

UNESPAR

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
CAMPUS DE PARANAVAÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
FORMAÇÃO DOCENTE INTERDISCIPLINAR - PPIFOR

GESINELLY KELLEN DOS SANTOS RODRIGUES

A ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR STEAM NO CONTEXTO DA
INTEGRAÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA E DAS
TECNOLOGIAS ROBÓTICAS

GESINELLY KELLEN DOS SANTOS RODRIGUES

PARANAVAÍ
2024

2024

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
CAMPUS DE PARANAVÁÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
FORMAÇÃO DOCENTE INTERDISCIPLINAR – PPIFOR**

**A ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR STEAM NO CONTEXTO DA
INTEGRAÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA E DAS
TECNOLOGIAS ROBÓTICAS**

GESINELLY KELLEN DOS SANTOS RODRIGUES

**PARANAVÁÍ
2024**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
CAMPUS DE PARANAÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
FORMAÇÃO DOCENTE INTERDISCIPLINAR - PPIFOR**

**A ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR STEAM NO CONTEXTO DA
INTEGRAÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA E DAS
TECNOLOGIAS ROBÓTICAS**

Dissertação apresentada por Gesinely Kellen dos Santos Rodrigues, ao Programa de Pós-Graduação em Formação Docente Interdisciplinar da Universidade Estadual do Paraná – Campus de Paranaíba, como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestra em Ensino.

Área de Concentração: Formação Docente Interdisciplinar.

Orientadora:
Profa. Dra. Marcia Regina Royer

PARANAÍ
2024

FICHA CATALOGRÁFICA:

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNESPAR e Núcleo de Tecnologia de Informação da UNESPAR, com Créditos para o ICMC/USP e dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Rodrigues, Gesinelly Kellen dos Santos

A abordagem interdisciplinar STEAM no contexto da integração da educação ambiental crítica e das tecnologias robóticas / Gesinelly Kellen dos Santos Rodrigues. -- Paranavai-PR, 2024.

134 f.: il.

Orientador: Márcia Regina Royer.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado Acadêmico em Ensino: "Formação Docente Interdisciplinar") -- Universidade Estadual do Paraná, 2024.

1. Abordagem STEAM. 2. Educação Ambiental Crítica. 3. Robótica. I - Royer, Márcia Regina (orient). II - Título.

GESINELLY KELLEN DOS SANTOS RODRIGUES

**A ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR STEAM NO CONTEXTO DA
INTEGRAÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA E DAS
TECNOLOGIAS ROBÓTICAS**

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Marcia Regina Royer (Orientadora) –
Unespar/Paranavaí

Prof. Dr. Jonathan Andrés Mosqueira –
Universidade Surcolombiana – Neiva/Colômbia

Profa. Dra. Caroline Oenning de Oliviera – Rede
Municipal de Educação de Paranavaí

Profa. Dra. Etiane Ortiz Paiva –
Unespar/Paranavaí

Data de Aprovação: _16/_05/_2024_.

DEDICATÓRIA

A Deus, que sempre me fortaleceu.

Aos meus pais, pela constante inspiração, apoio incondicional e valores transmitidos que me guiaram até aqui.

À minha família, que me deu todo o apoio necessário para que eu realizasse este trabalho e na pessoa do meu esposo por oferecer amor, paciência e compreensão nos momentos mais difíceis.

À minha professora e orientadora, por sua paciência e dedicação e pelo conhecimento compartilhado, que foi essencial para que eu concluísse esta dissertação.

Aos amigos pela amizade verdadeira, momentos de descontração e por toda ajuda e apoio quando me foi necessário.

Que este trabalho possa contribuir de alguma forma para o avanço do conhecimento em nossa área e para o bem da sociedade como um todo.

Dedico este trabalho com carinho e gratidão.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre foi minha força e refúgio, ao longo desta jornada.

