, cromatografia e colorimetria. A determinação dos teores totais de elementos em solo é uma importante ferramenta para monitorar a poluição ambiental. A previsão da quantidade de metais pesados presentes em solos, que se encontra na forma disponível, é uma tarefa complicada e depende das características do solo, do metal avaliado e de outros elementos presentes, sendo extremamente difícil definir uma forma única de avaliação capaz de levar em conta todas essas variáveis (DOMINGUES, 2009).

3. METODOLOGIA

Realizou-se uma oficina com 18 estudantes da segunda série do ensino médio de uma escola estadual da cidade de Santa Maria, RS. Na oficina foram desenvolvidos os conceitos de oxirredução, funcionamento das pilhas, metais pesados, sempre associados com a temática poluição do solo. O objetivo deste trabalho é descrever a atividade experimental realizada, intitulada por "Identificação de metais pesados em amostra de solo contaminado". Realizaremos a descrição da atividade, primeiramente colocando os reagentes e materiais necessários (quadro 1), após descreveremos o procedimento, as discussões a respeito da técnica e por fim sua forma de implementação em sala de aula.

Quadro 01: Reagentes e materiais necessário para a prática experimental

| REAGENTES | MATERIAIS |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Nitrato de Chumbo II- $Pb(NO_3)_2$ 0,1mol/L• Cloreto de Manganês II- $MnCl_2$ 0,1 mol/L• Nitrato de Níquel II- $Ni(NO_3)_2$ 0,1 mol/L• Nitrato de Zinco- $Zn(NO_3)_2$ 0,05 mol/L• Hidróxido de Sódio- $NaOH$ 0,1 mol/L• Iodeto de Potássio- KI 10%• Água | <ul style="list-style-type: none">• Tubos de ensaio• Suportes para tubo• Béqueres 50 mL• Papéis filtro• Funil• Pipeta de Pasteur• Frasco para guardar resíduos |

Fonte: Própria

Primeiramente, preparou-se as amostra de solo contaminadas. Foram 4 amostras, cada uma contaminada com um metal, Zn, Pb, Ni e Mn. Colocou-se a amostra de solo que preenchesse o fundo de cada um dos 4 béqueres de 50mL. A cada béquer foram adicionadas 30 gotas dos reagentes: $Pb(NO_3)_2$, $MnCl_2$, $Ni(NO_3)_2$, $Zn(NO_3)_2$. Cada reagente é adicionado em uma amostra de solo diferente. Essa etapa é realizada antes de entregar aos estudantes, assim, estes já recebem as amostras contaminadas.

A identificação é realizada abrindo-se a amostra do solo com água, aproximadamente 20 mL, após filtra-se. Sobre o filtrado realizam-se os testes qualitativos apresentados no quadro 2. A Figura 2 apresenta o resultado obtido em cada reação de identificação.

Quadro 2: Descrição do procedimento de identificação dos metais pesados.

| METAL | REAGENTE | CARACTERIZAÇÃO |
|----------|---|---|
| Chumbo | Aproximadamente 3 gotas de KI 10% | Formação de precipitado Amarelo (Figura 2a) |
| Manganês | Aproximadamente 6 gotas de NaOH 0,1 mol/L | Formação de precipitado pardo (Figura 2b) |
| Níquel | Algumas gotas de NaOH 0,1 mol/L | Formação de precipitado branco esverdeado (Figura 2c) |
| Zinco | Algumas gotas de NaOH 0,1 mol/L | Formação de precipitado branco (Figura 2d) |

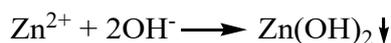
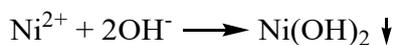
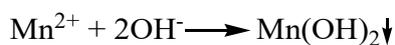
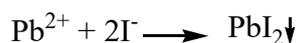
Fonte: Própria

Figura 2: Reações de identificação dos metais no solo.



Fonte: Própria

Para a realização de análises químicas qualitativas empregam-se reações que se processam acompanhadas de variações de suas propriedades químicas ou físicas visíveis. As variações observadas em nossa atividade são de mudança de coloração e formação de precipitado. Assim, as reações de caracterização empregadas em nossa atividade foram as seguintes:



Dessa forma, a identificação é realizada adicionando os reagentes específicos que ao reagirem com o metal produzem novas substâncias coloridas, o que permite sua identificação. Vale destacar aqui, que o chumbo também reage com o hidróxido de sódio, formando o hidróxido de chumbo, um precipitado branco, de acordo com a reação: $\text{Pb}^{2+} + 2\text{OH}^{-} \rightarrow \text{Pb(OH)}_2$. Assim, poderia ser confundido com Zinco, que também forma um precipitado branco ao reagir com o hidróxido de sódio. Porém a adição de KI diferencia as duas, pois fornece um precipitado amarelo ao reagir com chumbo, confirmando sua presença.

