



PENSE FORA DO LIXO – Um projeto de Robótica Educacional com Lixo Eletrônico

Railane Costa Santos

profrailane@gmail.com

Mestre em Ensino – Universidade Estadual do Sudoeste de Bahia - UESB

<http://lattes.cnpq.br/1584330677761206>

Resumo:

Esse texto trata-se de um relato de experiência que objetivou descrever e analisar o projeto *Pense Fora do Lixo* como uma proposta para desenvolver Robótica Educacional, utilizando materiais não estruturados e lixo eletrônico (e-lixo), com estudantes do Ensino Fundamental 2, sexto e sétimo anos. O objetivo do projeto foi desenvolver habilidades e competências relacionadas aos três pilares da robótica, computação, elétrica/eletrônica e mecânica, bem como conhecimentos acerca dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), com ênfase nos ODS 11 e 12, respectivamente, Cidades e Comunidades Sustentáveis e Consumo e Produção Conscientes. A metodologia aplicada envolveu etapas de coleta de e-lixo, desmontagem, reconhecimento de componentes e construção de protótipos, empregando uma abordagem de Aprendizado Baseada em Projetos. Os resultados demonstraram um aumento na consciência ecológica dos estudantes, melhorias significativas em habilidades de engenharia e colaboração, além de uma maior integração da comunidade escolar nas práticas de reciclagem. Nesse sentido, consideramos o projeto com potencial para promover a inclusão e a integração da Robótica Educacional de Baixo Custo nas escolas.

Palavras-Chaves: Baixo custo. Ensino Fundamental. Lixo Eletrônico. Robótica Educacional.

THINK OUTSIDE GARBAGE – An Educational Robotics project with Scrap

Abstract: This text is an experience report that aimed to describe and analyze the Think Out of Trash Project as a proposal to develop Educational Robotics, with unstructured materials and electronic waste (e-waste), with students from Elementary School 2, sixth and seventh years. The objective of the project was to develop skills and competencies related to the three pillars of robotics: computing, electrical/electronic and mechanical, as well as knowledge about the Sustainable Development Goals (SDGs), with an emphasis on SDGs 11 and 12, respectively, Cities and Communities Sustainable and Conscious Consumption and Production. The methodology applied involved steps of e-waste collection, disassembly, component recognition and construction of prototypes, employing a Project-Based Learning approach. The results demonstrated an increase in students' ecological awareness, significant improvements in engineering and collaboration skills, as well as greater integration of the school community in recycling practices. In this sense, we consider the project to have the potential to promote the inclusion and integration of Low-Cost Educational Robotics in schools.

Keywords: Educational Robotics. Electronic waste. Elementary School. Low cost.

PENSAR FUERA DE LA BASURA – Un proyecto de Robótica Educativa con Residuos Electrónicos

Resumen: Este texto es un relato de experiencia que tuvo como objetivo describir y analizar el “Proyecto Pensar fuera de la Basura” como propuesta para desarrollar la Robótica Educativa, con materiales no estructurados y residuos electrónicos, con estudiantes sexto y séptimo año de Educación Primaria. El objetivo del proyecto fue desarrollar habilidades y competencias relacionadas con los tres pilares de la robótica: informática, eléctrica/electrónica y mecánica, así como conocimientos sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), con énfasis en los ODS 11 y 12, respectivamente, Ciudades y Comunidades Consumo y Producción Sostenible y Consciente. La metodología aplicada involucró pasos de recolección, desmontaje, reconocimiento de componentes y construcción de prototipos de residuos electrónicos, empleando un enfoque de Aprendizaje Basado en Proyectos. Los resultados demostraron un aumento en la conciencia ecológica de los estudiantes, mejoras significativas en las habilidades de ingeniería y colaboración, así como una mayor integración de la comunidad escolar en las prácticas de reciclaje. En este sentido, consideramos que el proyecto tiene potencial para promover la inclusión e integración de la Robótica Educativa de Bajo Costo en las escuelas.

Palabras clave: Bajo costo. Basura electronica. Enseñanza fundamental. Robótica Educativa.