À minha orientadora, Professora Dra. Marcia Regina Royer, pelo apoio constante, por sempre acreditar em minha capacidade, mesmo naqueles momentos em que demonstrei inseguranças.

Agradeço também aos membros da banca examinadora por dedicarem seu tempo e expertise na avaliação deste trabalho, contribuindo para sua qualidade e relevância.

À minha família, que sempre acreditou em mim, incentivando-me a perseguir meus sonhos. Durante meses demonstraram, de forma incondicional, paciência e encorajamento. Vocês são meu porto seguro e minha maior motivação.

A pessoa do meu esposo Gabriel Matolla, que veemente me incentivou e suas palavras de encorajamento foram a minha motivação nos momentos mais desafiadores.

Às minhas amigas Luciana Alves e Luciana Rodrigues, que estiveram comigo desde o início do Mestrado, compartilhando momentos preciosos, que nos fizeram rir e chorar. Nós nos abraçamos, para percorrer juntas esta jornada, e esta parceria foi muito importante.

Ao professor Vaudenir Pereira Dias, pelo incentivo, por estar sempre disposto a discutir sobre temas significativos para a minha pesquisa.

Por fim, expresso minha gratidão à vida, às oportunidades que surgiram e às lições aprendidas ao longo deste percurso acadêmico.

Este trabalho é fruto de um esforço coletivo e, mais uma vez, agradeço a todos e todas que, direta ou indiretamente, contribuíram com sua parcela para que eu chegasse a este momento. Recebam minha gratidão.

Deleita-te também no Senhor, e te concederá os desejos do teu coração. Entrega o teu caminho ao Senhor; confia nele, e ele o fará. E ele fará sobressair a tua justiça como a luz, e o teu juízo como o meio-dia.

Salmos 37:4-6

RODRIGUES, Gesinely Kellen dos Santos. **A abordagem interdisciplinar STEAM no contexto da integração da Educação Ambiental Crítica e das Tecnologias Robóticas**. 134 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Universidade Estadual do Paraná – Campus de Paranavaí. Orientadora: Marcia Regina Royer. Paranavaí, 2024.

RESUMO

A Educação Ambiental Crítica (EAC) tem como proposta promover a transformação da realidade social, contrapondo-se à produção capitalista, tendo em vista a grande exploração dos recursos naturais para o fomento da produção de bens e serviços para satisfazer o consumo exacerbado da sociedade em prol do conforto ou pseudoconforto. Neste enfoque, a abordagem STEAM e a Robótica apresentam-se como possibilidades de abordagens inovadoras e eficazes para integrar a EAC ao currículo escolar. Em razão disso, propomos como objeto de investigação, a abordagem STEAM, à luz dos pressupostos da EAC, articulada à Robótica e outras disciplinas correlatas, visando uma abordagem interdisciplinar. Diante deste contexto, o objetivo desta pesquisa foi analisar a relevância do STEAM e da Robótica como estratégias para o ensino da EAC, destacando seus benefícios e potenciais, aplicações práticas em relação às questões ambientais que impactam a comunidade escolar e os alunos participantes do estudo. Este estudo adotou uma abordagem qualitativa com objetivos exploratórios e descritivos, utilizando a observação participante como modalidade de pesquisa. A coleta de dados foi realizada por meio de questionários em formato de formulários e relatos textuais dos protótipos robóticos, envolvendo alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de um Colégio Estadual do município de Nova Esperança, Paraná. Para análise do *corpus* empregou-se a Análise de Conteúdo (AC) de Laurence Bardin, dentre outras contribuições teóricas. Como resultado, identificamos a frequência de termos e expressões ligados a EAC como “Cidadania”, “Consumo e Consumo Consciente”, “Compromisso/engajamento”, “Degradação”, “Exploração/explorar/Capitalismo”, “Problema socioambiental”, “Sustentabilidade socioambiental”, “Transformação “socioambiental”, entre outros, dos quais, mostraram de forma clara a evolução do pensamento dos alunos de forma crítica e engajada. Dessa forma, obtivemos uma compreensão de forma positiva a ascensão da EAC, por intermédio do método STEAM e da Robótica, estratégia que permitiu aos discentes o desenvolvimento do diálogo, da cidadania e da criticidade, aspectos que contribuíram para a transformação do pensamento dos alunos em relação às questões ambientais. Além disso, foi criado um produto pedagógico no formato de Sequência Didática (SD), com intuito de guiar e apoiar outros professores a desenvolver por meio do ensino de Robótica a EAC. A experiência não se limitou apenas no campo dos objetivos da pesquisa, mas inspirou alunos a se tornarem agentes de mudança contribuindo positivamente para um mundo em transformação. Esperamos que esta pesquisa contribua para estudantes, professores e pesquisadores, inspirando a realização de outros trabalhos na mesma linha de investigação.

