

Ensino de robótica para estudantes de escolas públicas com a reutilização do lixo eletrônico

Teaching robotics to public school students with the reuse of electronic waste



ISSN 2358-7180

Gustavo Bastos Germano¹, Ana Cristina Batista dos Santos², Gabriela Belini Gontijo³, Leonardo Breseghello Zoccal⁴

RESUMO

A qualidade da educação nas escolas da rede pública continua sendo um dos grandes problemas enfrentados no Brasil. A falta de investimento, em conjunto com falhas na administração de recursos são alguns dos fatores para o sucateamento da educação pública do país. Além disso, não existe um projeto de âmbito nacional capaz de definir metodologias de ensino para a inclusão de crianças e adolescentes com transtornos neurológicos (como o autismo, déficit de atenção e hiperatividade) nessas escolas. Este trabalho apresenta um projeto social feito por alunos da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Ele propôs reutilizar recursos eletrônicos descartados como lixo para a elaboração de *kits* de robótica e circuitos eletrônicos que foram utilizados na criação de um material didático para a educação inclusiva de crianças e adolescentes em escolas da rede pública de Itajubá. Dessa forma, além de uma educação socioambiental com a geração de uma consciência ecológica em relação ao descarte correto e a reciclagem do lixo eletrônico, a reutilização desses tipos de materiais pode proporcionar novas ferramentas de ensino e uma redução no custo de materiais de apoio a educação para serem utilizadas em escolas públicas.

Palavras-chave: Lixo eletrônico. *Kit* de robótica. Reciclagem. Educação inclusiva.

ABSTRACT

The quality of education in public schools remains one of the major problems faced in Brazil. The lack of investment in conjunction with resource management failures is one factor for the scrapping of public education in the country. Besides, there is no nationwide project capable of defining teaching methodologies to include children and adolescents with neurological disorders (such as autism, attention deficit, and hyperactivity) in these schools. This work presents a social project made by students of the Federal University of Itajubá (UNIFEI). He proposed reusing discarded electronic resources as garbage to develop robotics kits used to create teaching material for the inclusive education of children and adolescents in public schools in Itajubá. Thus, in addition to a socio-environmental education with the generation of ecological awareness about the correct disposal and recycling of electronic waste, the reuse of these types of materials can provide new teaching tools and a reduction in the cost of education support materials to be used in public schools.

Keywords: Electronic waste. Robotics kits. Recycling. Inclusive education.

¹ Discente do curso de Engenharia de Controle e Automação. Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), Itajubá, MG, Brasil. E-mail: gbergermano91@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2804-6687>

² Discente do Ensino Médio. Escola Estadual Coronel Carneiro Júnior (EE Coronel Carneiro Júnior), Itajubá, MG, Brasil. E-mail: anacristinasnst3110@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2920-167X>

³ Mestre em Ensino de Ciências. Escola Estadual Coronel Carneiro Júnior (EE Coronel Carneiro Júnior), Itajubá, MG, Brasil. E-mail: gabriela.gontijo@educacao.mg.gov.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5053-4524>

⁴ Doutor em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), Itajubá, MG, Brasil. E-mail: lbzoccal@unifei.edu.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3934-7645>

INTRODUÇÃO

A PNAD Contínua (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua) é uma pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) que acompanha as flutuações trimestrais e a evolução em curto, médio e longo prazo de informações necessárias para o estudo do desenvolvimento socioeconômico do país. A educação é um dos temas abordados pela PNAD Contínua, tendo seus dados pesquisados divulgados trimestralmente. Em 2019, a pesquisa apontou que 48,8% dos brasileiros de 25 anos ou mais concluíram a educação básica, sendo que 32,2% desses brasileiros não terminou nem o ensino fundamental (IBGE, 2020).