INTRODUÇÃO

A Robótica Educacional (RE) é um recurso de ensino e aprendizagem que tem estado cada vez mais presente nas escolas brasileiras com dois objetivos principais: o desenvolvimento de competências e habilidades relacionadas à cultura digital, computação e tecnologia e/ou o ensino de objetos do conhecimento, competências e habilidades relacionadas a outras áreas por meio de experiências práticas com a robótica. Atualmente, considera-se que a RE seja estruturada em três pilares – computação, elétrica/eletrônica e mecânica, que servem como base para o planejamento e desenvolvimento de aulas com esse recurso. Para tanto, utilizam-se dos mais variados materiais, como plataformas digitais, materiais desplugados ou kits.

As atualizações dos documentos normatizadores da educação brasileira, desde 2018, com a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2018) e o seu Complemento de Computação (Brasil, 2022), também apresentam a robótica como um recurso de ensino e aprendizagem tanto para a Cultura Digital, como aponta a quinta competência geral da BNCC e a BNCC Computação, quanto para o desenvolvimento de outros objetos do conhecimento. Além disso, mais recentemente, no mês de dezembro de 2023, a Lei de Diretrizes e Bases (Brasil, 1996) também recebeu uma atualização e passou a considerar que “a educação digital,

com foco no letramento digital e no ensino de computação, programação, robótica e outras competências digitais, será componente curricular do ensino fundamental e do ensino médio” (Brasil, 2023). Diante desse cenário e do crescimento da RE no Brasil, é necessário também ressaltar as diversas formas encontradas para incluí-la nas escolas com recursos possíveis e viáveis.

Com origem no Ambiente Logo (Papert, 1985), segundo Santos (2020), a RE teve seu advento com os conhecidos kits da Lego, que, ao longo do tempo, serviu de inspiração para a criação de outros kits dos mais variados tipos e materiais, são os chamados materiais estruturados ou kits pré-fabricados. No entanto, o alto custo de implementação da RE com tais kits tem se apresentado como uma barreira para muitas escolas, o que originou a procura e a criação de soluções com materiais alternativos e não estruturados, trata-se da chamada Robótica de Baixo Custo. Dentre os materiais não estruturados, encontram-se os kits de eletrônica e microprocessadores, como a plataforma Arduino e seus derivados. Além disso, uma alternativa que tem ganhado destaque é o reaproveitamento de estruturas e componentes eletrônicos, que são retirados de aparelhos eletrônicos obsoletos, quebrados ou sem uso, mais conhecidos como lixo eletrônico ou e-lixo. Esta última alternativa dá origem ao que chamamos de Robótica com Sucata.

Como mencionado, a Robótica com Sucata, a princípio, surge como uma alternativa ao alto custo de implementação dos projetos com kits estruturados, mas, diante da necessidade do desenvolvimento dos projetos escolares voltados para a Educação Ambiental e o Desenvolvimento Sustentável, ela também tem se apresentado como um excelente recurso, não apenas de prática, como de conscientização e aprendizagem.

Diante desse cenário, foi planejado e desenvolvido o projeto *Pense Fora do Lixo*, que utiliza a Robótica com Sucata para trabalhar os conceitos e as práticas relacionadas aos pilares da robótica bem como os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), com foco nos ODS 11 e 12, respectivamente Cidades e Comunidades Sustentáveis e Consumo e Produção Conscientes. O projeto aconteceu nos anos de 2022 e 2023, em uma escola particular de ensino de Vitória da Conquista no interior da Bahia.

Este texto trata-se de um relato de experiência, que objetiva descrever e analisar o projeto *Pense Fora do Lixo* como uma proposta para desenvolver robótica na escola com materiais não estruturados e lixo eletrônico.

ROBÓTICA EDUCACIONAL E CONCEITOS RELACIONADOS

Voltada, principalmente, para o contexto da Educação Básica, no Brasil, a Robótica Educacional pode ser considerada como um recurso de ensino e aprendizagem que faz uso de aparatos físicos e/ou digitais para a construção de experiências que envolvem conceitos relacionados aos seus pilares: computação, elétrica e mecânica. Nesse sentido, é possível desenvolver e utilizar essas experiências com dois principais propósitos: o primeiro, considerado como abordagem “meio”, trata-se de uma forma de ensinar e desenvolver objetos do conhecimento de outras disciplinas por meio de experiências práticas com a Robótica Educacional; o segundo, uma abordagem “fim”, busca ensinar e desenvolver os conceitos da robótica e seus pilares. Dessa forma, o aprendizado com e para a Robótica Educacional se faz presente nas escolas por meio dos mais variados instrumentos.

