

Robótica Sustentável e o Ensino de Química: uma Prática Pedagógica Utilizando Lixo Eletrônico

Sustainable Robotics and Teaching Chemistry: A Pedagogical Practice Using Electronic Waste

Edson Severiano de Albuquerque, Rodrigo Baldow, Bruno Silva Leite, Marcelo Brito Carneiro Leão

Universidade Federal Rural de Pernambuco

severianoedson@gmail.com; rodrigobaldow@gmail.com; brunoleite@ufrpe.br;
mbcleao@terra.com.br

Resumo

Esta pesquisa fez uma análise de uma prática pedagógica com a Robótica Sustentável no Ensino de Química, observando como esse trabalho pôde contribuir com o ensino e aprendizagem dos temas abordados na atividade. Foram realizados alguns encontros com estudantes do 9º ano do ensino fundamental de uma escola privada discutindo temas de Química relacionados a Educação Ambiental. Foi feita uma coleta de lixo eletrônico na comunidade de forma que esse material foi utilizado pelos alunos no desenvolvimento de três protótipos. Depois da construção desses artefatos, foi aplicado um questionário com os estudantes de forma que suas respostas foram categorizadas e organizadas em tabelas e, conseqüentemente, analisadas. Observou-se que a atividade fez com que os alunos entendessem melhor os problemas causados pelo descarte do lixo eletrônico, propondo, inclusive, algumas soluções, e possibilitou uma prática na qual os estudantes puderam aprender assuntos de Química que muitas vezes são vistos só na teoria. simples.

Palavras chave: Robótica Sustentável, Ensino de Química, Lixo Eletrônico

Abstract

This essay analyzed a pedagogical practice with a sustainable robotics in chemistry teaching, observing how this work could contribute with teaching and learning of topics discussed in the following activity. Some meetings up were realized with 9th grade elementary school student from a private school in order to discuss some chemistry topics related to environment education. An eletronical waste collection was done in the neighborhood and these things were used by the students in the development of three prototypes. After these artifacts building, a questionnaire was applied to the students and their results were categorized and organized in charts, and later analyzed. This activity made the students understand better the problems of disposal eletronical waste, promoting, in addition, some solutions, and could enable a practicing where the students learned the real chemistry that many times has been studying only in theory.

Key words: Sustainable Robotics, Ensino de Química, Electronic Waste

Introdução

Com o aumento da globalização e uma sociedade que vem consumindo cada vez mais, o mercado vem oferecendo a cada dia um produto novo de forma que os consumidores estão trocando, por exemplo, seus aparelhos eletrônicos em intervalos de tempo cada vez menor, pois os anteriores são “considerados obsoletos” pela maioria das pessoas. Na verdade, essa é uma obsolescência planejada pelas empresas que têm produzido produtos menos duradouros em sua composição ou função (LAYRARGUES, 2002). Esse tipo de descarte faz com que o consumismo passe a ser observado como um problema ambiental, pois esses produtos são, na maioria das vezes, descartados rapidamente e de forma inadequada aumentando o lixo e, assim, gerando problemas ambientais (SILVA, 2010).

Em relação ao lixo eletrônico (e-lixo), observa-se a existência de uma grande produção e de pouca discussão sobre este material. A Associação de Empresas da Indústria Móvel (GSMA) afirma que o Brasil produziu, em 2014, 36% do e-lixo da América Latina, o que equivale a 1,4 milhão de toneladas de resíduos (MAGALINI; KUEHR; BALDÉ, 2015). Devido a esse elevado número de e-lixo, é importante pensar como reduzir o consumo dos aparelhos eletrônicos, assim como reutilizá-los, descartá-los e jogar-los em locais apropriados para a reciclagem. Uma opção para o reuso do e-lixo é a partir de práticas pedagógicas com a Robótica reutilizando esses materiais para desenvolver artefatos tecnológicos.

