

Eixo Temático ET-07-005 - Educação Ambiental

PILHAS E BATERIAS, USO E DESCARTE: ENSINO DE QUÍMICA NUMA PERSPECTIVA PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Edilson Leite da Silva¹, Egle Katarinne Souza da Silva², João Paulo Ferreira Lima³,
Luislândia Vieira de Figueredo⁴, Rômulo Alves Augusto de Souza⁵

¹Professor da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) do Centro de Formação de Professores (CFP). E-mail: souedilsonleite@gmail.com.

²Mestra em Sistemas Agorindustriais pela UFCG NO Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA); Gestora da ECITE Cristiano Cartaxo. E-mail: eglehma@gmail.com.

³Licenciado em Química na UFCG/CFP. E-mail: joaopfl67@gmail.com.

⁴Mestranda em Sistemas Agorindustriais pela UFCG/CCTA. E-mail: luislandia.figueredo@gmail.com.

⁵Licenciado em Química pela UFCG/CFP. Professor da ECITE Cristiano Cartaxo. E-mail: romuloaasouza@gmail.com.

RESUMO

O crescente avanço científico e tecnológico promoveu o surgimento de diversos objetos eletroeletrônicos que estão incorporados no dia a dia do ser humano tornando-se indispensáveis como, por exemplo, os aparelhos celulares, televisões, brinquedos elétricos ou movidos a pilhas e baterias, entre outros. Desenvolvidas para alimentar tais equipamentos, as pilhas e baterias, após perderem sua vida útil devem ser descartadas em local adequado por apresentarem em sua composição materiais nocivos à saúde pública e ao meio ambiente, entre estes, pode-se citar os metais pesados. Desenvolveu-se esta pesquisa com o objetivo de inovar a abordagem do ensino de química relativo ao conteúdo gerador Pilhas e Baterias através da interdisciplinaridade com a educação ambiental. Classifica-se como uma pesquisa bibliográfica, descritiva, quantitativa e uma pesquisa-ação. Como recurso metodológico utilizou-se três vídeos retirados do Portal dos Resíduos Sólidos, o simulador digital “Pilhas e Baterias Composição e Uso” do projeto UNIJUÍ e a gincana “Reunir, Recolher e Reciclar Pilhas”, desenvolvida pelos próprios autores deste, com intuito de incentivar os alunos envolvidos na pesquisa a descartar corretamente pilhas descarregadas para reciclagem. Participaram desta pesquisa 13 alunos matriculados na disciplina de química no segundo ano do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Professor Crispim Coelho, localizada em Cajazeiras- PB. Para a coleta de dados aplicou-se dois questionários, sendo o primeiro para avaliar o conhecimento prévio do público e o segundo para identificar se houve construção do conhecimento com a sequência didática aplicada. Na análise dos dados obtidos no questionário prévio percebeu-se que os alunos apresentavam um conhecimento superficial sobre a temática, essa afirmação é evidenciada quando 100% dos alunos afirmaram que descartavam as pilhas e baterias descarregadas no lixo comum, demonstrando assim, a falta de conhecimento aprofundado sobre os problemas ambientais causados pelo descarte inadequado destes resíduos. Após a exibição dos vídeos e utilização do simulador digital a maioria 85% dos alunos afirmou que o correto é destinar estes resíduos para as empresas de reciclagem. Referente ao ensino de química após a sequência didática aplicada 100% dos alunos acertaram ao responder que a reação de oxidação das pilhas secas ocorre no ânodo. Como resultado da gincana os alunos recolheram no período de oito dias 107 pilhas que foram encaminhadas para reciclagem.

Palavras-chave: Resíduos sólidos perigosos; Pilhas e baterias; Educação ambiental; Vídeos; Simulador digital.

INTRODUÇÃO

O crescente avanço científico e tecnológico promoveu o surgimento de diversos eletroeletrônicos que estão incorporados no dia a dia do ser humano, tornando-se indispensáveis, como por exemplo, os aparelhos celulares, televisões, brinquedos elétricos ou movidos a pilhas e baterias, entre outros. No entanto, esse avanço desordenado provocou uma série de transformações nos hábitos da sociedade dita tecnológica, tendo como resultado o consumismo dos aparelhos eletroeletrônico.