Além desses indicadores baixos, está ocorrendo o aumento na matrícula de alunos com transtorno do espectro autista (TEA) a cada ano que passa nas escolas, segundo o Censo Escolar divulgado anualmente pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) (TENENTE, 2019). Apesar do avanço em direção a inclusão desses alunos nas escolas, o governo não assegura que os alunos com autismo estejam efetivamente aprendendo, gerando uma desigualdade inclusiva na educação desses em relação aos outros estudantes. Especialistas indicam que para esses casos, algumas mudanças no sistema de educação tradicional deveriam ser empregadas, como adaptações de conteúdo, uma formação adequada de professores, ações em combate ao *bullying* e elaboração de novas metodologias de ensino mais interativas (SILVA *et al.*, 2020; AFFONSO *et al.*, 2020; PEREIRA; BASTOS, 2019). Segundo Papert (1994) a habilidade competitiva será a habilidade de aprender e ainda segundo o autor outras áreas de atividades humanas sofreram progressos significativos em suas tecnologias, enquanto a escola não mudou tanto em comparação com a medicina, o turismo e as telecomunicações. Para Campos, Bortoloto e Felício (2003), a produção e utilização de material didático, junto aos alunos, podem contribuir na construção do conhecimento por parte dos próprios sujeitos em formação. Um tema que pode ser abordado é a Educação Ambiental (EA) (DIAS, 2010). A EA deve agregar conhecimentos que ultrapassem a ideia de conservação do meio ambiente, evidenciando a importância de uma contribuição reflexiva para que haja uma profunda mudança de valores, conceitos e percepções acerca da relação do ser humano com o meio ambiente. Para Carvalho (2006), a EA deve ser tratada, além de um processo de conteúdo e aprendizagem, enquanto motivo e motivação, auxiliando no desenvolvimento de uma percepção crítica acerca das relações

estabelecidas com o meio ambiente. Para o autor, a EA vai além dos conteúdos pedagógicos, ela possui uma interação singular com o ser humano que pode ser percebida enquanto uma retroalimentação positiva para ambos (MOROZESK; COELHO, 2016).

Diante desta preocupação com o meio ambiente, alguns professores e entusiastas já estão propondo novas abordagens em relação ao lixo eletrônico (e-lixo) gerado pela população. Com o aumento na produção de lixo eletrônico, aumenta-se também a quantidade de substâncias químicas que podem ser tóxicas e prejudicar o meio ambiente e à saúde. A preocupação com essa produção já vem a alguns anos evidenciando um problema que não se relaciona apenas com o alto volume de equipamentos que são descartados todos os dias, mas com o nível de componentes tóxicos que são liberados no meio ambiente, como, por exemplo, chumbo, mercúrio, cádmio, arsênico, cobalto (MATTOS; MATTOS; PERALES, 2008).

Alguns trabalhos, como Morozesk e Coelho (2016) e Fraguas, Gonzales e Martins (2019) realizaram estudos sobre o lixo eletrônico no ensino médio e/ou fundamental. Em Morozesk e Coelho (2016), por exemplo, é apresentada uma análise inicial sobre as concepções dos estudantes sobre o lixo eletrônico, indicando que estes sabem pouco sobre a relação entre o lixo eletrônico e suas implicações ambientais, ou seja, grande parte não sabe que estes aparelhos produzem lixo eletrônico e que esse é prejudicial à saúde e ao meio ambiente.

De acordo com o estudo *Global E-Waste Monitor*, em 2019, o mundo gerou 53,6 milhões de toneladas, e apenas 17,4% disso foi documentado oficialmente como devidamente coletado e reciclado. Desde 2014, houve um crescimento de 1,8 milhões de toneladas na reciclagem, mas a geração total de lixo eletrônico aumentou em 9,2 milhões de toneladas. Isso indica que as atividades de reciclagem não estão acompanhando o crescimento global do lixo eletrônico. O Brasil, segundo o mesmo estudo, em 2019, gerou 2,143 milhões de toneladas, tendo uma estimativa de produção anual de lixo eletrônico por habitante de, aproximadamente, 10,20 kg (FORTI *et al.*, 2020). O *site* Portal Correio (2020) aponta o Brasil como o 7º maior produtor de lixo eletrônico do mundo, ficando atrás de China, Estados Unidos, Japão, Índia, Alemanha e Reino Unido, respectivamente.

Com toda essa disponibilidade de materiais e recursos, algumas iniciativas, para a reutilização desse lixo eletrônico, podem ser tomadas em benefício para a sociedade,

como projetos de ensino de robótica, ou eletrônica, para crianças, unindo dessa forma uma conscientização ambiental, tecnológica e educativa para o ensino em escolas.

Em uma abordagem, que foi de encontro com o ensino de robótica, Fosnot, afirma que:

... a tecnologia é mais poderosa quando utilizada com abordagens construtivas de ensino que enfatizam mais a solução de problemas, o desenvolvimento de conceitos e o raciocínio crítico do que a simples aquisição do conhecimento factual. Neste contexto, a aprendizagem é vista como algo que o aprendiz faz, não algo que é feito para um aprendiz (FOSNOT apud SANDHOLTZ; RINGSTAFF; DWYER, 1997, p. 166).

