Ações da educação ambiental: reflexões e práticas na escola

Marcia Regina Rodrigues da Silva Zago (Univ. Tecnológica Federal do Paraná)¹

Ana Claudia Nüernberg Vaz (Univ. Tecnológica Federal do Paraná)²

Marcia Aparecida Linartevis da Cruz (Univ. Tecnológica Federal do Paraná)³

Welson Luiz Pereira (Secretaria Municipal de Educação do município de Curitiba)⁴

Lígia Marcelino Krelling (Univ. Tecnológica Federal do Paraná)⁵

Resumo

Este artigo descreve algumas ações de Educação Ambiental (EA) em escolas de Curitiba-PR. O objetivo foi ampliar conhecimentos sobre a temática de gestão de resíduos. As atividades justificam-se pelo fato de induzir dinâmicas metodológicas de coletividade no território escolar em busca de soluções criativas na resolução de problemas. As atividades envolveram estudantes do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental, professores/as e funcionários/as. A metodologia descreve aspectos da natureza qualitativa e de observação participante, com traços da educação maker em uma abordagem STEAM. Os resultados revelaram participações mais ativas de todos os atores, em busca de possíveis caminhos para minimizar o impacto dos resíduos no ambiente escolar.

Palavras-chave: Educação Ambiental. Robótica pedagógica. Interdisciplinaridade. Educação Maker. STEAM.

Abstract

This article describes some Environmental Education (EA) actions in schools in Curitiba-PR. The objective was to expand knowledge on the theme of waste management. The activities are justified by the fact that they induce methodological dynamics of collectivity in the school territory in search of creative solutions, in solving problems. The activities involved students from the 6th to the 9th grade of elementary school, teachers, and staff. The methodology describes aspects of qualitative nature and participant observation, with traces of maker education in a STEAM approach. The results revealed more active participation by all actors, in search of possible ways to minimize the impact of waste on the school environment.

Keywords: Environmental education. Pedagogical robotics. Interdisciplinarity. Education Maker. STEAM.

¹ Contato: marciazagoz@gmail.com

² Contato: ana_claudia_nuernberg@hotmail.com

³ Contato: marcialinartevis@gmail.com

⁴ Contato: wepereira@educacao.curitiba.pr.gov.br

⁵ Contato: ligiak.supremo@gmail.com

1. Introdução

Percebe-se que além do ensino dos conteúdos dos diferentes componentes curriculares, há necessidade de ensinar a observar as ações de todos os atores do espaço escolar no experienciado do cotidiano, das vivências na interação com o espaço e o tempo (CURITIBA, 2006).

Desde 1996, com o advento dos temas transversais dentro dos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN, a Educação Ambiental (EA) ultrapassou do caráter informativo para formativo, a qual possui diversas áreas (BRANCO, 2003). Uma das ferramentas de dinamização da EA nas escolas pode ser a atenção para a gestão e tratamento dos resíduos (LOURENÇO; COELHO, 2012). No sentido de buscar maior envolvimento do estudante com os saberes escolares, a EA e a educação *maker* pode criar uma sinergia, capaz de estimular estudantes de modo a encorajá-los a vencer os desafios do cotidiano escolar. De modo complementar as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) apresentam-se como ferramentas articuladas e essenciais na busca de informações de tempo real (BLIKSTEIN, 2016). Neste mesmo diapasão, a EA de cunho transversal e interdisciplinar incorpora em sua condição formativa a educação *maker*.

Nessa pesquisa, a EA faz referência à temática dos resíduos, destacam-se o desvelar de metodologias ativas que possam contribuir para o ensino interdisciplinar e transversal em uma proposta de coletividade, instigando o protagonismo, tornando as ações de ensino curricular mais efetivas.

O objetivo desta pesquisa foi refletir por meio da experiência pedagógica de EA de modo que as atividades investigativas e discussões sobre problemas ambientais em torno do consumo e descarte fossem repensadas no coletivo. São muitas as indagações acerca dos desafios da EA nas escolas, uma delas é “como inserir práticas de EA sobre a condição de transversalidade, ocupando lugar nos diferentes componentes curriculares?”. Essa problematização desdobra-se em outras questões como por exemplo: “Como acontece o descarte dos resíduos em vários ambientes da escola?” e “Como orientar o grupo escolar para possíveis soluções?”

Apoiados pelo autor Leonardo Boff (2012) que em seus diálogos versa sobre a sustentabilidade substantiva, enfatiza-se a necessidade de desenvolver responsabilidades pela qualidade de vida. Entretanto, hoje a busca dentro da EA, precisa ser uma construção social, propor novos modos de ser e estar na sociedade, uma educação emancipatória, de justiça social (BOFF, 2012).

Ao encontro da mesma discussão, Freire (2000) nos traz a leitura crítica do mundo, que certamente, mediada pelo diálogo da coletividade, pois, tanto individual quanto coletivo,

atores do universo escolar têm responsabilidades para lutar contra essas patologias, isto é, os problemas ambientais escolares no sentido de buscar um mundo melhor para todos, com justiça social, reverberando à justiça socioambiental nestes espaços.