A partir disso, surgiu também a geração dos resíduos perigosos, que quando descartados de maneira inadequada causam impactos severos no meio ambiente devido conter substâncias químicas altamente tóxicas como: Chumbo, Mercúrio, Lítio e Cádmio, presentes principalmente em pilhas e baterias. As pilhas e baterias são exemplos de resíduos perigosos, pois segundo a NBR 10.004/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) os resíduos classificados como perigosos são aqueles que “podem apresentar risco à saúde pública e ao meio ambiente e apresentam características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade” (ABNT, 2004).

Nesta perspectiva, vê-se a importância de discutir o tema resíduo perigoso em diversos meios de comunicação e convívio humano, como por exemplo, ambientes escolares, tendo como propósito debater questões referentes ao meio ambiente. Martins et al. (2014) ressalta que, abordagem do tema resíduos perigosos na sala de aula, ou através dos diversos meios de comunicação torna-se fundamental visto que, essa discussão propicia uma olhar abrangente e uma concepção mais ampla sobre o meio ambiente.

Impulsionado pelo capitalismo e o consumismo exorbitantes entrelaçados na sociedade contemporânea, a produção e consumo de produtos eletrônicos vem aumentando de forma descontrolada. Segundo o *International Data Corporation* (IDC) no primeiro trimestre de 2017 a venda de Computadores Pessoais (PCs) no Brasil cresceu 5% em comparação com o mesmo período de 2016. Sendo 405 mil unidades de *desktops* e 701 mil de *notebooks*. Por outro lado o mercado nacional de celulares comercializou 12,4 milhões de celulares neste primeiro semestre de 2017 se comparado com o mesmo período de 2016, um acréscimo 25,4% (IDC, 2017).

A exploração dos recursos naturais do planeta após a revolução industrial tornou-se motivo de preocupação por parte de um público engajado com as questões socioambientais, isso por que alguns recursos naturais podem desaparecer muito mais rápido do que se imaginava. Paralelo ao consumismo e a exploração dos recursos naturais tem-se a geração dos resíduos sólidos, resultando em grande escala a problemática da disposição final ambientalmente inadequada destes. Segundo a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), Lei 12.305 sancionada no ano de 2010:

VII - destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos; (BRASIL, 2010).

Cada tipo de resíduo deve receber seu tratamento e disposição final específica de acordo com a sua classificação. Para as pilhas e baterias por serem resíduos perigosos institui-se na PNRS que:

É instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e

comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, consoante as atribuições e procedimentos previstos nesta Seção (BRASIL, 2010, art. 30).

A Educação Ambiental exerce importante papel referente às questões ambientais e na formação crítica dos indivíduos enquanto pessoas sociais, políticas e etc. Segundo a lei Federal nº 9.795 que estabelece a Política Nacional de Educação Ambiental:

Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo 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, art. 1).

A Educação Ambiental segundo Brasil (1999, p. 24), é “um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal.”

O ensino de química assim como as demais áreas de ensino pode ser complementado com a Educação Ambiental, pois a relação entre a química e o meio ambiente é tão intensa que praticamente nos dias atuais uma é interligada a outra. A eletroquímica é um ramo da Química que estuda o fenômeno da transferência de elétrons para a transformação de energia química em energia elétrica e vice-versa (RUSSELL, 1994). As pilhas apresentam a finalidade de gerar energia elétrica por meio de uma reação química denominada oxirredução, basicamente um dos elementos denominado agente redutor perde seu elétron, já o outro elemento que ganha o elétron é denominado de agente oxidante.

Além do docente de química poder utilizar a contextualização da eletroquímica por meio dos produtos utilizados no cotidiano dos alunos, a interdisciplinaridade com a Educação Ambiental pode utilizar também os diversos recursos digitais como facilitadores no processo de ensino aprendizagem, não só pela comodidade que tais equipamentos oferecem, mas pela aceitabilidade do público jovem atento à tecnologias digitais da informação e comunicação.

Vídeos, documentários, simuladores são alguns exemplos de recursos digitais que funcionam como auxiliares para construção do conhecimento. Silva, Figueiredo e Silva (2017, p.84) afirmam que: “A inserção da tecnologia na educação ambiental representa uma alternativa viável, pois os recursos digitais tornam o ambiente escolar dinâmico, possibilitando ao professor um suporte no processo de construção do conhecimento do alunado”.

OBJETIVO

Inovar a abordagem do ensino de química através do conteúdo gerador Pilhas e Baterias através da interdisciplinaridade com a educação ambiental.