A Robótica na Educação pode ser compreendida como um ambiente que possibilita o aprendizado a partir de práticas pedagógicas que utilizam essa tecnologia, podendo usar materiais de sucata, como, por exemplo, o e-lixo, motores e sensores controláveis por software de computadores, podendo ser proprietário ou livre (GEBRAN, 2009). O trabalho com essa tecnologia reutilizando materiais faz com que a Robótica e a Sustentabilidade se convirjam.

É importante destacar que a Robótica Sustentável não precisa da programação para se trabalhar com a sucata. Nela utiliza-se materiais de celulares, computadores, impressoras etc., para desenvolver protótipos com o intuito de mediar a construção de conhecimentos dos estudantes e, assim, proporcionar uma Robótica que contribua com a diminuição do consumo e do lixo a partir do reuso das peças, compreendendo a importância desse tipo de atividade para o meio ambiente e a qualidade de vida.

Neste contexto, diante dos problemas observados em relação ao consumismo e ao descarte do e-lixo, assim como as dificuldades encontradas no ensino de Química, este trabalho busca analisar como uma prática pedagógica com a Robótica Sustentável pode contribuir para o ensino de Química, além de promover debates sobre o e-lixo visando sua reutilização, e consequentemente diminuição de seu descarte, possibilitando aos estudantes uma visão crítica de seu papel como cidadão dentro da sociedade.

Robótica Livre e Sustentável

De acordo com César (2013), a Robótica Livre são processos e procedimentos dessa área relacionados a práticas pedagógicas que utilizam materiais baseados em soluções livres, como hardwares e softwares livre, e/ou sucata como instrumentos de ensino como mediadores na construção do conhecimento.

Dentro da Robótica Livre há a possibilidade de se trabalhar com a reutilização de materiais. Quando se faz isso sem utilizar a programação a atividade é denominada de Robótica Sustentável, possibilitando trabalhar com o e-lixo. Sobre esse tipo de lixo e o avanço da tecnologia, Bogarim, Larrea e Ghinozzi (2015, p. 2) destacam que:

O constante progresso tecnológico tem seus pontos negativos, pois traz

consigo um aumento de lixo eletrônico que não é nada saudável para humanidade, pois seus metais são tóxicos, prejudiciais ao organismo humano e ao ambiente.

Estes lixos, quando descartados incorretamente, liberam no solo metais pesados presentes nesses componentes eletrônicos como, por exemplo, chumbo, mercúrio, cádmio, arsênio, berílio, lítio, níquel, zinco e cobalto. Peças como motor, cooler, led, fio, bateria de notebook, motor *vibracall* de celular etc., podem ser reutilizados na montagem de diversos protótipos como mini aspirador, robô fixo que utiliza a energia eólica, robô artrópode, tabela periódica interativa, misturador de substâncias, entre outros.

Baldow e Leão (2017) destacam que práticas pedagógicas com a Robótica podem proporcionar um trabalho em equipe no qual os alunos podem aprender sobre a importância da sustentabilidade, em particular a reutilização dos materiais e o local certo para o descarte. Segundo Celinski e colaboradores (2012) práticas pedagógicas com a Robótica utilizando o e-lixo podem proporcionar uma conscientização nos estudantes no que se refere ao descarte dos equipamentos eletrônicos e uma criatividade relacionada aos conhecimentos construído nesse tipo de atividade ao ponto de estimular os discentes a aprenderem mais sobre conteúdos da matemática e das Ciências, mostrando como estes conhecimentos podem solucionar problemas do mundo real.

Nesse sentido, a Robótica Sustentável pode possibilitar a proposição de estratégias pedagógicas em diversas disciplinas, não se restringindo apenas a Física e a Matemática, mas, por exemplo, podendo trabalhar com a Biologia e a Química, favorecendo trabalhos interdisciplinares.

Metodologia

A presente pesquisa teve como natureza uma abordagem qualitativa. Nesse sentido, a pesquisa foi desenvolvida como um estudo de caso, a fim de melhor elucidar as contribuições da Robótica Sustentável no processo de ensino e aprendizagem da Química. Segundo Yin (2015, p. 17) o estudo de caso “investiga um fenômeno contemporâneo em seu contexto no mundo real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto puderem não ser claramente evidentes”, a partir de um estudo profundo e possibilitando seu amplo e detalhado conhecimento.