As atividades envolvidas pelo coletivo são ricas, argumentativas e quando se propõe um espaço para criar, brincar, aprender e compartilhar podem redesenhar e iluminar pedagogicamente o ensino. Nesta ideia, Dougherty (2016) explica que a educação *maker* é notória em espaços escolares, e que essa conexão está em ascensão e promete positividade em muitas direções, um novo tom de ensino que reverbera equidade e excelência. Igualmente, o ensino por meio das TDIC revela-se como impulsionadoras do desejo de conectar-se com as informações na coletividade. Desse modo, a pesquisa justifica-se pela relevância educacional e social, pois busca promover estudos e discussões acerca dos melhores caminhos para as metodologias de EA sobre o viés do gerenciamento dos resíduos em ambientes escolares. Por meio da metodologia do ensino da proposta pelos autores, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009), revelou-se como impulsionadora, colaborando com a melhoria da aprendizagem e a qualidade social da escolaridade.

2. Referencial teórico

2.1. Educação Ambiental

A EA surge como um processo decorrente e necessário diante de uma crise instaurada, crise que podemos considerar, como alguns autores chamam, de “crise paradigma” e outros, de “crise civilizatória”. Diante desta tecitura argumentativa e, hoje mais que nunca, nós estamos tendo essa infeliz constatação, pelo sistema imposto e colocado na nossa sociedade que é o capitalista e por demais consumista (SEGURA, 2001).

Ainda sobre esse contexto, Segura (2001, p.165) comenta que “Vive-se no capitalismo e no materialismo e se esquece que a natureza é importante para a gente também e por isso, depende antes de tudo, de educação”.

Concordamos com os pressupostos da UNESCO (2005, p. 44-45) ao mencionar que educadores ambientais precisam dar possibilidades para “desenvolver-se como uma pessoa plena, tornando-se cidadãos ativos e responsáveis, descobrindo o gosto pelo aprendizado para o resto da vida, conscientizando-se da sua força e seu potencial”.

As práticas pedagógicas sob o viés da EA vêm tomando espaço hodiernamente, reverberando discussões, desenvolvimento de habilidades investigativas estimulando o exercício da cidadania, desenhando ideias e colocando em prática a resolução de problemas ambientais. Sobre esse caminho, as Diretrizes da Rede Municipal de Ensino de

Curitiba apresentam um currículo articulado com propostas de atividades internas e externas, em uma organização em que:

[...] os enfoques devem ser múltiplos, envolvendo a totalidade do conhecimento, com diferentes focos das áreas do conhecimento como lentes para a leitura da realidade, como uma rede de relações articuladas entre si com vistas à aprendizagem e a proposição de soluções para os problemas que se apresentam (CURITIBA, 2006. p. 7).

Nessa estrutura, as dinâmicas de conhecimentos e desenvolvimento de saberes articulam-se com as práticas e se complementam sob o diálogo da coletividade entre estudantes, professores e demais funcionários. Nessas atividades todos podem colaborar para o melhoramento do espaço e para que a aprendizagem se efetive expressivamente na qualidade da escolarização (CURITIBA, 2006).

Sobre a afirmação em exposição, pode-se dizer que no território escolar se encontram muitas possibilidades para o aprender e redesenhar os saberes. Um aprender formal que possibilita um crescimento planejado, onde o objetivo é o desenvolvimento da cidadania, da identidade humana e deste desenvolvimento faz parte o saber lidar com seu ganho, planejar, ter o poder da escolha. O papel do/a professor/a torna-se assim de fundamental importância, pois,

“enquanto o cientista está interessado em fazer avançar a sua área de conhecimento, [...], o/ a professor/a interessado em instigar os estudantes para conhecer o mundo, sob as lentes de várias metodologias contemplando os diferentes canais de aprendizagem. O(a) professor/a vê o conhecimento como um meio para o crescimento do estudante” (SAVIANI, 1991, p.79).

Para subsidiar os movimentos da EA em sua condição de transversalidade, a investigação e conhecimento sobre a reciclagem dos resíduos orgânicos produzidos nas escolas podem desencadear práticas de caminhos para a sustentabilidade, com a “mão na massa” como por exemplo, cria-se uma sinergia que estimula todo o processo de ensino (LOURENÇO; COELHO, 2012). Concorde-se que “[...] a primeira condição para que um ser possa assumir um ato comprometido está em ser capaz de agir e refletir”. (FREIRE, 1979, p. 7).

2.2. Gerenciamento e tratamento de resíduos

Sabe-se que a visão mercadológica traz consequências na sociedade e esse consumo desenfreado também está ligado ao modo de ser e estar na sociedade das pessoas (LOUREIRO; LAYRARGUES, 2013). Segundo Song e Zeng (2015), o crescente

aumento da população e expansão econômica, em conjunto com a rápida urbanização e aumento dos padrões de vida da comunidade tem acelerado, de maneira volumosa a geração de resíduos sólidos no mundo.