METODOLOGIA

Quanto aos procedimentos metodológicos classifica-se como uma pesquisa bibliográfica, descritiva, quantitativa e uma pesquisa-ação. Para o levantamento do referencial teórico utilizou-se artigos, livros, banco de dados e leis. De acordo com Gil (1999) as pesquisas de natureza bibliográfica devem ser fundamentadas em documentos já publicados que permitam ao pesquisador um detalhamento, bem como uma atualização do que já tem na literatura referente ao objeto pesquisado.

Segundo Richardson (1999) as pesquisas descritivas relatam as características, os fenômenos e as particularidades inerentes a todo o conjunto de dados coletados, podendo estes

serem analisados tanto de maneira qualitativa como quantitativa. Gil (1999) explica que a análise quantitativa é aquela baseada na utilização de cálculos estatísticos, priorizando a quantificação como critério para a abordagem dos resultados.

Na pesquisa-ação inicialmente o pesquisador identifica um problema partindo da análise dos dados obtidos, onde posteriormente a análise destes dados, o pesquisador propõe uma ação conjunta a todos os envolvidos na pesquisa com o objetivo de sanar e/ou excluir o problema identificado. Para Vergara (2000, p. 12):

[...] a pesquisa-ação pode ser definida como um tipo de pesquisa social concebida e realizada para a resolução de um problema, onde o pesquisador é envolvido no problema trabalha de modo cooperativo ou participativo. No entanto, a participação isoladamente não pode ser vista como a característica principal da pesquisa-ação e sim a solução de um problema não-trivial envolvendo a participação dos diversos fatores do processo.

Como forma de inovar a abordagem do conteúdo pilhas lecionado na eletroquímica, inicialmente apresentou-se a 13 alunos matriculados no segundo ano do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Professor Crispim Coelho, localizada em Cajazeiras-PB, três vídeos do Portal do Resíduo Sólido.

O primeiro vídeo: Pilha Eletroquímica - Química do Vestibulando Digital, com duração de 13:17 minutos, aborda sucintamente o princípio de funcionamento de uma pilha e monta a pilha de Daniell. O segundo e o terceiro abordam o processo de reciclagem das pilhas e baterias, dando ênfase aos problemas ambientais decorrentes da disposição final inadequada de pilhas e baterias descarregadas.

Após assistirem aos vídeos os alunos utilizaram o objeto virtual de aprendizagem disponibilizado pelo Repositório Multidisciplinar de Objetos de Aprendizagem da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI) que disponibiliza uma seleção de conteúdos digitais do Banco Internacional de Objetos Educacionais BIOE de diversas áreas. Intitulado: A viagem de Kemi - Pilhas e baterias - Na pilha, desenvolvido por Vasconcelos, F. de O. et al. com o objetivo de:

Introduzir os conceitos fundamentais da eletroquímica. Conceituar pilhas e baterias. Caracterizar os diferentes tipos de pilhas. Caracterizar os diferentes processos de reciclagem de pilhas. Mostrar os usos e aplicações das pilhas e baterias. Mostrar os cuidados que se deve ter com o descarte das pilhas e baterias. Estimular, o aluno, a conscientizar as outras pessoas quanto ao descarte adequado e à reciclagem das pilhas e baterias. Praticar educação ambiental (TOCCHETTO, [2012?], p. 17).

Para coleta de dados aplicou-se dois questionários, o primeiro antecedente aos vídeos e a utilização do objeto virtual de aprendizagem para identificar o embasamento teórico e o entendimento dos alunos envolvidos sobre a relação dos problemas ambientais ocasionados pelo gerenciamento incorreto no descarte de pilhas e baterias descarregadas. E o segundo posterior as atividades a fim de identificar se houve construção de conhecimento através do percurso metodológico trabalhado.