Participaram da pesquisa 10 estudantes do ensino fundamental de uma escola privada localizada no município de Camaragibe-PE, em que o professor/pesquisador ministra aula de Química. Os discentes se dispuseram a participar de forma voluntária após apresentação da ideia do projeto. Com o objetivo de resguardar a identidade pessoal dos estudantes, utilizou-se a identificação numérica (1, 2, 3..., 10) que foi atribuída a cada estudante. Durante o desenvolvimento da intervenção foram necessários dez encontros divididos em dois momentos com cinco reuniões cada. Na primeira etapa se discutiu o desenvolvimento teórico do trabalho. A segunda etapa da pesquisa teve como objetivo o desenvolvimento de protótipos. Para coletar os dados sobre as percepções dos estudantes em relação aos protótipos elaborados, aplicou-se um questionário (Quadro 1), que segundo Marconi e Lakatos (2017, p. 219) é “constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito” e geralmente obtêm-se respostas rápidas e precisas.

A partir das vivências com o Projeto de Robótica Sustentável no ensino de Química você acredita que esta prática contribuiu para seu aprendizado? Por quê?
--

Diante do que foi trabalhado sobre a Robótica Sustentável no ensino de Química, você acredita que deve
--

haver mais pontos de coletas desses materiais? Por quê?

Quadro 1: Perguntas do questionário.

A partir dos dados do questionário, as respostas foram analisadas, categorizadas e interpretadas. Sobre categorizar, Bardin (2011, p. 148) destaca que “classificar elementos em categorias impõe a investigação do que cada um deles tem em comum com outros. O que vai permitir o seu agrupamento é a parte comum existente entre eles”. Por fim, fez-se o uso da técnica da escuta sensível, que segundo Stecanela (2010, p. 146), “evoca a habilidade do observador em perceber e respeitar a fala do outro. Para ser sensível em escutar não deve compreender somente a audição, mas convocar os demais sentidos para perceber os gestos, os silêncios, as pausas, as emoções” dos seus interlocutores. A escuta sensível possibilitou ao pesquisador realizar as observações durante os encontros e registrar em áudio/vídeo as percepções dos estudantes.

Resultados e Discussão

No primeiro encontro foi discutido qual era a proposta do projeto, promovendo discussões com os estudantes sobre o e-lixo e que assuntos de Química poderiam ser abordados. Observamos nesse primeiro momento a dificuldade dos estudantes em relacionar o e-lixo com alguns assuntos estudados na Química. De forma a familiarizar os alunos com a temática, nos dois encontros seguintes o professor debateu com eles os componentes químicos e os materiais que podem ser extraídos do e-lixo. Para o quarto e quinto encontro foi solicitado que os estudantes coletassem alguns lixos eletrônicos, retirando peças que seriam utilizadas e entregando as outras a uma empresa que coleta e-lixo, além da realização de debates sobre os materiais coletados. Após os momentos de discussões teóricas e recolha de materiais para serem utilizados na pesquisa teve início a segunda etapa.

Na segunda etapa da pesquisa, foram desenvolvidos pelos estudantes três artefatos. O primeiro foi o artrópode que foi construído com um motor *vibracall* de celular. O segundo foi um protótipo que gerava energia com a energia eólica utilizando cooler, motores de impressora e DVD e leds. O terceiro foi um carro de controle via *Bluetooth* que foi desenvolvido com peças de carrinho de controle remoto, motores de DVD e impressora, uma placa arduino e o dispositivo *Bluetooth*. Apesar deste último utilizar a placa arduino, não se trabalhou a programação com os estudantes.

A aplicação do questionário ocorreu três semanas após a realização da atividade, na qual categorizamos e organizamos as respostas obtidas. O quadro 02 apresenta as respostas do primeiro questionamento.