Palavras-chave: Educação Ambiental Crítica. STEAM. Robótica Educacional.

RODRIGUES, Gesinely Kellen dos Santos. **The STEAM interdisciplinary approach in the context of integrating Critical Environmental Education and Robotic Technologies.** 134 f. Dissertation (Master's in Teaching) – State University of Paraná – Paranavaí Campus. Advisor: Marcia Regina Royer. Paranavaí, 2024.

ABSTRACT

The Critical Environmental Education (CEE) aims to promote the transformation of social reality, opposing capitalist production, taking into account the great exploitation of natural resources to promote the production of goods and services to satisfy the exacerbated consumption of society in for comfort or pseudo-comfort. In this approach, the STEAM approach and Robotics present themselves as possibilities for innovative and effective approaches to integrate CEE into the school curriculum. For this reason, we propose as an object of investigation, the STEAM approach, in light of the CEE assumptions, articulated with Robotics and other related disciplines, aiming for an interdisciplinary approach. Given this context, the objective of this research was to analyze the relevance of STEAM and Robotics as strategies for teaching CEE, highlighting their benefits and potential, practical applications in relation to environmental issues that impact the school community and the students participating in the study. This study adopted a qualitative approach with exploratory and descriptive objectives, using participant observation as a research modality. Data collection was carried out through questionnaires in form format and textual reports of robotic prototypes, involving students in the 9th year of Elementary School at a State College in the city of Nova Esperança, Paraná. To analyze the corpus, Laurence Bardin's Content Analysis (CA) was used, among other theoretical contributions. As a result, we identified the frequency of terms and expressions linked to CEE such as "Citizenship", "Consumption and Conscious Consumption", "Commitment/engagement", "Degradation", "Exploration/exploit/Capitalism", "Socio-environmental problem", "Sustainability socio-environmental", "Socio-environmental transformation", among others, which clearly showed the evolution of students' thinking in a critical and engaged way. In this way, we obtained a positive understanding of the rise of CEE, through the STEAM method and Robotics, a strategy that allowed students to develop dialogue, citizenship and criticality, aspects that contributed to the transformation of students' thinking into relation to environmental issues. Furthermore, a pedagogical product was created in the Didactic Sequence (DS) format, with the aim of guiding and supporting other teachers to develop CEE through the teaching of Robotics. The experience was not limited to the field of research objectives, but inspired students to become agents of change, contributing positively to a changing world. We hope that this research will contribute to students, teachers and researchers, inspiring other work in the same line of investigation.