Para incentivar os alunos a descartar corretamente pilhas descarregadas elaborou-se a gincana: Reunir, Recolher e Reciclar Pilhas, com o seguinte enfoque: Como forma de minimizar os impactos ambientais com o descarte inadequado de pilhas, levando em consideração a responsabilidade compartilhada na disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, sua equipe é convidada a fazer uma ação no ambiente escolar, na sua residência, em sua rua e no seu bairro para recolher o maior número de pilhas descarregadas que seriam dispostas

de maneira incorreta ao meio ambiente. A equipe vencedora será aquela que conseguir recolher a maior quantidade de pilhas durante oito dias. As pilhas recolhidas serão utilizadas para extração dos elementos químicos que podem ser reutilizados, fazendo desta maneira a reciclagem das pilhas e consequentemente diminuindo a quantidade de resíduos tóxicos que seriam descartados ao lixão desta cidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro questionário formulado com 05 indagações identifica o conhecimento prévio dos alunos. Na Tabela 1 observa-se a fala representativa de 6 alunos sobre a definição de Pilhas e Baterias. Embora alguns alunos tenham respondido a este quesito, percebe-se que algumas destas respostas estão distorcidas. Segundo a NBR 7039/87 da ABNT as pilhas são definidas como geradores eletroquímicos de energia elétrica, mediante conversão geralmente irreversível de energia química. Já as baterias são definidas como conjunto de pilhas ou acumuladores recarregáveis interligados convenientemente (ABNT, 1987).

Tabela 1. Concepção sobre pilhas e baterias.

01. O que você entende por pilhas e baterias?		
Fala representativa, aluno 1	Fala representativa, aluno 2	Fala representativa, aluno 3
“São objetos feitos quimicamente para ter mais facilidades para usar aparelhos eletrônicos”.	“Pilhas e baterias são fontes de energia recarregável ou não, que serve para alimentar algum eletrodoméstico”.	“Quando utilizadas e jogadas fora são objetos tóxicos que podem prejudicar a saúde. Por isso é um lixo não reciclável”.
Fala representativa, aluno 4	Fala representativa, aluno 5	Fala representativa, aluno 7
“As pilhas e baterias são formas de recarregar para energia renovável”.	“Meio portátil de armazenar energia”.	“Aparelhos para dar energia aos eletrônicos”.

Fonte: Próprios Autores (2019).

Na Tabela 2 observa-se a importância das pilhas e baterias, todos os alunos relacionaram a importância das pilhas e baterias ao funcionamento dos aparelhos eletrônicos e eletrodomésticos. De fato, a função das pilhas e baterias é alimentar os diversos aparelhos eletroeletrônicos, representando dependência para a sociedade contemporânea.

Tabela 2. Importância das pilhas e baterias.

02. Qual a importância das pilhas e baterias na atualidade?		
Fala representativa, aluno 6	Fala representativa, aluno 8	Fala representativa, aluno 10
“Fazer os aparelhos eletrônicos funcionarem”.	“São importantes para a tecnologia”.	“Elas armazenam cargas, por isso são bastante utilizadas”.
Fala representativa, aluno 11	Fala representativa, aluno 12	Fala representativa, aluno 3
“As baterias para celulares, notebook e outros meios de tecnologia que esteja por vir”.	“Imensa, já que a maioria dos aparelhos precisa de pilhas e baterias para funcionar”.	“Importante para a duração da energia”.

Fonte: Próprios Autores (2019).

Na Tabela 3 os alunos responderam com quais materiais possivelmente as pilhas e baterias seriam fabricadas. Dos treze alunos apenas um afirmou que não sabia a composição

desses materiais, os demais citaram elementos químicos, como Carbono, Grafite, Ouro, Tungstênio, metais. Segundo Cavalcante et al. (2009, p. 02) as pilhas apresentam metais pesados altamente prejudiciais a saúde e ao meio ambiente, “como mercúrio chumbo, cobre, zinco, cádmio, manganês, níquel e lítio”.

Tabela 3. Material que são construídas as pilhas e baterias.

03. Com que tipo de materiais você acha que as pilhas e baterias são construídas?		
Fala representativa, aluno 1	Fala representativa, aluno 2	Fala representativa, aluno 3
“Elementos radioativos”.	“Não sei.”	“Tugstenio e ouro”.
Fala representativa, aluno 5	Fala representativa, aluno 6	Fala representativa, aluno 7
“Com inumeras misturas de substancias nocivas ao meio ambiente”.	“Com elementos químicos que tem como fundamnentação o carbono e o grafite”.	“Com metais”.

Fonte: Próprios Autores (2019).