Desenvolver a robótica, segundo Zilli (2004), é substancial pela "proximidade na vida cotidiana, a robótica pode ser uma forte aliada no processo de aquisição do conhecimento, pois possibilita uma aprendizagem ativa, dialogal e participativa, onde o aluno é o sujeito do seu processo de construção do conhecimento", sendo assim, utilizar de ferramentas de ensino que possuem caráter multidisciplinar e possibilitam o desenvolvimento de uma gama de projetos muito grande pode ser a solução necessária para o melhor desenvolvimento da habilidade de aprender (MARTINS *et al.*, 2009). Além disso, a robótica está muito mais próxima da vida das pessoas do que é possível imaginar. Cada eletrodoméstico, cada aparelho eletrônico tem o seu lado robô. Uma máquina de lavar, tão comum nos lares, é um robô que executa uma tarefa doméstica que costuma ser árdua para a maioria das pessoas – lavar roupas. As máquinas, cada vez mais automatizadas, facilitam o trabalho do homem. Nas indústrias, cada vez é mais comum a presença de robôs. Como exemplo, pode-se citar as montadoras de automóveis, que nas suas linhas de montagem usam a robótica para realizar serviços.

Ao utilizar a proposta de ensino de robótica, busca-se uma forma de se compreender as inter-relações entre ciência, tecnologia e a sociedade (SANTOS; SCHNETZLER, 2003), levando em consideração o ambiente em que vivemos, com o objetivo de preparar cidadãos capazes de utilizar os conhecimentos científicos para argumentarem de maneira crítica sobre as limitações e implicações do desenvolvimento científico e tecnológico na organização social e no ambiente em que estão inseridos, para julgar e avaliar as possibilidades (FIRME; AMARAL, 2011).

Assim, os *kits* de robótica educacional se tornam uma poderosa ferramenta por permitir com apenas uma linguagem de programação, a atuação em uma gama de problemas atuais vasta, que possibilitam não apenas atuação direta em problemas, mas ainda dão autonomia para eles na escolha do problema a ser trabalhado, o que segundo Zilli (2004), possui um engajamento maior dos participantes.

Diante da proposta de ensinar robótica utilizando-se como matéria prima o lixo eletrônico, um grupo de alunos de graduação, através de um projeto social de extensão executado na Universidade Federal Itajubá, UNIFEI, propuseram trabalhar com alunos da rede pública de Itajubá.

O projeto teve como objetivo proporcionar um ensino na área de exatas (lógica, matemática, eletrônica e robótica) alternativo e a inclusão de alunos com problemas neurológicos na educação básica de escolas públicas na cidade de Itajubá, reaproveitando o lixo eletrônico gerado pela própria população da cidade com a criação de materiais e *kits* educativos didáticos buscando maior interatividade dos alunos e uma consciência ecológica em relação à geração, coleta, descarte e reutilização do lixo eletrônico. Além disso, a fabricação de lixeiras ecológicas para o descarte correto desses materiais, e, a criação de uma campanha de conscientização do lixo eletrônico nas escolas seriam objetivos secundários a serem desenvolvidos pelo projeto em prol da melhoria da qualidade de vida da população.

Para descrever a execução dos objetivos propostos, os próximos itens apresentam a equipe e como surgiu a ideia de se trabalhar com o lixo eletrônico; a metodologia utilizada; as atividades realizadas e os resultados obtidos; e, as conclusões.

DESCRIÇÃO DO PROJETO DE EXTENSÃO

A Fundação Asimo (UNIFEI, 2019), é um projeto social voluntário registrado na Pró-Reitoria de Extensão (PROEX) da Universidade Federal de Itajubá, que desde 2017, oferece aulas de robótica em escolas da rede pública de Itajubá, além de organizar eventos relacionados à ciência e tecnologia na cidade. No ano de 2019, o projeto participou do programa Bota Pra Fazer (FOWLER *et al.*, 2018), cujo objetivo é empreender por meio de alguma ação social. Com base nos *kits* de robótica convencionais disponíveis no mercado nacional, surgiu a ideia de realizar uma campanha de coleta de lixo eletrônico

em alguns pontos da cidade cujo objetivo foi reutilizar os materiais coletados para a confecção de novos robôs de baixo custo. A campanha conseguiu arrecadar, aproximadamente, 80kg de lixo eletrônico em apenas 5 dias, sendo que parte desses materiais coletados atualmente estão sendo utilizados para a montagem de equipamentos didáticos e o restante dos materiais não reaproveitados pela fundação já tiveram seu destino de descarte correto através de parcerias com empresas especializadas na cidade. Com esse projeto social de extensão espera-se afetar três esferas diferentes:

a) para a universidade, o projeto pode tornar a Fundação Asimo e a comunidade acadêmica como vitrine para a criação de projetos reutilizando o lixo eletrônico para aplicações didáticas e socioambientais, já que este foi um projeto pioneiro;

b) para a comunidade, o projeto auxiliará na conscientização do descarte correto e no surgimento de possibilidades de aplicações utilizando o lixo eletrônico descartado pela própria população, podendo tornar a cidade mais ecologicamente correta e aumentar a qualidade do ensino para alunos de diferentes escolas públicas da região.