Diante disso, a Robótica Educacional vem sendo desenvolvida nas escolas com diversos artefatos, como os materiais estruturados, a exemplo dos conhecidos kits de robótica, como os kits da Lego, que contam com estruturas prontas para serem unidas e montadas para formar mecanismos. E, além do uso desse tipo de material, muitas instituições também fazem o uso da Robótica Livre, que é desenvolvida com materiais não estruturados, aqueles em que os estudantes precisam criar suas próprias peças e mecanismos, como a robótica com sucata e kits de eletrônicos, como o Arduino. Para Schuhmacher *et al* (2028), a Robótica Educacional Livre propõe o uso de softwares livres, quaisquer que sejam suas plataformas, como base para a programação, e utiliza-se da sucata de equipamentos eletroeletrônicos e outros tipos de sucatas para a construção de kits alternativos de robótica educativa (kits construídos de acordo com a realidade social de cada ambiente escolar) e protótipos de artefatos cognitivos (robôs, braços mecânicos, elevadores) como uma forma de tornar o aprendizado mais dinâmico a partir do reuso de sucatas tecnológicas.

Nesse contexto, a Robótica Educacional Livre, por meio dos materiais acessíveis e sustentáveis, pode ser um fator de inclusão para muitas escolas, professores e estudantes, já que são materiais com custo quase zero, quando se trata da robótica com sucata, e outros com custo baixo quando comparados aos materiais estruturados. Por outro lado, esse recurso também pode ser um meio de diversificação do planejamento e da execução dos projetos quando mesclado com outros materiais contidos na escola.

Assim sendo, considerando os já mencionados pilares da robótica - computação, elétrica e mecânica -, é possível desenvolver os seus conceitos e sua prática utilizando os aparatos de Robótica Educacional Livre com os chamados kits alternativos. Na perspectiva do planejamento de aulas de robótica, com base nesses três pilares, é possível desenvolvê-los

por partes, trabalhando-os de forma fracionada de modo a fortalecer a aprendizagem por partes e, depois, uni-las em um objetivo comum, usando os dois ou mais pilares.

Além disso, como a robótica é uma área naturalmente multidisciplinar e, por isso, segundo Amorim (2021) “composta de subpartes, como mecânica, eletrônica, computação, matemática e física, essa característica facilita o estabelecimento de vínculos interdisciplinares entre aulas de diferentes professores e entre assuntos de variadas esferas” (Amorim, 2021, p. 31). Além dos objetos de conhecimento trabalhados por meio da prática com a robótica, outras habilidades e objetivos podem ser desenvolvidos, como os objetivos gerais, psicomotores, cognitivos e afetivos, como aponta Godoy *apud* Castro (2008), e como as competências, as habilidades e os benefícios, exemplificadas por Amorim (2021), como de cunho cognitivo, afetivo e social. De forma adaptada, listamos alguns exemplos e definições de habilidades, competências e objetivos a seguir:

- Geral: construir protótipos com peças, componentes e equipamentos diversificados (Castro, 2008);
- Psicomotor: desenvolver a motricidade, as habilidades manuais, a precisão, a concentração e a observação (Castro, 2008);
- Cognitivo: desenvolver raciocínio lógico e pensamento computacional; aplicar teorias a atividades concretas; analisar e entender o funcionamento dos mecanismos, habilidades matemática, física e em outras áreas; exercitar a criatividade, a gestão de tempo e de materiais, o pensamento crítico, os processos criativos, a tomada de decisões, a comunicação e a argumentação, a leitura, a escrita, a memória, a compreensão e a atenção, a percepção espacial, entre outros aspectos (Amorim, 2021; Castro, 2008);
- Afetivo: promover a cooperação e o trabalho em grupo, o crescimento individual, o interesse, a responsabilidade, a curiosidade, a autoconfiança e a autoestima, a resolução de problemas por meio de erros e acertos, o autoconhecimento; reconhecer e controlar emoções próprias e dos outros; estimular a motivação, o desafio, o lúdico (Amorim, 2021);
- Social: promover a cooperação, a humanização/inclusão, o compartilhamento e a cooperação, a responsabilidade, o trabalho em equipe, os debates e as discussões, as correções de erros, a proatividade (Amorim, 2021).

Assim sendo, trabalhar com a robótica pode apresentar benefícios diversos e aprendizagens múltiplas para o estudante e seus pares.