Para realização da prática experimental em sala de aula, os alunos foram divididos em 4 grandes grupos. Cada grupo recebeu um kit contendo uma amostra de solo, a quantidade de materiais necessária e os reagentes usados para identificação, além de jalecos e luvas. Junto receberam também um problema (Quadro 3). Todos os problemas eram bem semelhantes, mudando apenas os sintomas causados pela intoxicação por metais, dependendo do metal que cada grupo recebeu.

Quadro 3: Problema para resolução da atividade experimental

| PROBLEMA D |
|---|
| <p>Algumas pessoas estão passando por sérios problemas de saúde, entre os sintomas estão: lesões no sistema respiratório, distúrbios gastrointestinais, alterações imunológicas e dermatites. Os médicos acreditam que essas pessoas estão contaminadas com algum metal. Todas as pessoas contaminadas disseram consumir produtos provenientes de um mesmo produtor.</p> <p>O produtor possui uma horta em sua casa, que fica em um bairro bastante poluído da cidade.</p> <p>Para que você possa nos ajudar, enviamos uma amostra do solo onde é feita a plantação dos produtos ingeridos por essas pessoas.</p> <p>Devido a este problema, estamos solicitando a ajuda de vocês para podermos identificar as possíveis causas de contaminação por metais a essas pessoas. Além disso, pedimos para que nos ajudem a descobrir possíveis formas de contaminação e as devidas prevenções para que isso não volte a ocorrer.</p> |

Fonte: Própria

Não foi entregue roteiro experimental. Mas, como essa era a primeira atividade experimental a ser realizada por eles, explanou-se em uma aula anterior, sobre as análises químicas qualitativa, e ainda as reações de identificação dos metais pesados. Assim, eles possuíam conhecimento sobre os metais para poder resolver a atividade. Também em aula foram trabalhados normas e instruções para o trabalho em um laboratório, e o nome das vidrarias. Os resíduos gerados foram armazenados e levados para descarte na universidade.

Com um problema a resolver e com os materiais necessários em mãos, os estudantes realizaram a análise (Figura 3). Suas respostas aos problemas bem com a discussão dos resultados obtidos com atividade são descritos a seguir.

Figura 3: Alunos realizando a atividade



Fonte: Própria

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cada grupo recebeu um kit contendo uma amostra contaminada por um metal pesado. Os grupos receberam as amostras denominadas como A, B, C, e D, sendo: A – Manganês; B- Zinco; C- Chumbo, D- Níquel. No quadro 4 apresentam as respostas dadas pelos estudantes.

Quadro 4: Resolução dos problemas pelos estudantes

| AMOSTRA/ RESPOSTA CORRETA: | RESPOSTA AO PROBLEMA FORNECIDA PELO GRUPO |
|---|--|
| A/ Manganês | O elemento Mn causa problemas crônicos no sistema nervoso e problemas respiratórios. Para evitar que isso e outras coisas aconteçam é necessário que façamos o descarte correto de pilhas ou/e baterias que contenham metais pesados prejudiciais aos seres vivos. |
| B/Zinco | O metal que pode estar contaminado as pessoas é o níquel, que está presente em pilhas e baterias. Para que isso não volte a ocorrer, devemos descarta-los de forma correta, não jogando em lixos normais, que o lixo pode ser colocado a céu aberto contaminando o solo e o ar. |
| C/Chumbo | Nos misturamos o KI com a água do solo contaminado (que foi filtrada) e mistura nos resultou na cor amarela, mostrando ser o chumbo. Pode ter sido contaminado por descarte errado de pilhas e baterias (Bateria de chumbo), que liberam substâncias que contaminam tanto o solo quanto a água. As medidas de prevenção que podemos tomar é descartar corretamente pilhas e baterias. |
| D/Níquel | do- Zinco e níquel. Possíveis causas- contaminação da cadeia alimentar (Solo). O z... ados, que descartados incorretamente podem causar sérios danos ao meio ambiente... e zinco e níquel estavam nas pilhas que não foram descartadas corretamente. Foram... enções freáticas de água ou então esses metais foram se “rastejando”, até chega... rarem na cadeia alimentar. Para não termos mais este caso de contaminação, deve... s pilhas e baterias. |

Fonte: Própria

Analisando o quadro, verificamos que dois grupos conseguiram realizar corretamente a identificação encontrando o metal correto, sendo estes os grupos que receberam a amostra A e C, de Manganês e Chumbo, respectivamente. O grupo que recebeu a amostra de zinco, não encontrou corretamente, dizendo que sua amostra estava contaminada com níquel. Isso, provavelmente aconteceu devido à dificuldade de visualização para diferenciar na amostra o zinco e níquel, pois apresentam colorações muito parecidas. Essa dificuldade também foi percebida pelo grupo que recebeu a amostra de níquel, que ao estar na dúvida entre qual metal poderia estar contaminado respondeu as duas opções.