No Brasil, este aumento da geração de resíduos sólidos também ocorreu, onde a geração de Resíduos Sólidos Urbanos, RSU, passou de 67 milhões, em 2010, para 79 milhões de toneladas por ano, no ano de 2021 (ABRELPE, 2021). A geração de resíduos por pessoa por ano, geração per capita, aumentou de 348 kg/ano para 379 kg/ano do ano de 2010 ao ano de 2019 (ABRELPE, 2021). Na região sul do Brasil houve aumento da cobertura de coleta de RSU, a qual passou de 91% no ano de 2010 para 95% no ano de 2019 (ABRELPE, 2021). Segundo a ABRELPE (2021, p.23-33), no período nos últimos 10 anos, 2010 a 2019, “a geração total de RSU aumentou cerca de 19% no país, com um crescimento de 9% no índice de geração per capita”.

Do percentual de RSU gerado no Brasil no ano de 2008, 51,4% são orgânicos e, segundo os estudos da autora Oenning *et al.* (2014), 28% dos RSU do Município de Criciúma-SC, são compostáveis (BRASIL, 2012). Considerando um ambiente de ensino, Smyth, Fredeen e Booth (2010), apontam que cerca de 22% são compostáveis, dentre o montante geral de geração de resíduos em uma Universidade Norte Americana, entre recicláveis, orgânicos e contaminados.

A compostagem consiste em um processo controlado de reciclagem da matéria orgânica o qual pode ocorrer utilizando diferentes técnicas, basicamente divididas em termofílicas e a mesofílica

[...] “As termofílicas precisam atingir altas temperaturas para completar o processo, para isso necessitam de grandes quantidades de resíduos gerados de uma só vez, além de uma grande área para ser utilizada no tratamento.

A compostagem mesofílica ocorre em temperatura ambiente, podendo ser realizada em áreas pequenas, e com menores quantidades de resíduos (VAZ, 2017, p. 6).

Uma das técnicas de compostagem mesofílica é a vermicompostagem, a qual tem este nome pois a reciclagem dos resíduos orgânicos ocorre por meio da ação de microrganismos e minhocas, comumente da espécie *Eisenia Foetida* (LOURENÇO, 2014; VAZ, 2017). A vermicompostagem pode ser utilizada em ambiente escolar para abordar o ciclo da matéria orgânica como um todo, desde o cultivo até a reciclagem dos resíduos orgânicos gerados durante a alimentação saudável (BRASIL, 2013; LOURENÇO; COELHO, 2012; VAZ, 2017).

Ressalta-se ainda que, o cultivo de alimentos deve respeitar e expressar a soberania alimentar e nutricional, estimulando o conhecimento do senso comum com o meio natural que atendam às necessidades dos seres humanos (BRASIL, 2010). Sobre essa argumentação, concorda-se que a qualidade de vida, crescimento e desenvolvimento humano dependem de uma boa alimentação e nutrição para a proteção da saúde, possibilitando a afirmação plena de vida e cidadania (BRASIL, 2013).

Esse movimento da soberania alimentar pode reverberar uma visão ampliada de ensino, pinçando vários componentes curriculares, sob a condição da transversalidade na estrutura curricular que organiza o ensino. Fomentando um ensino da EA de interligações, destacam-se a seguir a educação *Maker*.

2.3. Educação *Maker*

A prática *STEAM*⁶ foi criada nos Estados Unidos na década de 1990. *STEAM* é um acrônimo em inglês para as disciplinas Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*). Enfatizam-se que as propostas de atividades guiadas permitem que os estudantes percorram etapas, como por exemplo, investigar, descobrir, conectar, criar e refletir na tentativa de resolver problemas, por meio do compartilhar coletivamente as atividades, como autor na construção do seu próprio saber (FEINSTEIN; KIRCHGASLER, 2015).

Nesse mesmo pensamento é importante considerar as especificidades e potencialidades da organização do processo pedagógico e na reorganização da escola, da aprendizagem, dos fazeres e das etapas do conhecimento em estratégias metacognitivas (CURITIBA, 2006). Para Loureiro (2011) viver o coletivo com a percepção do ambiente (perceber-se meio ambiente) ajuda a intervir em situações antes não vivenciadas, abertura para articular um pensamento crítico de si mesmo e em sociedade onde se encontra.

Segundo Trivelato e Silva (2011), durante estudo e prática dentro da EA, a ideia é, fazer-se parte integrante dentro do desenvolvimento da compreensão crítica ambiental em sociedade, o que permite um equilíbrio no exercício de cidadania e existência. “Os profissionais da educação, em seus planejamentos, precisam envolver dinâmismos de maneira contextualizada, inovadora que propiciem aos estudantes uma nova compreensão da realidade em que está inserido” (CURITIBA, 2006, p.6). A escola e os compromissos diários com a educação ampliam-se a cada dia, nessa dinâmica necessitam de estratégias

⁶ A prática STEM, tipicamente concebida e praticada, carece de “STEAM”. Um foco em STEM sem “Artes” exclui necessariamente áreas importantes que informam e contextualizam a ciência, fundamentando-as em contextos socioculturais. (BLACKLEY; HOWELL, 2015, p. 17, Apud PUGLIESE, 2017, p.41)

mais decisivas de desenvolvimento e de inovação no mundo moderno (DEMO, 2001). Para falar de inovações e um ensino que proporcione condições de pesquisa em tempo real, entre tantos outros benefícios, não há como ignorar, deixar invisível o uso das tecnologias para o ensino.