O PROJETO PENSE FORA DO LIXO

O projeto *Pense Fora do Lixo* trata-se de um projeto pedagógico, desenvolvido na disciplina de Robótica Educacional, com as turmas de sexto e sétimo anos do Ensino Fundamental II, de uma escola particular de ensino, no interior da Bahia, durante um trimestre do ano letivo, totalizando cerca de doze aulas. Este projeto já foi realizado por dois anos consecutivos, 2022 e 2023, e, devido aos resultados positivos e às aprendizagens envolvidas, tornou-se uma proposta da ementa da disciplina a ser desenvolvida também nos próximos anos. Na escola, a disciplina tem o objetivo de desenvolver conceitos da robótica e seus pilares, por meio de aulas semanais, teóricas e práticas, e, além disso, trabalhar temas transversais relacionados a outros saberes e objetos do conhecimento de outras disciplinas. Desse modo, a proposta pedagógica da disciplina, na escola em questão, alinha-se com a Robótica Educacional Livre, que se desenvolve por meio de recursos como a plataforma Arduino e componentes eletrônicos diversos. Tais componentes eletrônicos podem ser comprados ou retirados de resíduos eletrônicos como aparelhos antigos e sem uso que costumam ser descartados.

O projeto *Pense Fora do Lixo* recebe esse nome dada a natureza dos recursos para a construção dos protótipos, os quais são retirados, na maioria das vezes, dos resíduos eletrônicos, popularmente chamados de lixo eletrônico ou *e-lixo*. O projeto é estruturado em uma ordem de acontecimentos que vão desde a contextualização da temática até a construção dos protótipos, organizados nas etapas descritas no Quadro 1:

Quadro 1 - Etapas do Projeto Pense Fora do Lixo

Etapa	Nome	Descrição	Quantidade de aulas
1	Contextualização	Apresentação da temática, pesquisas e apresentações.	2
2	Coleta do e-lixo	Coleta do e-lixo pela comunidade escolar e estudantes envolvidos.	Acontece paralelamente às aulas
3	Desmonte	Os estudantes desmontam os equipamentos e retiram alguns componentes eletrônicos.	2-3
4	Reconhecimento	Os estudantes realizam atividades de comparação fotos e pesquisas para identificar os componentes retirados e a natureza destes.	2
5	Montagens	Os estudantes montam protótipos de diversos tipos, utilizando os componentes retirados do e-lixo e outros materiais não estruturados.	5-6
6	Culminância	Os estudantes apresentam os trabalhos na Mostra Científica Anual na escola.	-

Fonte: A autoria Própria (2024)

De modo geral, os estudantes foram organizados em equipes de, no máximo, quatro pessoas. Cada equipe ficou responsável por produzir uma apresentação sobre o tema, coletar o próprio material de desmonte e levar para a escola e, assim, os alunos ficam organizados até a etapa final. Embora a turma seja organizada em equipes distintas, o trabalho colaborativo entre elas também é estimulado, por meio de ações como troca de ideias e experiências, compartilhamento de materiais e ferramentas e colaboração nas produções.

Durante a etapa de contextualização, discute-se a temática dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS (UNICEF, 2024), propostos pela Organização das Nações Unidas - ONU, com ênfase nos ODS 11 e 12, cujos temas são, respectivamente, Cidades e Comunidades Sustentáveis e Consumo e Produção Responsáveis. O objetivo, nessa etapa do projeto, é que os estudantes compreendam: 1) do que se tratam as temáticas; 2) quais ações podem ser tomadas em pequena e grande escala para criar soluções para a problemática; 3) como a robótica livre e sustentável pode contribuir para essas soluções. Desse modo, os estudantes são conduzidos para a pesquisa e investigação e as apresentações e as discussões sobre as temáticas e as pequenas soluções propostas por eles.

Enquanto acontecia a etapa anterior, todos os estudantes já haviam sido conscientizados e informados acerca da busca e da coleta dos resíduos eletrônicos em que toda a comunidade escolar pode contribuir deixando os resíduos selecionados no ponto de coleta da escola (Figura 1).