Categorias de respostas	Estudantes	Frequências das respostas	%
Sim, pois a partir do projeto conseguimos aprender sobre o lixo eletrônico e as diversas substâncias tóxicas contidas nele.	1, 2, 6, 8 e 9	5	50
Sim, pois aprendemos sobre as baterias e pilhas, balanceamento de equação, oxidação, sustentabilidade e novas formas de energia que emitem menos poluentes a partir da construção dos protótipos de robótica sustentável.	3, 4, 5 e 7	4	40

Sim. Eu não sei química e estava com medo porque também não sei mexer em ferramentas, mas com o desenvolvimento do protótipo em grupo eu tirei minhas dúvidas com meus colegas e com o professor e comecei a entender.	10	1	10
--	----	---	----

QUADRO 02. Categorização das respostas referentes à questão 01

Observamos que os estudantes 1, 2, 6, 8 e 9 afirmaram ter desenvolvido um senso crítico em relação ao e-lixo e as substâncias presentes a partir do desenvolvimento do projeto. Percebemos que o trabalho com a Robótica possibilitou o aprendizado da Química, assim como uma visão de responsabilidade e respeito ao meio ambiente; mostrando que eles repensaram suas ações e compreenderam os problemas que o e-lixo pode causar. No caso dos estudantes 3, 4, 5 e 7, eles foram mais específicos dizendo que aprenderam sobre a aplicação da Química no estudo das pilhas e baterias, balanceamento de equação, oxidação, sustentabilidade e fontes de energia limpa a partir da construção dos artefatos. Apesar das dificuldades iniciais que o estudante 10 apresentou com o conteúdo de Química e o manuseio das ferramentas, ele procurou trabalhar em grupo para tirar suas dúvidas e, assim, conseguir desenvolver o projeto e aprender com ele. As respostas dos estudantes estão de acordo com que Celinski e colaboradores (2012) destacam ao afirmarem que práticas pedagógicas de Robótica que utilizam o e-lixo podem contribuir com a construção de conhecimentos científicos mostrando como podem solucionar problemas reais.

Categorias de respostas	Estudantes	Frequências das respostas	%
Sim, pois não existem muitos pontos de coletas por isso o lixo eletrônico deveria ser colocado separadamente do lixo comum, e na coleta do lixo o pessoal levaria ele para as empresas que a gente viu que faz o processo inverso da montagem desses materiais, até porque nesse lixo também tem metais preciosos, então elas também ganhariam com essa ação.	4, 5 e 7	3	30
Sim, porque existem poucos pontos de coletas. Além disso, se os professores pegassem esse lixo e trabalhassem com ele construindo protótipos como a gente fez, poderia reduzir a quantidade de lixo e ainda ensinava as pessoas que ele pode prejudicar a elas e ao meio ambiente.	1, 6 e 10	3	30
Sim, poucas pessoas sabem dos riscos do lixo eletrônico e acabam jogando esses materiais em qualquer lugar. Por isso, é preciso colocar pontos de coletam em todas as cidades, poderia ser igual ao papai-pilhas. Deixava uma caixa grande no meio da estação do metrô para o pessoal jogar fora esse lixo e depois alguma empresa de reciclagem poderia coletar esse lixo lá.	2, 3, 8 e 9	4	40

QUADRO 03: Categorização das respostas referentes à questão 02

Os dados revelam que os estudantes 4, 5 e 7 defendem a criação de novos locais de coleta de e-lixo de forma que esse lixo seja separado do comum para facilitar seu destino a empresas que fazem o processo de manufatura reversa ou logística reversa. Com isso, essas empresas também lucrariam. Os estudantes 1, 6 e 10 afirmam ter poucos pontos de coletas do e-lixo. Eles também defendem que os professores deveriam utilizar o e-lixo em atividades que desenvolvessem protótipos. Dessa forma, além de diminuir o lixo, iriam ensinar sobre os problemas que podem ser causados por esse lixo. Os estudantes 2, 3, 8 e 9 comentam que poucas pessoas sabem sobre os riscos do e-lixo, e, por isso, elas acabam jogando esse lixo em

qualquer lugar. Defendem que é importante colocar vários pontos de coletas pela cidade, em particular, nas estações de metrô com o comprometimento de alguma empresa pegar esse material para fazer a reciclagem.