2.4. Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no processo de construção do conhecimento

Pensando que é por meio da motivação, investigação e inovação do ensino, que se pode estimular os estudantes pela busca pelo conhecimento, a robótica pedagógica pode ser o caminho para alavancar o interesse e outras positivities para o ensino aprendizagem. Para tanto, o Dicionário Interativo da Educação Brasileira (2004), enfatiza que a robótica educacional,

[...] é um termo utilizado para caracterizar ambientes de aprendizagem que reúnem materiais de sucata ou kits de montagem compostos por peças diversas, motores e sensores controláveis por computador e softwares, permitindo programar, de alguma forma, o funcionamento de modelos.

A ideia para esta pesquisa é que a robótica possa “criar condições para discussão, na promoção e abertura de conhecimentos, para que todos estudantes e professores/as, participem, apresentando sugestões para os problemas e, até mesmo criando problemas a serem solucionados” (CARVALHO, 2001, p.21).

As argumentações já enfatizadas caracterizam um dos papéis da escola é, propiciar espaço que possam apostar em práticas educativas articuladas entre os diferentes atores, no desenvolvimento de atitudes sustentáveis, isto é, abrindo entendimentos sobre muitas questões do meio ambiente, uma delas é o reconhecimento que solo é fonte de riqueza (LOURENÇO; COELHO, 2012). Nessa linha argumentativa é, importante investigar e sugerir a técnica da vermicompostagem como prática pedagógica da EA interdisciplinar na construção de saberes escolares e científicos.

3. Materiais e métodos

Este trabalho foi desenvolvido e aplicado com estudantes do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental em escolas localizadas na cidade de Curitiba/PR. Turmas do 6º ano com 33 estudantes, turmas do 7º ano com 63 estudantes, turmas do 8º ano com 64 estudantes e turmas do 9º ano com 68 estudantes.

A metodologia que apoiou este artigo, baseou-se em aspectos de natureza qualitativa e de observação participante, criando uma atmosfera de movimento *maker*⁷. Para a autora Soster (2018) a essência da educação *maker* é o envolvimento dos estudantes em discussões, levantamento de hipóteses, no prazer de aprender e reaprender sobre o contexto das práticas no coletivo de estudantes e professores/as.

Ao fortalecimento na constituição de dados revela-se o estudo exploratório de observação participante, levantando hipóteses que por meio de alguns procedimentos específicos, evidenciam-se as etapas do conhecimento científico, observação e elaboração do problema, levantamento de hipótese, espaço de experimentação, e a discussão para a análise dos resultados e conclusão (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERAMBUCO, 2009).

Para que se consiga planejar cientificamente ideias de pesquisa e o conhecimento sobre os movimentos da natureza e pessoas, o ensino de Ciências enfatiza a importância do conhecimento cotidiano ao científico, pois conduz alicerces para a construção do seu próprio saber.

Neste sentido, destacam três momentos pedagógicos que orientam caminhos para a aprendizagem de significados:

1º Momento - Problematização Inicial: apresentam-se questões ou situações reais que os estudantes conhecem e presenciam e que estão envolvidas no tema estudado. Nesse momento, os grupos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o/a professor/a possa conhecer o que eles pensam. A finalidade desse momento é propiciar uma aproximação crítica dos estudantes ao se defrontarem com as interpretações das situações propostas para discussão, e fazer com que sintam necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não o detém.

2º Momento - Organização do Conhecimento: momento em que, sob a orientação do professor, os conhecimentos necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados, estruturados.

3º Momento - Aplicação do Conhecimento: momento que se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo estudante, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERAMBUCO, 2009).

⁷ Ferramentas digitais, desenvolvimento e prototipagem, cultura de compartilhamento, arquivos de projetos (ANDERSON, 2012).

4. Relato da experiência e discussões

Seguindo a metodologia de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009), este trabalho foi realizado em três momentos:

1. Problematização;
 2. Organização do conhecimento;
 3. Aplicação do conhecimento;
- conforme explicado na descrição a seguir.

4.1. Problematização inicial

Nesta primeira etapa da pesquisa, apresenta-se um dos desafios da EA nas escolas, em especial sobre os resíduos produzidos. A proposta desta pesquisa objetivou a abertura investigativa sobre os problemas ambientais em torno do consumo e descarte. Sob o viés da interdisciplinaridade destacam-se os trabalhos integrados das disciplinas de Ciências e História, articulando conteúdos e fomentando conhecimentos de modo transversal.

O estudo iniciou por meio de algumas perguntas provocativas que surgiram em vários momentos das muitas observações, em torno dos resíduos descartados.

Problema 1 - Como acontece o descarte dos resíduos em vários ambientes da escola?

Problema 2 – O que fazer com os restos de alimentos escolares?

Problema 3 - Por meio da robótica é possível criar algo que ajude a minimizar o descarte incorreto dos resíduos produzidos na escola?

Por meio das perguntas provocativas, os estudantes discutiram coletivamente os problemas em torno do consumo e descarte. Muitos assuntos foram abordados em torno dos resíduos descartados diariamente. Essa etapa de levantamento de hipóteses foi registrada para voltar mais tarde. Foram as primeiras ideias do tema gestão dos resíduos, com as vivências no cotidiano escolar.