Figura 1 - Ponto de Coleta do Lixo Eletrônico na Escola



Fonte: Autoria Própria (2024)

Para que a escola se tornasse um ponto de coleta, primeiramente, foi feita uma parceria com uma empresa responsável pela logística reversa do lixo eletrônico, uma vez que nem todo o material é utilizado nas aulas, restando, ainda, muitos resíduos. Além disso, estabeleceu-se uma lista de resíduos que podem ser descartados no ponto, já que apenas eletrônicos de

pequeno e médio porte são utilizados nas aulas, tais como: celulares, computadores, aparelhos de CD/DVD, impressoras, videogames e seus controles, aparelhos de modem de TV/Internet e fontes de computadores. Nos anos de realização do projeto, os próprios alunos envolvidos recolheram em suas casas os materiais utilizados nas aulas.

Na etapa de desmonte, selecionam-se os aparelhos a serem desmontados pelas equipes, geralmente, um ou dois. Para tanto, utilizaram-se algumas ferramentas, como kits de chaves de fenda, alicates, ferro de solda (uso pela professora, com observação dos alunos). Após o processo de desmontagem e retirada dos componentes (o que foi chamado de "garimpo"), estes foram armazenados nas caixas que identificam o material de cada equipe para que, posteriormente, fossem identificados. Nesse caso, para a etapa de identificação, foram utilizados cartões com fotos dos componentes eletrônicos de modo que os estudantes pudessem compará-los e identificá-los. Além disso, os cartões também contêm espaço para que os estudantes pesquisem e anotem a função de cada componente, como demonstrado na Figura 2.

Figura 2 - Cartões de Reconhecimento de Componentes Eletrônicos



Fonte: Autoria própria (2024)

Coletados e reconhecidos os componentes eletrônicos, a etapa seguinte foi de construção de protótipos utilizando esses materiais e outros como papelão, garrafas petes, tampinhas, palitos diversos, canudos, dentre outros materiais. Seguindo a proposta da temática, os estudantes são orientados a construir objetos que remetam a soluções para tornar as cidades mais sustentáveis e inclusivas, resolvendo problemas diversos, como a questão da acessibilidade e de consumo e produção de energia.

Para a construção dos protótipos, os estudantes puderam optar por buscar livremente inspirações na internet, seguir alguns tutoriais disponibilizados pela professora ou inventar a estrutura desejada, desde que, em todos esses casos, o trabalho fosse justificado e intencionalmente alinhado com a temática proposta. Como essa escolha seria livre, as três modalidades foram utilizadas e os resultados foram bem diversificados.

No primeiro ano, os protótipos desenvolvidos foram apresentados apenas internamente, para a turma. Já no segundo ano, a culminância do projeto aconteceu na Mostra Científica da Escola, em que os estudantes puderam apresentar os protótipos à comunidade escolar e aos visitantes externos e explicar o funcionamento destes e sua relação com o ODS Cidades Sustentáveis e Acessibilidade, como mostra a Figura 3 (a, b, c, d).

Figura 3 - Aparatos criados pelos estudantes com materiais não estruturados



(a) Geração de energia limpa



(b) Energia Eólica



(c) Elevador - Acessibilidade



(d) Carros Elétricos

Fonte: Autoria própria (2024)

Os registros dessa experiência com as turmas foram feitos por meio de fotos e observações ao longo do desenvolvimento do trabalho. A avaliação dos estudantes foi feita de forma processual e qualitativa, por meio de rubricas, com base em elementos procedimentais, atitudinais e conceituais, conforme Quadro 2.

Quadro 2 - Avaliação por rubricas

CATEGORIA	CRITÉRIOS/RUBRICAS
Critérios Atitudinais	Participação e engajamento dos alunos nas atividades
	Responsabilidade e comprometimento com os prazos
	Cuidado dos materiais
	Colaboração e trabalho em equipe
Critérios Procedimentais	Habilidades técnicas na desmontagem e montagem dos componentes eletrônicos
	Resolução de problemas e criatividade na busca de soluções para o desenvolvimento de projetos relacionados à tecnologia assistiva
	Organização e planejamento das atividades
Critérios Conceituais	Compreensão dos objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)
	Conhecimento tecnológico dos componentes eletrônicos
	Compreensão do que é a tecnologia assistiva e como está relacionada aos ODS
	Reflexão crítica sobre o projeto e suas aplicações

Fonte: Autoria própria (2024)

Na próxima seção, discutiremos os resultados observados com o projeto *Pense Fora do Lixo* e quais foram os impactos observados após a realização deste.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante e após a realização do projeto na escola, muitos aspectos foram observados, principalmente, levando-se em consideração os mesmos elementos utilizados na avaliação processual dos estudantes: conceitual, procedimental e atitudinal. Portanto, utilizaremos também esses critérios para destacar alguns desses pontos nessa discussão e, além disso, trazer à tona os objetivos, as competências e as habilidades apresentados por Castro (2008) e Amorim (2021).