c) para os participantes, o projeto proporcionou novos conhecimentos em relação a diferentes áreas da engenharia e nas áreas de gestão e ambiental, oferecendo aos alunos das escolas públicas uma educação diferente da tradicional, propondo melhorias na inclusão de alunos especiais em atividades que envolvem conceitos matemáticos, físicos e lógicos e trazendo uma nova visão sobre o lixo eletrônico gerado em suas casas.

METODOLOGIA

Observando a demanda da população pelo descarte do lixo eletrônico e uma maior motivação por parte dos alunos com o ensino de robótica nas escolas (principalmente na prática com crianças e adolescentes com problemas como autismo, hiperatividade e outros problemas neurológicos), o projeto procurou estruturar uma campanha nas escolas públicas da cidade para mostrar a importância do descarte correto do lixo eletrônico pela população, utilizando parte dos materiais arrecadados para montar um novo modelo de ensino utilizado pela Fundação Asimo e diminuir o custo na confecção de *kits* de robótica, reutilizando o que viraria descarte. Em um primeiro momento, a Fundação Asimo disponibilizou lixeiras específicas para o descarte de lixo eletrônico e realizou a divulgação da campanha para motivar a coleta. Assim, a fundação realizou a fabricação

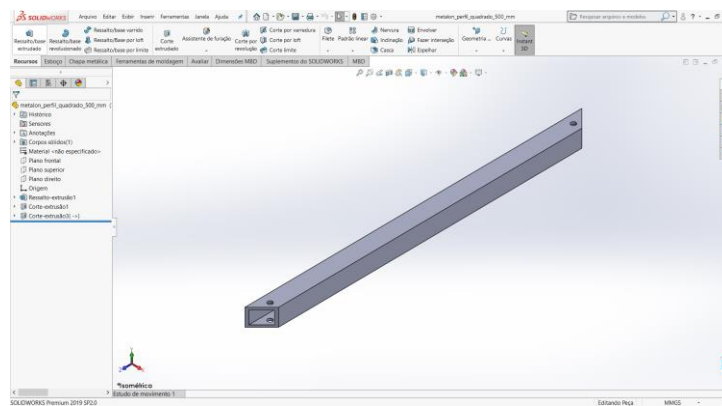
de lixeiras ecológicas para o descarte desses materiais, sendo estas colocadas em escolas na cidade de Itajubá. Após essa primeira etapa, uma campanha para a divulgação do projeto e conscientização da coleta foi construída com exemplos de boas práticas e aplicações relacionadas com a reutilização do lixo eletrônico desenvolvidas pela equipe de projetos da fundação. Por fim, o conhecimento adquirido foi empregado no desenvolvimento de um projeto de eletrônica utilizando lixo eletrônico.

ATIVIDADES REALIZADAS

PROJETO DAS LIXEIRAS

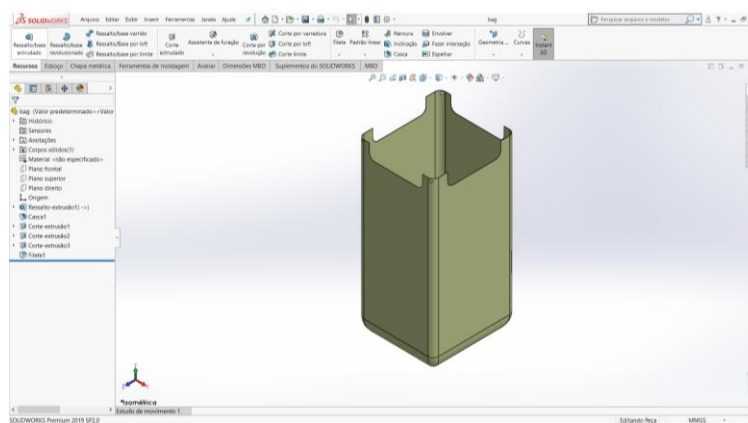
A elaboração do projeto da lixeira foi desenvolvida, conforme as imagens apresentadas nas Figuras de 1 a 3:

Figura 1 – Material de metalon para a estrutura da lixeira

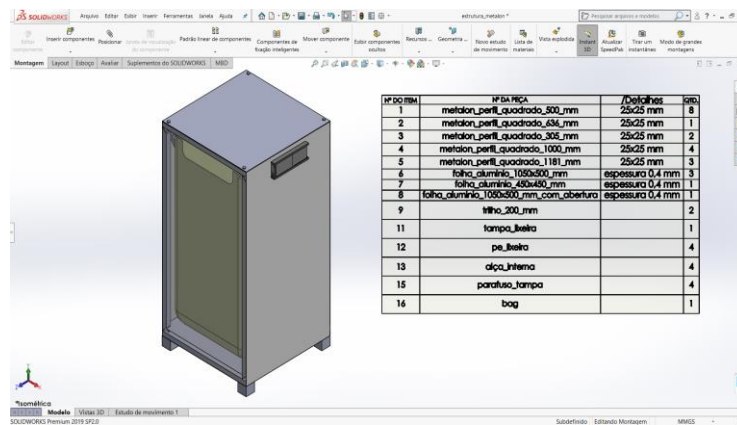


Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 2 – Bag para armazenamento de resíduo eletrônico



Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 3 – Projeto da lixeira

Fonte: Autoria própria (2020).

O projeto foi baseado em estruturas de metalon, que possui resistência mecânica para conseguir armazenar em torno de 20 kg de lixo eletrônico. Além disso, a escolha desse material foi feita devido ao baixo custo e, também, pela fácil manipulação, possibilitando a usinagem e soldagem da estrutura na própria oficina mecânica da universidade. Com esse projeto em mãos, a Fundação Asimo possui o modelo da lixeira que será fabricada para a coleta dos resíduos eletrônicos.

ELABORAÇÃO DE MATERIAL SOBRE LIXO ELETRÔNICO

Inicialmente, pretendia-se organizar uma campanha sobre o reuso do lixo eletrônico que seria realizada nas escolas, porém, com o problema da pandemia, a campanha presencial foi substituída por uma campanha virtual. Houve a montagem de apresentações e o desenvolvimento de materiais para a apresentação em futuras palestras presenciais e, também, na divulgação de informações sobre o lixo eletrônico pelas redes sociais. A Figura 4 apresenta algumas imagens da apresentação. Essa apresentação foi elaborada no *site* Canvas e está disponível através do *link* https://www.canva.com/design/DADs4DRbSuI/gChdOEABDPC_tZGf1SCBWA/edit.

Foram realizadas apresentações em uma escola na zona rural do município de Delfim Moreira, estado de Minas Gerais e outra em uma escola estadual do município de Itajubá. A apresentação mostrou as etapas envolvidas no processo de reciclagem do lixo eletrônico, a forma correta de se fazer o descarte, pois atualmente, existem leis para garantir que o descarte seja feito de maneira correta, além de apresentar números

referentes ao lixo eletrônico, como quantidade produzida, e reutilizada, estimativa de produção no futuro, etc.

Figura 4 – Parte do material elaborado sobre a apresentação do lixo eletrônico



Fonte: Autoria própria (2020).

Com as apresentações, pôde-se notar que os alunos que assistiram as palestras, principalmente os que frequentavam a escola na zona rural, acharam bastante interessante as apresentações, principalmente quando o assunto envolvia o descarte correto e como o lixo eletrônico é tratado após o descarte. Outro ponto positivo das apresentações foi a posterior aplicação dos conhecimentos passados e a apresentação de um projeto, que é descrito no próximo subitem.

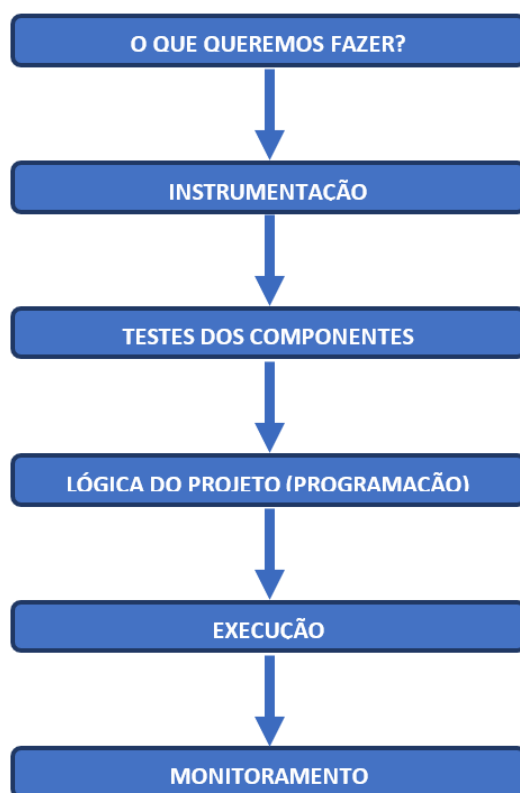
Atualmente, essa apresentação é tomada como base para a realização de apresentações cujo tema é a importância da reciclagem do lixo eletrônico.