4.2. Organização do conhecimento

Em destaque seguem as etapas pela busca do conhecimento. Os estudantes foram divididos em grupos. Utilizaram-se da investigação para a constituição de dados, essa etapa teve a duração de uma semana. A intenção foi ter em mãos dados expressivos que pudessem responder à primeira questão levantada: Problema 1 - Como acontece o descarte dos resíduos em vários ambientes da escola?

O primeiro espaço escolhido pelos estudantes para a investigação, foram as salas de aula (Figuras 1 e 2).

Figura 1 – Espaço da sala de aula

Fonte: Acervo dos autores

Figura 2 – Desenho da amostra de constituição de dados- sala dos estudantes

12

INVESTIGAÇÃO DOS RESÍDUOS - [SALA DE AULA]

DESCARTE RESÍDUOS	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
CORRETO	3	5	2	7	4
MISTURADO	7	4	9	4	6
INVERTIDO	2	3	1	1	2

CATEGORIAS

Fonte: Acervo dos autores

Percebe-se pela imagem e sinalização por cores, diferenciando e indicando como descartar os resíduos. No entanto, essa dinâmica não se mostra muito eficiente, pois a mistura ainda é evidente. A postura de descarte correto não está presente na prática. Todos os dias da investigação foram encontrados a mistura frequente de resíduos alimentares e os demais resíduos produzidos no ambiente da sala de aula. Os dados da tabela revelam o cenário diário sobre o descarte de resíduos. Essa temática carece de discussões pontuais e movimentos diários envolvendo a coletividade.

Na segunda etapa, a investigação foi feita na sala dos professores. A investigação revelou que os cartazes informativos, estão em localização inadequada, muito baixos, o que dificulta a leitura interpretativa, além de que, as informações causam muitas dúvidas em relação a devida separação dos resíduos, conforme Figuras 3 e 4.

Figura 3 – Espaço da sala dos professores

Fonte: Acervo dos autores

Figura 4 – Desenho da amostra de constituição de dados- sala dos professores

INVESTIGAÇÃO DOS RESÍDUOS - SALA DOS PROFESSORES

	DESCARTE RESÍDUOS	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
C A T E G O R I A S A N A L I S A D A S	CORRETO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO
	MISTURADO	SIM	NÃO	NÃO	SIM	SIM
	INVERTIDO	NÃO	SIM	NÃO	SIM	SIM

Fonte: Acervo dos autores

Muitos professores relataram que existem muitas dúvidas, fragilidades no descarte de resíduos. Essa temática carece de discussões pontuais e movimentos diários envolvendo a coletividade.

Na terceira etapa, os estudantes investigaram o pátio externo, contabilizando oito coletores dispostos em muitos locais do espaço escolar, conforme as Figuras 5 e 6.

Figura 5 – Investigação dos coletores no pátio da escola

Fonte: Acervo dos autores

Figura 6 – Desenho da amostra de constituição de dados dos coletores do pátio da escola.

8 LIXEIRAS

INVESTIGAÇÃO DOS RESÍDUOS NO PÁTIO DA ESCOLA

CATEGORIAS	DESCARTE RESÍDUOS	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
	CORRETO	1	1	0	2	3
	MISTURADO	6	5	6	5	4
	INVERTIDO	1	2	2	1	1

Fonte: Acervo dos autores

Os dados constituídos revelaram um percentual de descarte correto muito baixo em relação ao ideal. Ficou evidente na amostragem que, o grupo escolar está fragilizado no quesito separação e descarte de resíduos. Por mais que se tenham discursos pontuais e equipamentos diferenciados, como as cores dos coletores, ainda não são suficientes, isso porque há necessidade de desenvolver a consciência ambiental, e despertar o sentimento de pertencimento de espaço território (ALBAGLI, 2004).

A quarta etapa investigou o espaço externo da escola, os locais de descartes de todos os resíduos produzidos nos dois períodos. A escola cumpre uma diretriz que exige a retirada diária dos resíduos produzidos (CURITIBA, 2006). O estudo revelou que não há cumprimento da coleta seletiva dos resíduos, conforme apresentado nas figuras 7 e 8, uma vez que, o cenário encontrado deflagra a não coerência na disposição final dos resíduos no espaço.

Figura 7 – Espaço de coleta seletiva externa da escola.

Fonte: Acervo dos autores

Figura 8 – Desenho da amostra de constituição de dados - espaço externo da escola.

ESPAÇO EXTERNO DA ESCOLA
INVESTIGAÇÃO DOS RESÍDUOS DISPOSTOS PARA A
COLETA DO CAMINHÃO DO LIXO

DESCARTE RESÍDUOS	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
ORGANIZADOS PARA A COLETA SELETIVA	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
ACONDITIONADOS MISTURADOS	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
COM ORIENTAÇÃO DE SEPARAÇÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO

Fonte: Acervo dos autores

As figuras 7 e 8 mostram a falta de entendimento ao acondicionar e descartar os resíduos produzidos em espaços escolares. O espaço não apresenta divisão para os

resíduos e sem informações para a coleta seletiva. Entre outros problemas que não foram abordados nesta descrição.