Na quarta questão 100% dos alunos afirmaram que descartam as pilhas e baterias no lixo doméstico, na Tabela 4 observa-se algumas respostas. O aluno 12 explicou que antes de colocar as pilhas no lixo, envolve com papel, no entanto o ato de enrolar as pilhas no papel não diminui o impacto ambiental causado. A norma NBR 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004) detalha que as pilhas e baterias apresentam características de corrosividade, reatividade e toxicidade, portanto necessitam de uma destinação final especial e diferenciada do lixo doméstico.

Segundo Afonso et al. (2003) o ato de descartar pilhas e baterias no lixo doméstico representa uma ação muito prejudicial ao meio ambiente, pois os metais pesados presentes nas pilhas e baterias contaminam o solo, o lençol freático e as plantas, gerando assim risco a saúde humana e animal pela contato direto ou indireto com esses elementos tóxicos.

Tabela 4. Local de descarte das pilhas e baterias.

04. Onde você descarta as pilhas e baterias descarregadas?		
Fala representativa, aluno 8	Fala representativa, aluno 9	Fala representativa, aluno 10
“Jogo no lixo”.	“No lixo”.	“Elas vão parar no lixo”.
Fala representativa, aluno 11	Fala representativa, aluno 12	Fala representativa, aluno 13
“Descarto no lixo comum”.	“Enrolo num papel e jogo no lixo”.	“Lixo”.

Fonte: Próprios Autores (2019).

Na Tabela 5, todos os alunos afirmaram que as pilhas e baterias contaminam o meio ambiente, isso demonstra que embora alguns não tenham conhecimento aprofundado sobre a temática, eles apresentam concepção quanto aos danos ocasionados ao meio ambiente pelo descarte inadequado de baterias e pilhas. Afonso et al. (2003, pág. 1) explica que:

Com o passar do tempo, ocorrerá inevitavelmente a contaminação de plantas, solos e lençóis freáticos devido à corrosão da blindagem da pilha disposta em aterros sanitários e lixões. O principal fato é a possibilidade de contaminação das águas subterrâneas, que é função da construção dos aterros, da localização e de sua proximidade com os lençóis freáticos.

Tabela 5. Contaminação do meio ambiente por pilhas e baterias.

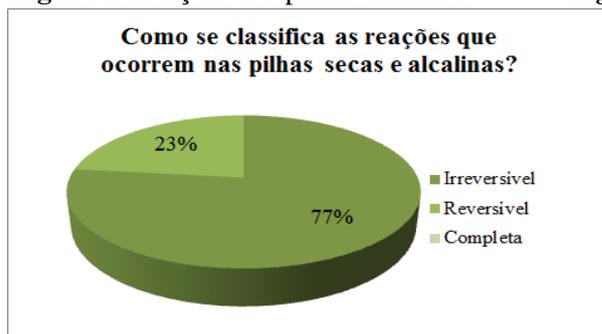
05. Na sua concepção as pilhas e baterias contaminam o meio ambiente?		
Fala representativa, aluno 1	Fala representativa, aluno 3	Fala representativa, aluno 5
“Sim, por conter substâncias tóxicas, pode contaminar o meio ambiente e também prejudicar a saúde humana”.	“Sim, pois as pilhas e baterias tem resíduos tóxicos que fazem mal ao meio ambiente e quem está nele”.	“Sim, pelos produtos químicos que tem nelas”.
Fala representativa, aluno 7	Fala representativa, aluno 11	Fala representativa, aluno 13
“Sim, pois são nocivos a saúde e ao meio ambiente, podendo gerar grandes problemas”.	“Sim, pois tem coisas radioativas”.	“Sim”.

Fonte: Próprios Autores (2019).

Diante da análise dos dados no questionário prévio percebeu-se que os alunos apresentavam um conhecimento superficial sobre a temática: Pilhas e Baterias, portanto para sanar as dificuldades e esclarecer algumas dúvida dos alunos apresentou-se aos mesmos, três vídeos do Portal do Resíduo Sólido. Após assistirem aos vídeos os alunos utilizaram o objeto virtual de aprendizagem da categoria simulador e responderam ao questionário posterior, formulado com 08 questões.

Na Figura 1 estão representados as respostas dos alunos quando responderam como se classifica as reações que ocorrem nas pilhas alcalinas. Observa-se que a maioria, correspondente a 77% acertou respondendo reações irreversíveis e apenas 23% erraram ao responder reversíveis.