Em resumo, as respostas dos estudantes reforçam o que “autores X” destacam sobre como práticas pedagógicas com a Robótica Sustentável podem proporcionar um aprendizado sobre a importância da sustentabilidade, principalmente na questão da reutilização, assim como jogar o lixo no local certo, em especial, o e-lixo.

Considerações Finais

Durante o processo de desenvolvimento dos três protótipos foi possível debater temas de Química como as substâncias que estão presentes em equipamentos eletrônicos, podendo-as ser causadoras de diversas doenças quando eles são descartados de forma inadequada. Outras questões que também foram discutidas durante a pesquisa foi sobre os componentes das pilhas e baterias, as reações de oxidação, balanceamento de reações e os impactos que podem contaminar o solo e os lençóis freáticos. A atividade com a Robótica Sustentável proporcionou uma prática colaborativa na qual os estudantes ajudaram uns aos outros a desenvolverem em grupo os artefatos e, com isso, contribuiu na construção do conhecimento envolvendo a Química.

Os estudantes, ao debaterem sobre o e-lixo, perceberam as consequências de seu descarte errado e trouxeram algumas soluções para diminuir esses danos. Nesse sentido, eles perceberam também, na prática, a possibilidade de se reaproveitar muitos materiais de equipamentos eletrônicos para desenvolver diversos protótipos, e que isso ajudaria também a diminuir o lixo. Além disso, tiveram o cuidado de pegar o material que não foi aproveitado na atividade e mandaram para uma empresa que coleta esse tipo de lixo.

Essas percepções e ações dos estudantes mostraram que a prática com a Robótica Sustentável fez com que eles se conscientizassem dos problemas que são causados pelo e-lixo e aprendessem conhecimentos de Química.

Referências

BALDOW, R.; LEÃO, M. B. C. Robótica Sustentável e Aprendizagem Colaborativa: Contribuições no Ensino de Eletricidade e Hidrostática. **Enseñanza de las Ciencias**, v. extra, p. 699-704, 2017.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edição 70, 2011.

BOGARIM, C. A. C.; LARREA, A. A.; GHINOZZI, G. G. **Larpp Sustentável e seu Auxílio na Educação Ambiental nas Escolas e Comunidade de Ponta Porã**. In: II Congresso Nacional de Educação, Campina Grande-PB, 2015, p. 1-5.

CELINSKI, T. M.; et al. **Robótica Educativa: uma Proposta para o Reuso do Lixo Eletrônico em uma Atividade de Extensão Universitária**. In: 4º Congresso Internacional de Educação, Pesquisa e Gestão, Curitiba-PR, 2012, p. 1-10.

CÉSAR, D. R. **Robótica Pedagógica Livre: uma Alternativa Metodológica Para a Emancipação Sociodigital e a Democratização do Conhecimento**. 220 f. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Difusão do Conhecimento da Universidade Federal da Bahia, Salvador-BA, 2013.

- GEBRAN, M. P. **Tecnologias Educacionais**. Curitiba-PR: IESDE Brasil S. A., 2009.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia Científica**. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- LAYRARGUES, P. P. **O Cinismo da Reciclagem: o Significado Ideológico da Reciclagem da Lata de Alumínio e suas Implicações para a Educação Ambiental**. In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (Orgs.). Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania. São Paulo-SP: Cortez, 2002, p. 179-219.
- MAGALINI, F.; KUEHR, R.; BALDÉ, C. P. **EWaste in Latin America: Statistical Analysis and Policy Recommendations**. United Nations University, 2015, p. 1-37.
- SILVA, J. R. N. **Lixo eletrônico: um Estudo de Responsabilidade Ambiental no Contexto do Instituto de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM campus Manaus centro**. In: I Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Bauru-SP, 2010, p. 1-9.
- STECANELA, N. **Jovens e Cotidiano: trânsitos pelas culturas juvenis e pela escola da vida**. Caxias do Sul: Educs, 2010.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.