APLICAÇÃO DO LIXO ELETRÔNICO NA AUTOMATIZAÇÃO DE UMA HORTA

No final do ano de 2019 a Fundação Asimo fechou parceria com o projeto i9ação STEAM realizado em contraturno na EE Coronel Carneiro Júnior que tem como objetivo aproximar os alunos da área das exatas e estreitar os laços com a UNIFEI. Na referida escola havia uma equipe que já trabalhava com Arduino (MCROBERTS, 2015). A união do projeto em andamento pela Fundação Asimo e a vontade de aprender das alunas resultou em um protótipo de horta automatizada utilizando lixo eletrônico.

Na automatização, foi utilizado um Arduino que é uma plataforma de prototipagem eletrônica de *hardware* livre e de placa única projetada com um microcontrolador Atmel AVR com suporte de entrada/saída embutido, uma linguagem de programação padrão, a qual tem origem em *Wiring*, e é essencialmente C/C++ (MCROBERTS, 2015). Para que os alunos pudessem entender e executar o projeto, ele foi dividido em etapas. A figura 5 apresenta um fluxograma com as etapas do projeto. Cada etapa foi supervisionada por um membro da equipe que auxiliava os alunos na execução das tarefas.

Figura 5 – Etapas do projeto de automatização de uma horta



Fonte: Autoria própria (2020).

Na etapa “O QUE QUEREMOS FAZER” definiu-se o objetivo do projeto que foi automatizar uma horta caseira com alguns materiais provenientes de lixo eletrônico. O sistema deveria funcionar de acordo com a umidade do solo, isto é, quando a umidade do solo ultrapassar um determinado valor, o sistema de irrigação é acionado de forma automática. Para isso o Arduino irá trabalhar como uma ‘central inteligente’ que monitorará a umidade do solo a partir de um sensor. Ao ler os sinais provenientes do sensor, uma válvula solenóide será acionada ou desacionada. A função desta válvula solenóide é permitir a passagem de água para a irrigação.

Na etapa “INSTRUMENTAÇÃO” foram definidos os componentes utilizados para fazer o monitoramento. Foram utilizados como componentes elétricos/eletrônicos: o Arduino, uma válvula solenóide, um relé, um sensor de umidade e um *display* LCD (tela de cristal líquido) (BOYLESTAD, 2012; BOYLESTAD; NASHELSKY, 2013). Todo o monitoramento será apresentado em um *display* LCD. Dentre os equipamentos apresentados, apenas o Arduino e o sensor de umidade não são provenientes de lixo eletrônico. Ainda nesta etapa, foi preciso estudar como os componentes funcionam, isto é, qual a função de cada pino de cada componente, qual o tipo de sinal que cada um trabalha (lê e fornece), como deve-se programar os componentes para que funcionem corretamente, e, principalmente, como integrar os componentes para que eles funcionem em conjunto.

Na etapa “TESTES DOS COMPONENTES”, após o entendimento de cada componente do projeto de forma separada, deve-se interligá-los para iniciar o pensamento lógico do problema a ser solucionado. Para esta etapa, pode-se realizar algumas atividades práticas:

a) instalação de um sensor de umidade do solo para ser utilizado em dois vasos com terra, sendo um deles com terra úmida e outro com terra seca. Com isso, pode-se coletar a informação da umidade medida (que é verificada pelo leitor serial do Arduino) e após isso, o valor mensurado, é apresentado no *display* LCD;

b) caso o valor da umidade do solo seja maior que um dado valor (pode-se colocar de leitura analógica um valor acima de 800, por exemplo), deve-se acender um led (diodo emissor de luz) e gerar uma informação no *display* “solo seco” durante 5 segundos;

c) caso o valor da umidade do solo seja menor que um dado valor (pode-se colocar de leitura analógica um valor abaixo de 400, por exemplo), deve-se apagar um led e gerar uma informação no *display* “solo úmido” durante 5 segundos.

A etapa “LÓGICA DO PROJETO” envolve a parte de programação do Arduino, isto é, dizer como o Arduino deverá se comportar. Com alguns testes realizados, é necessário criar uma lógica para o programa a ser executado. Uma técnica bastante usual se chama ‘diagrama de blocos’ (similar a um fluxograma). Esse diagrama mostra de uma maneira bem simples como cada ‘estado’ do programa funciona (ou seja, entender o estado de cada sensor e atuador ao longo do *looping* do programa).