Keywords: Critical Environmental Education. STEAM. Educational Robotics.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AC** – Análise de Conteúdo
- BNCC** – Base Nacional Comum Curricular
- CEI** - Comunidade dos Estados Independentes
- COEA** - Coordenação Geral de Educação Ambiental
- CTE** – Coordenação De Tecnologias Educacionais
- DTI** – Diretoria de Tecnologia e Inovação
- EA** – Educação Ambiental
- EAC** - Educação Ambiental Crítica
- EF** – Ensino Fundamental
- EUA** – Estados Unidos da América
- FNMA** – Fundo Nacional de Meio Ambiente
- GEE** - Gases de Efeito Estufa
- IBAMA** – Divisão de Educação Ambiental do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- IDE** – *Integrated Development Environment*
- MEC** – Ministério da Educação e Cultura
- ODM** – Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
- ODS** - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas
- ONGs** – Organizações não Governamentais
- ONU** – Organização das Nações Unidas
- PCN** – Parâmetros Curriculares Nacionais
- PE** – Produto Educacional
- PIEA** – Programa Internacional de Educação Ambiental
- PNEA** - Política Nacional de Educação Ambiental
- PNMA** - Política Nacional de Meio Ambiente
- PNUMA** - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
- PR** – Paraná
- PRONEA** – Programa Nacional de Educação Ambiental
- SD** – Sequência Didática
- SEE** - *Society for Environmental Education*
- SEED** – Secretaria do Estado da Educação
- SEMA** - Secretaria Especial do Meio Ambiente

SENAR - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural

STEAM – *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*

STEM - *Science Technology Engineering Mathematics*

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

URSS - União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Exemplos de aplicações robóticas que atuam para um meio ambiente sustentável	59
Quadro 2. Competências gerais - BNCC	76
Quadro 3. Descrição das etapas da SD aplicada a turma do 9º ano A durante o período de 20 horas/aulas	78
Quadro 4. Etapas da Sequência Didática (SD) e momentos da coleta de dados.....	80
Quadro 5. Expressões das ideias dos estudantes sobre a Pergunta 1 – Você conhece ou ouviu falar de Educação Ambiental?	811
Quadro 6. Percepção dos alunos do 9º ano EF sobre o conceito de Educação Ambiental e que ações acreditam ter relação com a EA	83
Quadro 7. Os professores trabalham o conceito de EA em sala de aula?	844
Quadro 8. Fichamento das respostas do formulário 2 e preparação para unitarização e escolha de palavras-chave	85
Quadro 9. Fichamento dos relatos e preparação para unitarização	89
Quadro 10. Palavras-chave utilizadas para a Análise de Conteúdo	92
Quadro 11. Categorização das palavras-chave	95
Quadro 12. Categorização dos enunciados sobre a percepção de EA	96
Quadro 13. Categorização dos relatos textuais da apresentação dos protótipos robóticos	98
Quadro 14. Excertos dos relatos textuais apresentados pelos grupos na percepção conservadora da EA	99
Quadro 15. Apresentação dos protótipos e comentários categorizados na Percepção conservadora da EA	99
Quadro 16. Apresentação dos protótipos e comentários categorizados na percepção crítica da EA	100
Quadro 17. Detalhando o planejamento da SD	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Identificação das respostas do questionário 2 utilizadas na AC	700
Tabela 2. Palavras-chave, frequência por número de citações nas respostas apresentadas no Formulário 2.....	92

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Apresentação das ideias sobre o que é EA.....	82
Figura 2. O desenvolvimento de projetos na escola sobre Educação Ambiental	833
Figura 3. Introdução ao Tema – Momento de discussão em roda de conversa depois de trabalhar conceitos iniciais da Educação Ambiental.....	110
Figura 4. Imagem da nuvem de palavras realizada na etapa 1 da SD para buscarmos temática e problemas ambientais dentro espaço escolar.....	111
Figura 5. Momento em que os alunos realizaram a pesquisa e exploração do tema	112
Figura 6. <i>Design</i> e construção. Momento em que as equipes planejavam e desenvolviam os protótipos robóticos	113
Figura 7. <i>Design</i> e construção. Desenvolvimento do design do protótipo robótico utilizando a ferramenta <i>Tinkercad</i>	113
Figura 8. <i>Design</i> (Conexões: Arduino, sensor, relé, bomba e energia), produzido utilizando a plataforma Canvas	114
Figura 9. <i>Design</i> e construção – Desenvolvimento dos códigos de programação utilizando o simulador <i>Tinkercad</i>	115
Figura 10. Desenvolvimento e testes – Os projetos em arduino foram testados utilizando a plataforma Mblock e Arduino IDE	116
Figura 11. Desenvolvimento e testes do irrigador automatizado na horta da escola	117
Figura 12. Apresentação e demonstração do Irrigador automatizado	119
Figura 13. Funcionamento da Irrigação Automatizada, enquanto a horta está sendo irrigada	119
Figura 14. Funcionamento da Irrigação automatizada em apresentação para equipe pedagógica da escola	120
Figura 15. Apresentação e demonstração do sinaleiro escolar	120
Figura 16. Apresentação e demonstração do processador de sabão	1200