Após a investigação de uma semana foi possível conhecer a realidade e responder à questão da primeira pergunta na problematização inicial. 1- Como acontece o descarte dos resíduos em vários ambientes da escola? Os dados revelaram que o descarte dos resíduos produzidos não cumpre protocolos de descarte correto de separação e disposição final.

Com a discussão dos dados constituídos, estudantes, professores e funcionários delinearam algumas práticas que pudessem servir de apoio para tentar minimizar o cenário de descarte, mostrando a construção do conhecimento aplicado à realidade local, conforme descrito na próxima seção.

4.3. Aplicação do conhecimento

As aplicações do conhecimento foram realizadas por meio de três atividades:

Atividade 1: Construção de sistema de tratamento de resíduos orgânicos.

Atividade 2: Uso de tecnologias digitais de informação e comunicação no tratamento de resíduos orgânicos.

Atividade 3: Gerenciamento de resíduos e tecnologia.

Cada uma das atividades será relatada a seguir:

Na primeira etapa foram destacados os principais materiais para a construção do vermicompostor. A composteira consiste em três ou mais potes empilháveis de plástico, que podem ser improvisados com potes de sorvete vazios, com a ideia da reutilização, ou ainda, de qualquer outra embalagem que possa ser empilhada. Ao encaixá-las, deverá ser feito um corte no fundo dos dois primeiros potes, de modo que os potes se conectem, conforme a figura 9.

Figura 9 – Visualização do corte do pote utilizado para montar a composteira.

Fonte: Acervo dos autores

O primeiro e o segundo pote suportarão os resíduos orgânicos picados, depositados em camadas, isto é, para cada camada de resíduos frescos, colocar uma camada de resíduos secos, como por exemplo a poda da grama (LOURENÇO; COELHO, 2012). É importante salientar que tenha sempre esse processo que servirá para acomodar as minhocas. Essa “cama” deve manter sempre um equilíbrio de temperatura ambiente por volta de +18°C, devendo existir em ambos os potes digestores. As minhocas migram pelas frestas, subindo e descendo, utilizando-se das frestas dos potes em sua superfície. O último pote serve como coletor para armazenar o chorume, que é o excesso de líquido com nutrientes que escorre pelos compartimentos. Na figura 10 é possível visualizar os 3 compartimentos, empilhados.

Figura 10 – Visualização dos compartimentos da composteira.

Fonte: Acervo dos autores

O substrato, restos alimentares adequado para as minhocas, como casca de frutas menos as cítricas, casca de ovos, borra de café e verduras e legumes não cozidos e não temperados possibilitam que as minhocas tenham alimentação, pois podem ingerir aproximadamente $\frac{1}{4}$ do seu próprio peso diariamente (LOURENÇO; COELHO, 2012). O momento de alimentação com os resíduos e quantidades adequadas pode ser visualizado na figura 11.

Figura 11 – Alimentação da composteira.

Fonte: Acervo dos autores

As imagens em destaque, representam momentos da prática de construção do vermicompostor e a investigação da reciclagem da matéria orgânica por meio da técnica da vermicompostagem.

A segunda atividade fez uso de tecnologias digitais de informação e comunicação no tratamento de resíduos orgânicos. Aproximando contextos da Ciência, Tecnologia e Conhecimento neste estudo destacam-se a colaboração da página de um *Blogger*⁸, atividade desenvolvida pelos estudantes e mediada pelos(as) professores(as) acesso no link **vermiambiental.blogspot.com** (grifo nosso). Ao scanear um *QR Code*⁹, o quadradinho indicado na Figura 12, que parece um código de barras, que pode armazenar vários tipos de informações, que são úteis para atividades em aula.

⁸ Uma palavra criada pela Pyra Labs, é um serviço do Google, que oferece ferramentas para edição e gerenciamento de informações.

⁹ Sigla em inglês para Quick Response, ou seja, resposta rápida.

Figura 12 – Uso de QR Code na composteira.

Fonte: Acervo dos autores

Conforma ilustrado na Figura 12, com a câmera do celular, o código abre o link do blog para ler um conteúdo com informações, ilustrações e dicas específicas da temática apresentada, ferramenta que pode ser acessada pelo celular dos estudantes. Os programas eram de opções gratuitas disponíveis para ambas as ferramentas.

A terceira atividade desenvolvida desencadeou a ideia de gerenciar os resíduos de modo a usar a tecnologia como aliada, utilizando a robótica pedagógica para desenvolver um protótipo de sinalizador de resíduos.

A proposta da robótica pedagógica vem agregando conhecimentos interdisciplinares e transversais, estima-se aumentar o interesse dos estudantes durante o processo e sensibilizá-los às questões ligadas à proteção ambiental. A ideia desta dinâmica é, que o estudante não fique restrito apenas na montagem de um protótipo, mas pode desenvolver habilidades, saberes científicos e tecnológicos. Pois, por meio deste tipo de atividade, pode ser instigado a solucionar problemas propostos e ser desafiado a pensar em outras problemáticas a serem solucionadas. Assim, percebe-se que estimular a aprendizagem criativa na execução de um desafio proposto, pode conectar um ensino inovador e atraente (MIRANDA et al, 2010).

Sobre essa premissa, realizou-se um projeto de robótica educacional com a seguinte problemática: Como o apoio da construção de um sensor, por meio da robótica pedagógica pode ser útil para a compreensão do tema gestão de resíduos?