Com relação a uma perspectiva conceitual, notamos uma evolução significativa no discurso dos alunos acerca da temática. Ao iniciar o projeto, uma das primeiras aulas foi a proposta de uma apresentação das equipes com o tema Cidades Sustentáveis e, em unanimidade, os estudantes apresentaram um conceito superficial, relacionando esse tema apenas com o desmatamento e cuidado com o lixo. Ao aprofundarmos na contextualização do tema, os estudantes puderam desenvolver uma percepção melhor, incluindo em seus discursos assuntos como comunidades inclusivas, qualidade de vida para todos, experiência dos usuários, meios de transporte, dentre outros. Ao final, na apresentação de culminância, além de aspectos técnicos sobre a montagem e a utilização dos protótipos, os estudantes apresentaram maior facilidade e diversificação do conteúdo. Nesse sentido, reforçamos os objetivos relacionados ao nível cognitivo apresentado por Castro (2008) e Amorim (2021).

Na etapa de prática, começando com o desmonte dos equipamentos, notamos um alto nível de empolgação e curiosidade pelos alunos, que demonstraram grande interesse em desmontar e identificar as peças por dentro. Os estudantes demonstraram criatividade ao construir os protótipos com ou sem o uso de tutoriais e apresentaram um avanço significativo com o uso e o cuidado com as ferramentas e a gestão de materiais. Ao início do projeto, era comum o desperdício de materiais e recursos de materiais, enquanto, ao final, apresentavam maior consciência com relação à gestão de recursos e planejamento. Nesse ponto, destacam-se objetivos relacionados aos aspectos geral, psicomotor, cognitivo e afetivo, citados por Castro (2008) e Amorim (2021). Além disso, num nível social, observamos a descoberta e o interesse pelo descarte correto de equipamentos, fato é que, ao longo dos dois anos e até o presente momento, criou-se uma cultura e uma maior recorrência da entrega de equipamentos ao ponto de coleta por toda a comunidade escolar.

Com relação ao desenvolvimento dos protótipos, a proposta inicial foi de que os estudantes pesquisassem livremente por ideias e construções feitas com materiais não estruturados e resíduos eletrônicos. Algumas equipes conseguiram organizar a construção dessa forma, enquanto outras não conseguiram avançar, optando, por sugestão da professora, por utilizar um dos tutoriais disponibilizados. Nesse sentido, reforçamos a importância da observação e da mediação do educador, com um olhar sensível às necessidades dos trabalhos. Além disso, vale ressaltar a importância do material de suporte, como os tutoriais, que, nesse caso, foi desenvolvido pela própria professora. Os tutoriais apresentaram-se como um excelente recurso de suporte à atividade e, além disso, impactaram em outros quesitos como organização da turma, confiança e desenvolvimento dos estudantes e gestão dos recursos.

No quesito social, notou-se, durante todo o processo, a interação e a colaboração entre os estudantes, de forma interna e externa às equipes. Além disso, notamos um destaque significativo em dois alunos, que, em aulas comuns, costumam se distanciar dos trabalhos, mas que, durante o projeto, apresentaram papel proativo tanto nas criações quanto nas apresentações. Isso nos remete à ideia do construcionismo contextualizado, apresentado por Valente (2005), em que o aprendiz esteja engajado na produção de um produto significativo, relacionado à sua realidade e em um meio social, em que este aprendiz pode encontrar um suporte intelectual e afetivo.

Ao que diz respeito ao conteúdo relacionado à Robótica Educacional e seus pilares (computação, elétrica e mecânica), o projeto se destaca na prática direta, principalmente da elétrica e da mecânica, uma vez que os protótipos contam com estruturas e mecanismos físicos e circuitos elétricos/eletrônicos simples que movimentam motores e acendem LEDs. Além

disso, consideramos que o pilar da computação é trabalhado de forma indireta por meio do Pensamento Computacional, em quesitos como: decomposição, quando os estudantes estruturam as tarefas em partes menores para montar os protótipos; algoritmos, ao trabalharem com passo a passo, usando os tutoriais ou criando-os, estrategicamente, para a construção das montagens escolhidas; reconhecimento de padrões ao construir ou reproduzirem peças e circuitos em montagens semelhantes.