Quando questionados sobre o eletrodo onde ocorre a reação de oxidação das pilhas secas, conforme a Figura 2, todos os alunos acertaram ao afirmar que a oxidação acontece no ânodo. Conforme afirma Russell (1994) no eletrodo cátodo ocorre à redução e no eletrodo ânodo ocorre a reação de oxidação.

Figura 1. Reações das pilhas alcalinas.

Fonte: Próprios Autores (2019).

Figura 2. Eletrodo da oxidação nas pilhas secas.

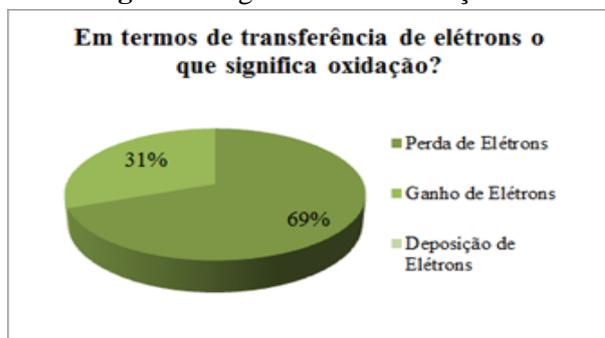
Fonte: Próprios Autores (2019).

Na Figura 3, é possível verificar que a maioria, correspondente a 69%, afirmou corretamente que em termos de transferência de elétrons oxidação significa perda de elétrons e 31% responderam ganho de elétrons. Segundo Russell (1994) a reação química de oxidação ocasiona perda de elétrons e consequente aumento de sua carga.

Com o mesmo percentual de acerto da indagação anterior, 69% dos alunos acertaram ao responder que em termos de transferência de elétrons redução significa ganho de elétrons, ainda

23% destes erraram ao responder perda de elétrons e 8% de deposição de elétrons (Figura 4). Russell (1994) afirma que a reação química de redução consiste em ganhar elétrons.

Figura 3. Significado de oxidação.



Fonte: Próprios Autores (2019).

Figura 4. Significado de redução.

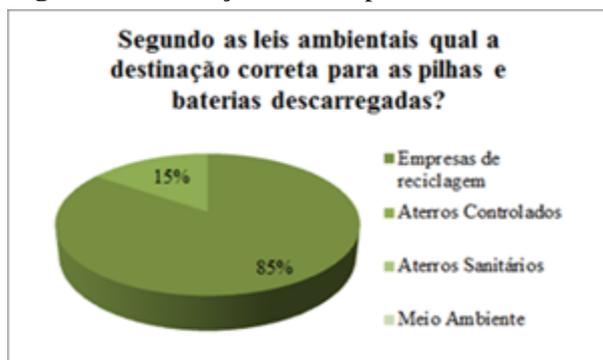


Fonte: Próprios Autores (2019).

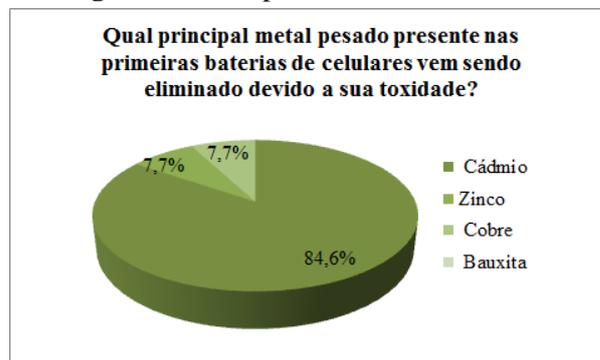
Na Figura 5 observa-se a concepção dos alunos envolvidos nesta pesquisa sobre a destinação final ambientalmente adequada para os resíduos de pilhas e baterias descarregadas. A maioria correspondente a 85% dos alunos afirmou que o correto é destinar estes resíduos para as empresas de reciclagem, ainda 15% destes se equivocaram ao responder aterros controlados, pois de acordo as leis ambientais o correto é reciclar para diminuir a quantidade de resíduos enviada aos aterros sanitários e conseqüentemente diminuir os impactos ambientais ocasionados pelo descarte inadequado. Segundo o art. 1º, da Resolução Nº 257, de 30 de junho de 1999, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA):

As pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, necessárias ao funcionamento de quaisquer tipos de aparelhos, veículos ou sistemas, móveis ou fixos, bem como os produtos eletro-eletrônicos que as contenham integradas em sua estrutura de forma não substituível, após seu esgotamento energético, serão entregues pelos usuários aos estabelecimentos que as comercializam ou à rede de assistência técnica autorizada pelas respectivas indústrias, para repasse aos fabricantes ou importadores, para que estes adotem, diretamente ou por meio de terceiros, os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada (BRASIL, 1999, P.01).