Além da identificação do metal, os alunos deveriam propor os meios que pudessem estar contaminado e ainda indicar uma possível solução para o problema não retornar a acontecer. Para tanto, as respostas dos estudantes foram muito satisfatórias, pois todos os grupos associaram a contaminação como sendo possível devido a poluição por pilhas e baterias, assunto desenvolvido em aula, e ainda afirmaram que o problema pode ter sido causado pelo seu descarte incorreto, alertando o que pilhas e baterias possuem um descarte diferenciado. É importante ressaltar que existem outras formas que o solo pode ser contaminado por metais pesados além da indústria de pilhas e baterias, tais como: resíduos de mineração; galvanoplastia; esgoto industrial; produtos anticorrosivos; ligas metálicas e defensivos agrícolas.

É por meio da educação, discutindo os aspectos científicos e tecnológicos e suas implicações ambientais e sociais, que acreditamos ser possível melhorar a vida no planeta terra, através da formação de estudantes críticos e cientes dos riscos dos seus atos.

O ensino do conteúdo curricular de oxirredução, base fundamental para entendimento do funcionamento das pilhas e baterias, associado ao tema Poluição do Solo, requer um ensino Química vinculado a aspectos ambientais, deixando de lado o ensino puramente conteudista, associando conhecimento científico com a responsabilidade dos seres humanos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização da atividade experimental associada com a resolução de um problema foi, ao nosso entendimento, satisfatória para a aprendizagem, pois apesar de nem todos os grupos terem conseguido identificar corretamente o metal, todos souberam se posicionar propondo as possíveis causas para a contaminação e demonstraram a consciência do descarte correto das pilhas e baterias, associando os conhecimentos adquiridos em aula.

Além disso, a proposta foi motivadora, principalmente pelo fato destes estudantes estarem em contato pela primeira vez com materiais de laboratório e eles terem sido os agentes responsáveis pela realização da atividade. A escola não possuía laboratório, assim adaptamos a sala de aula, transformando as mesas em bancadas.

A atividade é bastante simples, apesar de envolver metais pesados, estes são usados em pequenas quantidades. As vidrarias podem ser facilmente substituídas por materiais alternativos como: copos plásticos, conta-gotas, papel filtro de café, funil de plástico, ou um funil feito com garrafa pet. Porém a utilização dos reagentes pode se tornar um empecilho para aqueles professores que não tem acesso a um laboratório.

REFERÊNCIAS

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. 3 ed. Porto Alegre: Bookam, 2006.

BOCCHI, N. et al. Pilhas e baterias: Funcionamento e impacto ambiental. **Química Nova na Escola**, n. 11. Maio 2000.

CONAMA. Resolução Nº 257, de 30 de junho de 1999. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=257>>. Acesso em 05 Jan. 2014.

DOMINGUES, T. C. de G.; **Teor de metais pesados em solo contaminado com resíduos de sucata metálica, em função de sua acidificação**. Dissertação de Mestrado. Instituto Agrônomo. Campinas, 2009.

KEMERICH, P. D. da C; et al; Impactos ambientais decorrentes da disposição inadequada de lixo eletrônico no solo. **Engenharia Ambiental-Espirito Santo do Pinhal**, v. 10, n. 2, p. 208-219, Abr. 2013.

KRÜGUER, V.; LOPES, C. V. M.; SOARTES, A. R.; **Eletroquímica para o ensino de Química**. Porto Alegre: Área de Educação Química do Instituto de Química da UFRGS, 1997.

MASTERTON, W. L. **Princípios de Química**. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

PINHEIRO, E. L. **Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Pilhas, Batrias e Lâmpadas**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente: Fundação Israel Pinheiro, 2009.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: A relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

SANTOS, W. L. P. dos; Educação CTS e Cidadania: confluências e diferenças. **Revista de Educação em Ciências e Matemática**. v. 9, n. 17, p. 49-62. 2012.