A etapa de “EXECUÇÃO” consiste em fazer a montagem de todo o sistema, realizando-se todas as conexões necessárias para que o todo o projeto funcione.

Por fim, a etapa de “MONITORAMENTO” consiste em colocar o projeto em funcionamento e observar se ele está respondendo conforme o esperado ou se precisa de ajustes para funcionar corretamente. A figura 6 ilustra o projeto finalizado e fazendo o monitoramento da umidade em um vaso.

Figura 6 – Projeto de automatização de irrigação em execução



Fonte: Autoria própria (2020).

Este projeto de automatização de uma horta foi apresentado na 4ª. FEMIC (Feira Mineira de Iniciação Científica) ocorrida em 2020 onde a aluna que executou o projeto, Ana Cristina Batista dos Santos, conquistou o prêmio bolsista CNPQ – BIC Júnior – Minas Gerais (FEMIC, 2020).

CONCLUSÕES

Com problemas encontrados na educação, novas formas de ensino se fazem necessárias. O lixo eletrônico, por exemplo, pode ser utilizado de formas diferentes na educação, seja através de atividades apresentando os problemas que ele pode causar ao meio ambiente, mostrando, assim, a importância de se fazer o seu descarte correto, para que o meio ambiente não seja contaminado, ou, através da sua reutilização em disciplinas escolares ou projetos. No caso deste trabalho, foram abordadas a importância do descarte correto do lixo eletrônico e sua reutilização e aplicação no ensino. Um projeto social de extensão registrado na Universidade Federal de Itajubá, composto por alunos de graduação de vários cursos, projetou lixeiras, fez apresentações e divulgações sobre o lixo eletrônico mostrando os problemas que este causa ao meio ambiente e a forma correta de se fazer o seu descarte. Para a reutilização do lixo eletrônico, o projeto de extensão propôs o ensino de robótica para os alunos do ensino médio. Os conhecimentos adquiridos foram aplicados na automatização de um sistema de irrigação. A realização deste trabalho pôde servir de incentivo para futuros projetos reutilizando o lixo eletrônico para aplicações didáticas e socioambientais. Através das apresentações e dos materiais produzidos o projeto serviu na conscientização do descarte correto e no surgimento de possibilidades de aplicações utilizando o lixo eletrônico descartado pela própria população, podendo tornar a cidade mais ecologicamente correta e aumentar a qualidade do ensino para alunos de diferentes escolas públicas da região. Por fim, para os alunos que participaram do projeto, foi proporcionado novos conhecimentos em relação a diferentes áreas da engenharia e nas áreas de gestão e ambiental, oferecendo aos alunos das escolas públicas uma educação diferente da tradicional, propondo melhorias na inclusão de alunos especiais em atividades que envolvem conceitos matemáticos, físicos e lógicos e trazendo uma nova visão sobre o lixo eletrônico gerado em suas casas.

REFERÊNCIAS

AFFONSO, G. *et al.* ROBÓTICA APLICADA COMO FERRAMENTA DE APRENDIZADO. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 7, n. 3, 14 fev. 2020. Disponível em:

<https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/81383>. Acesso em: 05 abr. 2021.

BOYLESTAD, R. L. **Introdução à Análise De Circuitos**. 12. ed. [S.L.]: Pearson, 2012. 976 p.

BOYLESTAD, R. L.; NASHELSKY, L. **Dispositivos Eletrônicos e Teoria dos Circuitos**. 11. ed. [S.L.]: Pearson, 2013. 784 p.

CAMPOS, L. M. L.; BORTOLOTO, T. M.; FELICIO, A. K. C. A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. **Cadernos dos Núcleos de Ensino**. São Paulo, p 35-48. 2003. Disponível em: <http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2002/aproducaodejogos.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2021.

CARVALHO, I. C. D. M. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

DIAS, G. F. **Educação ambiental: princípios e práticas**. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2010. 552 p.

FEMIC (Minas Gerais). **255- 2020 HORTA AUTOMATIZADA: TECNOLOGIA E AGRICULTURA FAMILIAR**. 2020. FEMIC Jovem 2020, p. 5. Disponível em: https://femic.com.br/femic_2020/wp-content/uploads/2020/12/Resultado-Oficial-Projeto-finalistas-FEMIC-Jovem-2020.pdf. Acesso em: 31 mar. 2021.

FIRME, R. N.; AMARAL, E. M. R. Analisando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de química. **Ciência & Educação (Bauru)**, [S.L.], v. 17, n. 2, p. 383-399, 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-73132011000200009>.

FORTI, V. *et al.* **The Global E-waste Monitor 2020: quantities, flows, and the circular economy potential**. 2020. Disponível em: http://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/07/GEM_2020_def_july1_low.pdf. Acesso em: 30 mar. 2021.