Pela Figura 6, observa-se que 84,6%, acerto ao afirmar que o cádmio é o principal metal pesado presentes nas primeiras baterias que vem sendo substituído devido seu alto grau de toxicidade. Ainda com percentuais iguais a 7,7% os alunos responderam Zinco e Cobre respectivamente. Segundo Larini (1997) o cádmio é um metal altamente carcinogênico; provoca dores reumáticas e miálgicas; distúrbios metabólicos levando à osteoporose; disfunção renal, doenças cardiovasculares, em particular hipertensão, etc.

Figura 5. Destinação final de pilhas e baterias.

Fonte: Próprios Autores (2019).

Figura 6. Metal pilhas e baterias.

Fonte: Próprios Autores (2019).

Na sétima questão após assistirem aos vídeos e utilizarem o simulador todos os alunos conseguiram citar alguns problemas ocasionados pelo descarte inadequado de pilhas e baterias, bem como se posicionaram sobre ações que individualmente eles podem ter e/ou desenvolver sobre a destinação destes resíduos. Na Tabela 6 foram apontados contaminação do solo, água, vegetação e meio ambiente no geral, configurando em doenças para o homem e os animais, por causa dos metais pesados que compõem estes objetos. Quanto à postura adequada relacionaram o hábito de descartar em lugares apropriados para posterior reciclagem.

Tabela 6. Problemas ambientais pelo descarte inadequado de pilhas e baterias.

07. Cite problemas ambientais relacionados ao uso e descarte de pilhas e baterias. Qual deve ser sua postura em relação a esses problemas?		
Fala representativa, aluno 1	Fala representativa, aluno 5	Fala representativa, aluno 9
“Pode gerar doenças por causa dos materiais envolvidos nas pilhas. Levar para as empresas de reciclagem”.	“Como os metais utilizados são muito pesados eles fazem mal para a população. Devemos descartar em um local apropriado para que haja reaproveitamento desses materiais”.	“Prejudicam o meio ambiente no geral, como solo e vegetação. Ter mais cuidado quando formos descartar pilhas e baterias, buscando os lugares apropriados para isso”.
Fala representativa, aluno 10	Fala representativa, aluno 11	Fala representativa, aluno 13
“Contaminação do meio ambiente. Descartar esses objetos em lugares adequados”.	“Contaminação ao meio ambiente. Tentar ajudar descartando nos lugares certos”.	“Liberação de metais pesados no meio ambiente. Devemos levar as nossas pilhas e baterias para empresas especializadas na reciclagem desses materiais”.

Fonte: Próprios Autores (2019).

Na Tabela 7 alguns alunos afirmaram ter conhecimento prévio sobre a temática trabalhada nesta pesquisa, porém como foi averiguado no questionário inicial este conhecimento pode ser classificado como superficial e/ou incompleto. Ainda os alunos 7 e 8 afirmaram não ter conhecimento sobre este assunto. Observa-se também que todos os alunos se identificaram com a metodologia trabalhada, afirmando que a utilização de recursos audiovisuais e simuladores facilita a aprendizagem e “a atividade além de propor todos os conhecimentos sobre o assunto tem outra função que é a de conscientizar a população” (ALUNO, 6).

Quadro VII – Conhecimento prévio sobre a temática e definição da atividade.

08. Você tinha conhecimento dos assuntos abordados nesta aula? De que maneira você descreve esta atividade?		
Fala representativa, aluno 2	Fala representativa, aluno 3	Fala representativa, aluno 6
“Sabia pouco, esta atividade deveria ser apresentadas a varias pessoas para elas não jogarem pilhas em lixo para evitar os problemas”.	“A maioria dos assuntos não tinha conhecimento. A forma como foi passada os conteúdos facilita o aprendizado.”	“Tinha, mas não em detalhes. A atividade além de propor todos os conhecimentos sobre o assunto tem outra função que é a de conscientizar a população”.
Fala representativa, aluno 7	Fala representativa, aluno 8	Fala representativa, aluno 12
“Não. Uma ótima prática para o conhecimento”.	“Não, excelente prática para melhorar o aprendizado”.	“A maioria dos assuntos eu não tinha conhecimento”.