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	20
1 DESVELANDO A EDUCAÇÃO AMBIENTAL: ENTRE A HISTÓRIA E A NECESSIDADE DE UMA ABORDAGEM CRÍTICA	24
1.1 Breve História da Educação Ambiental	25
1.2 Educação Ambiental no Brasil.....	31
1.3 Reflexões sobre as Correntes de Pensamento da Educação Ambiental	34
1.4 Educação Ambiental no Contexto da Crise Socioambiental.....	41
1.5 Educação Ambiental Escolar com vista ao desenvolvimento Tecnológico e a busca pela Cidadania	46
2 STEAM E ROBÓTICA: CONTEXTOS E POSSIBILIDADES	51
2.1 Abordagem STEAM: fundamentação teórica	51
2.2 Conceito Histórico da Robótica Educacional e possibilidades	54
2.3 Ensino de Robótica nas Escolas do Estado do Paraná	60
2.4 Robótica no Desenvolvimento de Competências sob a Abordagem Interdisciplinar por meio da STEAM	62
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	64
3.1 Caracterização dos procedimentos e métodos	64
3.2 Dos participantes da pesquisa	65
3.3 Do local da pesquisa	66
3.4 Instrumentalização e ações da pesquisa.....	67
3.4.1 <i>Primeiro Momento: contexto e início da coleta de dados</i>	68
3.4.2 <i>Segundo momento: segunda coleta de dados através dos protótipos e relatos textuais</i>	70
3.4.3 <i>Terceiro momento: finalização da SD e aplicação do Formulário 2 para última coleta de dados</i>	71
3.5 Preparando a Análise de dados	72
3.5.1- <i>Identificação do conhecimento prévio dos alunos</i>	72
3.5.2 <i>Análise de Conteúdo</i>	72
3.6 Desenvolvimento do Produto Educacional	75
3.6.1 <i>Elaboração do Produto Educacional</i>	76
4 ANÁLISE DOS DADOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO	80
4.1 Análise das respostas obtidas mediante o Formulário 1	81
4.2 Análise de conteúdo das respostas do Formulário 2 e dos Relatos Textuais	85
4.3 Finalização da análise com percepção dos protótipos apresentados	102
4.4 Resultados em relação ao Produto Educacional.....	105
CONSIDERAÇÕES FINAIS	122
REFERÊNCIAS	126

APRESENTAÇÃO

Sou nascida em Nova Esperança-PR, filha de docentes e irmã de uma professora. Tenho também, um irmão guerreiro e trabalhador dos transportes e uma irmã que, *in memoriam*, me lembro e sei que estaria muito orgulhosa da minha pessoa. Meu pai, sempre muito trabalhador, narra suas histórias, relembrando o período vivido na roça, durante o qual tinham que plantar e, muitas vezes, depender unicamente do que a terra produzia. Apesar das dificuldades, ele saiu da cidade de Jequié-BA para o interior paranaense, em busca de melhores condições de vida. Chegando aqui, foi no estudo que encontrou sua vocação. Ele andava muitos quilômetros a pé para chegar à escola e, por muitas vezes, enfrentou o tenebroso frio da época.