Além disso, corroborando com a abordagem apresentada por Santos (2020), o projeto contou com três etapas: planejamento, execução e reflexão. Na etapa de planejamento, destacam-se as pesquisas e as apresentações iniciais para aprofundar o conhecimento sobre a temática, o reconhecimento de peças retiradas do lixo eletrônico, bem como a busca e o desenho por projetos possíveis de serem feitos com esses materiais. A etapa de execução contou com o desmonte e a retirada de peças do e-lixo, a montagem dos projetos e as apresentações. Por fim, a etapa de reflexão englobou, principalmente, a preparação para apresentar e as apresentações na culminância.

Dada a natureza dessa experiência, consideramos a estratégia de avaliação por rubricas como uma ação fundamental durante todo o projeto. As rubricas foram definidas no início e apresentadas aos estudantes, que, durante todo o processo, já estavam cientes de como estavam sendo avaliados, conforme recomendado por Bender (2014). Consideramos, também, que os critérios facilitaram o trabalho de avaliação tanto individual quanto das equipes.

Por fim, destacamos também algumas dificuldades ao longo do desenvolvimento do projeto. A primeira limitação que podemos ressaltar é o tempo de aula que, no caso da escola em questão, destina apenas um horário por semana para a robótica, isto é, cerca de cinquenta minutos. Neste caso, as tarefas que exigem mais tempo, sobretudo por se tratar do trabalho com crianças e adolescentes que ainda estão aprendendo a manusear ferramentas e dispositivos, não são concluídas em apenas um tempo de aula, exigindo que os materiais fossem guardados para a continuação em uma aula posterior. Isso fez com que mais espaço da sala fosse destinado ao projeto e que adotássemos estratégias de organização, pois cada equipe tinha que guardar separadamente o seu equipamento. A solução que encontramos foi armazenar cada material em uma caixa ou sacola identificada pela equipe para que o material não se misturasse. Nesse caso, o projeto também levou cerca de 12 semanas para ser concluído, sem contar com feriados e outras atividades letivas que estende ainda mais esse prazo. Por isso, ressaltamos a importância de um bom planejamento prévio que conte com todas as questões.

Ainda relacionado ao tempo de aula, uma das soluções que consideramos imprescindíveis para otimizar o processo, foi a adoção de parcerias com outros professores, que pudessem, dentro da temática, fortalecer as pesquisas, produções de cartazes, slides e banners, como foi o caso da parceria com as professoras de Língua Portuguesa e Ciências, no ano de 2022, e de Língua Portuguesa e História, no ano de 2023. Para além da questão do tempo, as parcerias fortaleceram o teor interdisciplinar do projeto e enriqueceram a experiência, bem como a divisão de responsabilidades entre as professoras na organização da culminância. Além disso, tornou-se um ponto positivo também na avaliação, já que contamos com diferentes olhares para os mais variados aspectos das rubricas.

Por fim, consideramos que o *Pense Fora do Lixo* é um projeto que exige alto nível de engajamento da comunidade escolar, desde a conscientização para a coleta do lixo eletrônico até a avaliação dos estudantes, uma vez que é necessário contar com as parecerias para que as etapas se desenvolvam por completo. Nesse sentido, para nós, foi um ponto positivo, já que tanto os alunos quanto as professoras parceiras e a gestão escolar se comprometeram, os estudantes, com todo o trabalho prático de pesquisa e desenvolvimento, as professoras com a divisão de tarefas e interdisciplinaridade e a gestão com a compreensão de novas formas de avaliação que fogem do padrão de avaliação escolar.

CONCLUSÕES

Diante do exposto, este relato de experiência alcança o seu objetivo de descrever e documentar a implementação e os resultados do *Pense Fora do Lixo*, um projeto de Robótica Educacional com Sucata, como uma forma alternativa e estruturada de desenvolver a robótica na escola em um período do ano letivo. Observamos que o projeto, além de apresentar um potencial inclusivo, pela natureza dos recursos utilizados, também apresentou potencial na abordagem pedagógica acerca de conceitos relacionados à RE, bem como aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

Durante a realização do projeto, muitos pontos positivos foram observados, tais como engajamento estudantil, conscientização ambiental, desenvolvimento de competências e habilidades, parcerias e interdisciplinaridade. Além da realização de todo o projeto, um dos aspectos positivos foi a realização de uma avaliação processual, qualitativa, guiada por rubricas. Consideramos que o projeto foi além do propósito de avaliar, deixando os alunos cientes e mais interessados por cada aspecto.