FOWLER, F. R. *et al.* BOTA PRA FAZER UNIFEI: como a aprendizagem baseada em problemas funciona. **Egepe**, Campinas, 7 jul. 2018. Galoá. <http://dx.doi.org/10.17648/egepe-2018-84234>. Disponível em:

<https://proceedings.science/egepe/papers/bota-para-fazer-unifei%3A-como-a-aprendizagem-baseada-em-problemas-funciona>. Acesso em: 30 mar. 2021.

FRAGUAS, T.; GONZALEZ, C. E. F.; MARTINS, A. A. ESTUDO DE CASO SOBRE O LIXO ELETRÔNICO COM PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO. **Educação Ambiental em Ação**, [S.L.], n. 68, 11 jun. 2019. Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3699>. Acesso em: 30 mar. 2021.

IBGE (Brasil). **PNAD contínua**: educação: 2019. Educação 2019. 2020. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101736_informativo.pdf. Acesso em: 30 mar. 2021.

MARTINS, A. C. G. *et al.* ROBÓTICA COMO FERRAMENTA DE INCLUSÃO TECNOLÓGICA. **Extensão em Foco**, [S.L.], n. 4, p. 211-218, 31 dez. 2009. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/ef.v0i4.24909>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/extensao/article/view/24909/16703>. Acesso em: 30 mar. 2021.

MATTOS, K. M. D. C.; MATTOS, K. M. D. C.; PERALES, W. J. S. OS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO LIXO ELETRÔNICO E O USO DA LOGÍSTICA REVERSA PARA MINIMIZAR OS EFEITOS CAUSADOS AO MEIO AMBIENTE. **XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro, out. 2008. ABEPRO. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STP_077_543_11709.pdf. Acesso em: 30 mar. 2021.

MCROBERTS, M. **Arduino Básico**. 2. ed. [S.L.]: Novatec, 2015. 512 p.

MOROZESK, M.; COELHO, G. R. Lixo Eletrônico “Uso e Descarte”: uma proposta de intervenção em uma Escola Pública de Vitória-ES. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. L.], v. 16, n. 2, p. 317-388, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4377>. Acesso em: 30 mar. 2021.

PAPERT, S. **A Máquina das Crianças**: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994. 210 p.

PEREIRA, A. M. B.; BASTOS, T. J. M. **Concepção e implementação da robótica educacional utilizando arduino e linguagem de programação introdutória scratch**

como ferramentas didáticas. 2019. 64 f. TCC (Graduação) – Curso de Licenciatura em Computação, Universidade Federal Rural da Amazônia. Capitão Poço. 2019. Disponível em: bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1290. Acesso em: 30 mar. 2021.

PORTAL CORREIO (Brasil). **O que é e-lixo e quanto produzimos de resíduos?** 2020. Disponível em: <https://portalcorreio.com.br/e-e-lixo-e-quanto-produzimos-de-residuos/>. Acesso em: 30 mar. 2021.

SANDHOLTZ, J. H.; RINGSTAFF, C.; DWYER, D. **Ensinando com Tecnologia:** criando salas de aula centradas nos alunos. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. 196 p.

SANTOS, W. L. P. D.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química:** compromisso com a cidadania. 3. ed. Porto Alegre: Unijui, 2003. 144 p.

SILVA, A. H. A. *et al.* Usando a robótica educacional com Scratch e Arduino para melhor compreensão de Ciências Exatas. **Scientia Prima**, v. 6, n. 1, p. 147-159, 27 maio 2020. Disponível em: <https://abric.org.br/ojs/index.php/scientiaprima/article/view/22>. Acesso em: 30 mar. 2021.

TENENTE, L. **Número de alunos com autismo em escolas comuns cresce 37% em um ano; aprendizagem ainda é desafio.** 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2019/04/02/numero-de-alunos-com-autismo-em-escolas-comuns-cresce-37percent-em-um-ano-aprendizagem-ainda-e-desafio.ghtml>. Acesso em: 30 mar. 2021.

UNIFEI (Brasil) (ed.). **Projetos financiados em 2019.** 2019. Disponível em: <https://unifei.edu.br/extensao/cultura-e-extensao-social/projetos-culturais-e-sociais/projetos-contemplados-pelo-recurso-da-proex-em-2019/>. Acesso em: 31 mar. 2021.

ZILLI, S. D. R. **A robótica educacional no ensino fundamental:** perspectivas e prática. 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/86930>. Acesso em: 31 mar. 2021.

Recebido em: 09 de junho de 2021.

Aceito em: 19 de outubro de 2021.