Foi nessa época que ele conheceu sua esposa, e minha mãe, Aparecida, mulher guerreira e humilde, que já enfrentava os cafezais para auxiliar na sobrevivência de sua família. Ambos se casaram e tiveram uma filha, a qual chamaram pelo nome de Gesinelly, sendo que a escolha do meu nome foi feita pelo meu pai, que foi sempre quem me inspirou, ensinando-me a ser altruísta e a buscar conhecer o mundo por meio dos livros, viajando pelo conhecimento.

Com muita luta, meu pai se tornou, no início dos anos de 1980, professor licenciado, pois já lecionava desde o término do 2º período, ou do antigo ginásio. Agora ele era professor de Física, o tão temido professor Ariston, de uma cidadezinha interiorana chamada Nova Esperança-PR. Eu, ainda pequenina, vi o meu guerreiro lutar muito, sempre deixando muito claro que ele gostaria que seus filhos também buscassem um futuro ligado à educação.

Minha mãe, ao se casar, tinha apenas a 3ª série primária, então, meu pai incentivou-a para dar continuidade aos seus estudos. Anos mais tarde, ela conseguiu se tornar uma excelente professora, licenciada em Química. Dela recebi uma inspiração ainda maior: ela me ensinou o amor, a não reclamar e a ter fé. Ela se tornou para mim um exemplo de garra e perseverança.

Sou filha, portanto, deste casal tão especial, uma mistura de perfeição (minha mãe sempre organizada e perfeccionista), com a essência de lutador (meu pai em busca de ideias, contrapondo políticas, grevista, desejoso de mudar o mundo). Eis a minha pessoa: rebelde nos anos iniciais da escola, princesa, em alguns momentos, e surpreendente, em outros. “Eita! Garota, não para, ‘cala a boca””. Totalmente

comunicativa, queria liderar, mas não via espaços, queria contrariar e tive as primeiras frustrações.

Depois do ensino fundamental, prossegui meus estudos no antigo 2º grau, certa de que eu seria uma contadora e não passando pela minha cabeça fazer o Magistério, antigo nome do atual Curso de Formação de Docentes. De fato, apesar de pais docentes, eu sonhava com outros voos, pois adorava calcular. Contudo, eu me realizava na leitura, transitando, portanto, entre a área de humanas e a de exatas. Por imposição paterna, em 1992, eu iniciei o curso de Magistério, simultaneamente, com o de Técnico em Contabilidade.

A menina cresceu e concluiu os dois cursos de Ensino Médio, ainda tendo em mente que ser professora não era uma prioridade. Porém, eu trabalhava, em 1994, no projeto Proinfo, do Governo Requião, ensinando os primeiros passos da informática, em computadores antigos, como o 386 e o 486, dentre outros, que podem ser considerados ótimos para a época. Eu ensinava sobre o sistema operacional D.O.S., editores de textos, planilhas eletrônicas e até sobre banco de dados, já antevendo que eu ainda cursaria a tão sonhada faculdade de Ciências da Computação.

A área tecnológica sempre me fascinou, eu vivia sonhando, inventando e resolvendo problemas de computadores, desde os 15 anos. Porém, por viver em uma cidade pequena, eu sofria pela falta de emprego na área. Sendo assim, acabei trabalhando como orientadora de informática em uma escola especializada no ramo, em 1997. Eu estava, de novo, compartilhando o que eu sabia, sem perceber que era forte em mim a habilidade de ensinar, e eu fazia isto com muita competência.

O tempo passou e, somente em 2012, depois de tantas decepções, agora casada e com um filho, consegui enxergar que poderia obter uma nova graduação, desta vez, no curso de Letras-Língua Portuguesa, no qual me formei no ano de 2015, pela Faculdade do Noroeste Paranaense-FANP: nascia, oficialmente, a professora Gesinelly.