Por outro lado, também observamos algumas dificuldades que podem ser revistas em projetos futuros, como a restrição de tempo e a dependência de recursos. Acerca desta última,

ressaltamos que, ao mesmo tempo que engajar a comunidade escolar pela busca e descarte correto do lixo eletrônico, ficamos também dependentes de outras pessoas para que o projeto aconteça, o que, caso a comunidade não se engaje com o projeto, pode comprometer o seu andamento. Nesse sentido, é preciso, de antemão, estabelecer diálogos e estudar as possibilidades para que isso não aconteça.

Diante dessas observações e necessidades, apresentamos algumas sugestões para projetos futuros:

- Ampliação do tempo de aula: se possível, considerar a extensão do tempo de aula dedicado ao projeto ou a realização de oficinas no contraturno para permitir uma exploração mais aprofundada e contínua das atividades;
- Parcerias mais amplas: fortalecer parcerias com empresas de tecnologia e reciclagem para garantir um fornecimento constante e diversificado de materiais eletrônicos descartados;
- Integração curricular: integrar ainda mais o projeto às disciplinas curriculares, utilizando a robótica para ensinar conceitos de ciências, matemática, artes, fortalecendo a abordagem interdisciplinar.

Ademais, reforçamos o potencial do projeto *Pense Fora do Lixo* como alternativa para a implementação da Robótica Educacional nas escolas brasileiras.

REFERÊNCIAS

AMORIM, Andrique Figueirêdo. ***Robótica educacional aplicada ao ensino básico: uma análise das abordagens teóricas e metodológicas e dos resultados de aprendizagens presentes nas pesquisas brasileiras de 2015 a 2020***. 96 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Ensino. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia, 2022.

BENDER, William N. ***Aprendizagem Baseada em Projetos: Educação diferenciada para o século XXI***. 1ª Edição. Porto Alegre. Editora Penso, 2014.

BRASIL. ***Lei nº 14533***, de 11 de janeiro de 2023. Institui a Política Nacional de Educação Digital e altera as Leis nºs 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), 9.448, de 14 de março de 1997, 10.260, de 12 de julho de 2001, e 10.753, de 30 de outubro de 2003. Política Nacional de Educação Digital, Brasília, 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/114533.htm. Acesso em: 1 maio 2024.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. ***Computação: complemento à BNCC***. Brasília: [s.n.], 2022. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/fevereiro-2022-pdf/236791-anexo-ao-parecer-cneceb-n-2-2022-bncc-computacao/file>>. Acesso em: 22 Junho 2023.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. *Base Nacional Comum Curricular*. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/> . Acesso em: 19 Junho 2023.

CASTRO, V. R. *RoboEduc: Especificação de um software Educacional para o ensino de robótica às crianças com ferramenta de inclusão digital*. Natal, 2008. Dissertação de mestrado. Pós - graduação de Engenharia Elétrica e de Computação. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2008.

PAPERT, S. *Logo: Computadores e Educação*. Tradução de José Armando Valente; Beatriz Bitelman e Afira Vianna Ripper. São Paulo: Brasiliense, 1985.

SANTOS, Railane Costa. *A Robótica Educacional: entendendo conceitos*. Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia. Ponta Grossa, v. 13, n. 3, p. 345-366, set./dez. 2020.

SCHUHMACHER, Elcio; DENKE, Robson; SCHUHMACHER, Vera; ROPELATO, Douglas. *Ensino de Robótica Educacional Livre como Metodologia Ativa para a Promoção da Aprendizagem Significativa em Ciências e Tecnologias*. In: SANTOS, Cleberton Correia (Org.). Estudos Interdisciplinares nas Ciências e da Terra e Engenharias 2. Editora Atena, 2019. p. 35 a 48.

UNICEF. *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*. Disponível em <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>> Acesso em 01 de Maio de 2024.

VALENTE, J. A. *A Espiral da Espiral de Aprendizagem: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação*. Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Campinas, p. 238. 2005