Fonte: Próprios Autores (2019).

Passados os oito dias conforme combinado os alunos trouxeram seus coletores, totalizando a recolhida de 107 pilhas. Estas foram encaminhadas para projeto de extensão denominado 3Rs (Reduzir, Reutilizar e Reciclar) resíduos eletrônicos, vinculado ao Centro de Formação de Professores (CFP) Universidade Federal de Campina Grande, Campus Cajazeiras/PB, onde serão utilizadas em estudos experimentais em parceria com o Curso de Licenciatura em Química da referida instituição.

CONCLUSÕES

Diante do percurso adotado nesta pesquisa, pode-se afirmar que é possível abordar a Educação Ambiental através da contextualização do tema gerador Pilhas e Baterias para o ensino médio na disciplina de Química. Por meio da interdisciplinariedade utilizou-se a eletroquímica para explicar os fenômenos e as reações de transformação da energia química em energia elétrica e utilizou-se a Educação Ambiental para informar e conscientizar os alunos de que dispositivos como pilhas e baterias uma vez descarregados necessitam receber uma destinação final ambientalmente adequada por apresentarem em sua composição metais pesados nocivos ao meio ambiente e a saúde pública.

Segundo o relato do público envolvido, através do percurso metodológico adotado com a utilização de recursos audiovisuais como vídeos, simuladores digitais, facilitou-se a absorção do conhecimento, bem como contribuiu para conscientização ambiental sobre os impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado dos resíduos de pilhas e baterias descarregadas.

Pela gincana aplicada diante da quantidade de pilhas recebidas dos alunos participantes, afirma-se que através da ação conjunta entre pesquisadores e alunos pôde-se diminuir consideravelmente a quantidade de resíduo tóxico que seria disposta no lixão do município de Cajazeiras, PB. Sendo proposta do grupo de pesquisa expandir este projeto para as demais escolas da rede estadual e municipal desta cidade.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004: Resíduos sólidos - Classificação**. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7039/87. Pilhas e acumuladores elétricos**. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

AFONSO, J. C. et al. Processamento da pasta eletrolítica de pilhas usadas. **Quím. Nova**, v. 26, n. 4, 2003.

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 18 set. 2019.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 257, de 30 de junho de 1999**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res99/res25799.html>>. Acesso em: 13 set. 2019.

BRASIL. Política Nacional de Educação Ambiental – **Lei n. 9795, de 27 de abril de 1999**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 28 abril de 1999.

CAVALCANTE, R. D. et al. Logística reversa como ferramenta para redução dos impactos ambientais: um exemplo a ser seguido no tocante a reciclagem química e o descarte de pilhas no estado do Amazonas. IN: XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO A Engenharia de Produção e o Desenvolvimento Sustentável: Integrando Tecnologia e Gestão Salvador, BA, Brasil, 06 a 09 de outubro de 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

IDC - International Data Corporation. Estudo da IDC Brasil aponta crescimento de 25,4% nas vendas de celulares no primeiro trimestre de 2017. 2017. Disponível em: <<http://br.idclatin.com/releases/news.aspx?id=2182>>. Acesso em: 19 set. 2017.

LARINI, L. **Toxicologia**. 3. ed. São Paulo: Manole, 1997.

MARTINS, A. N. A.; et al. Descarte de pilhas e baterias: a problemática da abordagem nos livros didáticos de química do PNLD 2015 para o conteúdo de eletroquímica. **Revista Verde**, v. 9, n. 5, p. 31-35, 2014.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

RUSSELL, J. B. **Química Geral**. 2. ed. São Paulo; Makron Books, 1994. v. 1.

SILVA, E. K. S.; FIGUEIREDO, L. V.; SILVA, E. L. Resíduos sólidos: tema da educação ambiental inserido no banco internacional de objetos educacionais (BIOE). **Revista de Pesquisa Interdisciplinar**, n. 2, suplementar, p. 79-93, 2017.

TOCCHETTO, M. et al. **A viagem de Kemi: pilhas e baterias**. [2012?] (Guia do professor). Disponível em: <<http://docplayer.com.br/24540421-A-viagem-de-kemi-guia-do-professor-tema-pilhas-e-baterias.html>>. Acesso em: 19 set. 2017.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 3. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2000.