Para responder a indagação foi construído com os estudantes alguns conceitos da robótica educacional, enfatizando a compreensão por meio da prática conceitos da Física, Matemática, Geografia e História na construção de um robô (protótipo). Para essa ideia, ilustrada na Figura 13, reuniu-se alguns materiais para protótipo que consistiam em:

- um dispositivo eletrônico chamado de Arduino com funções semelhantes a um computador que recebe uma programação específica;
- alguns LED, diodo emissor de luzes, conectados ao Arduino;
- um painel que serve de base para outros componentes;
- um display que recebe a programação e mostra o resultado em sua tela;
- dois copos;
- uma base sólida, pode ser um papelão, para suporte;
- uma bateria e
- conectores.

Figura 13 – Materiais utilizados para os protótipos.

Fonte: Acervo dos autores

A problemática surgiu em uma discussão com os estudantes que apontaram a necessidade da separação mais efetiva de resíduos no interior das salas de aula. As separações já existem nas salas, mas sem nenhuma sinalização adequada. Diante disso, os estudantes propuseram uma forma de sinalização mais efetiva utilizando a robótica.

De maneira mais específica, o projeto procurou, além de ensinar os conceitos básicos da robótica educacional, ensinar os(as) estudantes a importância da separação dos diferentes resíduos e sua destinação, minimizando os impactos negativos no ambiente escolar.

A discussão sobre o protótipo, utilizando um Arduino (plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre e de placa única), que pudesse responder a problemática criada, está demonstrada conforme ilustrado nas Figuras 14.

Figura 14 – Protótipo com Arduino, prototipagem eletrônica.

Fonte: Acervo dos autores

Desta maneira, o protótipo realizou a seguinte tarefa: iluminar com o LED verde o local exato para o descarte dos resíduos recicláveis, conforme mostrado na Figura 15.

Figura 15 – Monitor do protótipo.

Fonte: Acervo dos autores

E iluminar com o LED vermelho o local que eles poderiam descartar o resíduo orgânico. As orientações das cores de cada LED estão indicadas no display. A ideia, seguindo o protótipo, é criar em cada sala de aula dispositivos semelhantes que pudessem indicar os locais ideais de descarte dos resíduos produzidos diariamente em escolas.

5. Considerações finais

As atividades de EA desenvolvidas sob o viés da investigação, abriram espaços para conhecimentos científicos, conhecimentos interdisciplinares, relacionando-as com as temáticas integradoras, meio ambiente, ética, cidadania, pluralidade cultural, tecnologias, sustentabilidade, cidadania e ética, criando uma sinergia no ensino para estudantes e educadores do espaço escolar.

Os estudos de EA no ensino formal levantados nesta pesquisa, sobre a temática dos resíduos, fazem parte do currículo na condição do envolvimento da transversalidade e ao encontro dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), o objetivo 3 saúde e bem-estar, objetivo 12 consumo e produção responsáveis.

Os resultados mais expressivos apontam para a construção de conceitos Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) por meio de vivências, argumentos,

problematizando, levantando hipóteses, testando e tirando conclusões sobre as práticas. Um ensino dialógico, processual, a ciência que se faz por meio de metodologias ativas.

A organização do conteúdo por meio da investigação, permitiu que a aprendizagem tornasse pesquisa investigativa com uma lente de alcance aos diferentes ângulos das ciências, integrando o trabalho do professor(a) dos diferentes componentes curriculares na articulação da EA deixando para traz a ideia de que a EA seja apenas fulgurante e restrita do componente curricular Ciências. As dinâmicas revelaram mudanças de hábitos, atitudes e comportamentos que sustentam a preservação da natureza e a relação que estudantes têm com ela em espaços escolares e com o ensino para os estudantes respondendo as questões problemas que são enfrentadas cotidianamente.

6. Referências

ABRELPE, **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, São Paulo, 2021.

ALBAGLI, S. Território e Territorialidade. *In*: LAGES, V.; BRAGA, C.; MORELLI, G. (org.). **Territórios em movimento**: cultura e identidade como estratégia de inserção competitiva. Rio de Janeiro: Relumes Domará. Brasília, DF: SEBRAE, 2004.

ANDERSON, C. **Makers**: A Nova Revolução Industrial. Rio de Janeiro, Elsevier, 2012.

BLIKSTEIN, P. Digital Fabrication and 'Making' in Education: The Democratization of Invention. *In*: WALTER-HERRMANN, J.; BÜCHING, C. (Eds) **FabLabs**: Of Machines, Makers and Inventors. Publisher: Transcript Publishers, Stanford. Stanford University, 2016.

BOFF, L. **As Quatro Ecologias**: Ambiental, Política e Social, Mental e Integral. Rio de Janeiro: Mar de Ideias, 2012.

BRANCO, S. **Educação Ambiental**: Metodologia e prática de ensino. Rio de Janeiro: Dunya, 2003.

BRASIL. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Governo Federal. Ministério do Meio Ambiente. 2012. Disponível em: https://sinir.gov.br/images/sinir/Arquivos_diversos_do_portal/PNRS_Revisao_Decreto_280812.pdf. Acesso em 28 mar 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Política Nacional de Alimentação e Nutrição**. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Básica. 1. ed., 1. reimpr. – Brasília: Ministério da Saúde, 2013. 84 p.

BRASIL. "Decreto n.7.272 de 23 de agosto de 2010 regulamenta a **Lei nº11.346** que cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional". **Diário oficial da União**, Brasília, 2010.

CARVALHO, R. M. A. de. **Tecnologias da informação e da comunicação e a escola pública**: Relato de uma experiência. 2001. 141 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2001.

CURITIBA. **Diretrizes Curriculares para a Educação Municipal de Curitiba**. Secretaria Municipal da Educação. Curitiba: SME, 2006.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. Colaboração Antônio Fernando Gouvêa da Silva. São Paulo: Cortez, 2009.

DEMO, P. **Desafios modernos da educação**. 11. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

DICIONÁRIO INTERATIVO DA EDUCAÇÃO BRASILEIRA. 2004 Agência Educa Brasil. Disponível em: www.educabrasil.com.br/eb/dic/dicionario.asp? Acesso em: 20 jul. 2021.

DOUGHERTY, Dale. **Free To Make**: How The Maker Movement is Changing our Schools, our Jobs, and our Minds. California, North Atlantic Books, 2016. Disponível em: <https://ilk.media.mit.edu/courses/readings/Maker-mindset.pdf>. Acesso em: 20 de jun de 2021.

FEINSTEIN, N. W.; KIRCHGASLER, K. L. Sustainability in Science Education? How the Next Generation Science Standards Approach Sustainability, and Why It Matters. *In: Science Education*, v. 99, n. 1, p. 121–144, 2015.

FREIRE, P. **Educação e mudança**. Tradução de Moacir Gadotti e Lilian Lopes Martin. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

FREIRE, P. **Pedagogia da Indignação**: cartas pedagógicas e outros escritos. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

LOUREIRO, C. F. B. Educação ambiental e movimentos sociais na construção da cidadania planetária. *In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. de (Org). Educação Ambiental*: repensando o espaço da cidadania. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P. Ecologia política, justiça e educação ambiental crítica: perspectivas de aliança contra-hegemônica. **Revista Trab. Educ. Saúde**, Rio de Janeiro, v. 11 n. 1, p. 53-71, jan./abr. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/tes/v11n1/a04v11n1.pdf>. Acesso em: 17 julh. 2021.

LOURENÇO, N.M.G. **Manual de Vermicompostagem**. FUTURAMB. 1.^a Edição. Lisboa - Portugal. 2014.

LOURENÇO, N.M.G; COELHO, S.I.D. **Vermicompostagem nas escolas**: manual prático do professor. 1. ed. Lisboa: Sítio do Livro, 2012.

MIRANDA, et al. RoboFácil: Especificação e Implementação de um Kit de Robótica para a Realidade Educacional Brasileira. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, V. 18, n. 3, 2010.

OENNING, A. S.; CARDOSO, M. Á.; DAL PONT, C. B.; LIMA, B. B.; VALVASSORI, M. L. Estudo de composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do município de Criciúma. **Revista de Iniciação Científica**, v. 10, n. 1, 2014.

PLUGLIESE, G.O. **Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM (Science, Techonology, Engineering and Mathematics)**. Orientadora: Profa. Dra. Vera Nisaka Solferini.2017. 135fls.Dissertação(Mestrado em Genética e Biologia Molecular, na Área de Genética Animal e Evolução) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas,2017.

SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações- 2ªed.** - São Paulo: Cortez: autores associados, 1991. -(coleção Polêmicas do nosso tempo; v.40).

SEGURA, D. de S. B. **Educação Ambiental na escola pública: da curiosidade ingênua à consciência crítica** São Paulo Annablume: Fapesp,2001. 214p

SMYTH, D. P.; FREDEEN, A. L.; BOOTH, A. L. Reducing solid waste in higher education: The first step towards „greening“a university campus. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 54, n. 11, p. 1007-1016, 2010.

SONG, Q; LI, J.; ZENG, X. Minimizing the increasing solid waste through zero waste strategy. **Journal of Cleaner Production**, v. 104, p. 199-210, 2015.

SOSTER, T. **Revelando as essências da Educação Maker: percepções das teorias e das práticas.** 2018. 172 fls. Tese (Doutorado em Educação). Programa Educação: Currículo. PUC-SP. São Paulo, 2018.

TRIVELATO, S. F.; SILVA, R. L. F. **Ensino de Ciências.** São Paulo: Cengage Learning. 2011 (Coleção Ideias em Ação).

UNESCO. **Década da Educação das Nações Unidas para um Desenvolvimento Sustentável**, 2005-2014: documento final do esquema internacional de implementação, Brasília, Brasil, 2005. 120 p.

VAZ, A. C. N. et al. **Avaliação de dois modelos de vermicompostagem para gerenciamento de resíduos orgânicos crus e aplicação como tema de educação ambiental no ensino formal.** 2017. Dissertação (Mestrado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2554/1/CT_PPGCTA_M_Vaz%2C%20Ana%20Claudia%20N%C3%BCernberg_2017.pdf. Acesso em: 21 mai. 2021.