Nos anos seguintes, trabalhei como Orientadora de Letramento, no SESC Paranavaí e, algum tempo depois, passei a lecionar como professora PSS do estado do Paraná, na disciplina de Português. É importante destacar que as escolas do Estado do Paraná vêm agregando a componente curricular Robótica à sua grade de ensino, principalmente nas escolas de ensino integral. Sendo assim, devido aos meus conhecimentos e estudos sobre a robótica, consigo atuar nesta área que sempre me

fascinou, desde muito pequena, buscando incentivar os estudantes a desenvolverem o pensamento lógico e computacional, fomentando o desenvolvimento de protótipos que possam contribuir, significativamente, para superar problemáticas ambientais.

Posso dizer, então, que não desisti dos meus sonhos da adolescência, eles só tomaram um caminho diferente, uma vez que trabalho com o que gosto, tendo a certeza de querer ensinar, tendo a chance de oportunizar aos alunos da escola pública sua inserção no vasto mundo das possibilidades tecnológicas.

No que tange ao meu trabalho com a Educação Ambiental (EA), no contexto da sala de aula, percebi a possibilidade de melhorar meu conhecimento, intensificando minha reflexão e ponto de vista sobre as temáticas, sob a vertente da Educação Ambiental Crítica.

Em face do exposto, durante o curso de Mestrado em Formação Docente Interdisciplinar-PPIFOR, da Unespar, em Paranavaí, estabeleci como objeto de pesquisa a Educação Ambiental Crítica (EAC), buscando investigar se ela pode ser desenvolvida por meio da utilização da abordagem STEAM, articulada ao ensino do componente curricular Robótica.

INTRODUÇÃO

A crise ambiental ganhou notoriedade na segunda metade do século XX, tornando-se um marco deste período a obra *Primavera Silenciosa*, de Rachel Carson (1969), na qual a bióloga e ativista ambiental alertou o mundo sobre o que estava ocorrendo nos Estados Unidos da América. O ponto principal de sua denúncia recaiu sobre as tecnologias utilizadas na agricultura e pecuária, com a autora apontando que estas não estavam sendo aplicadas para resolver problemas, mas, sim, para criar novas complexidades. Na visão da bióloga, as tecnologias utilizadas naquele contexto estavam sendo aplicadas somente para atender o mercado e a indústria química, o que evidenciava, na época, pouco, ou nenhum, interesse pela sustentabilidade ambiental.

Décadas se passaram, muitas ações foram tomadas por instituições governamentais e não governamentais, legislações foram promulgadas, porém, a crise ambiental continuou prevalecendo. Atualmente, pesquisas como as de Dias (2004), Sorrentino (2005) e Loureiro (2012), entre outros autores, revelam que o planeta chegou ao seu limite. No tocante ao clima e aos eventos atmosféricos, com as temperaturas sinalizando, crescentemente, as devastações florestais e a poluição dos mares e rios não valeram a pena, e o descontrole climático vem anunciando a chegada de uma nova era. No cenário abundante de discussões a respeito destas problemáticas, a humanidade vem sendo alertada acerca do seu papel decisório na manutenção da vida na Terra.

Em face da problemática, a Educação Ambiental Crítica (EAC) pode desempenhar um papel crucial na formação de cidadãos conscientes e engajados. Indivíduos capazes de tomar decisões e promover mudanças positivas em relação ao meio ambiente, uma vez que sua preservação é um desafio global, que exige a participação de todos os setores da sociedade.

A EAC consiste em uma corrente de pensamento que atua como uma combatente do modo de produção capitalista (Sorrentino, 2002). Ao longo das últimas décadas, forja-se um elo entre a natureza e o homem, que veio se configurando em meio a profundas e grandes perdas. Em face da transformação dos recursos naturais em bens de consumo, criou-se a noção de que o homem saiu vencedor desta relação, devido à falsa ideia de conforto ou pseudoconforto. Nesta mesma perspectiva, Tozoni-Reis (2012) atesta que a sociedade atual está submissa a este modelo de produção

capitalista, tendo como resposta o desequilíbrio ambiental.

Sendo assim, está posto o desafio de se criar mecanismos alternativos que se mostrem eficientes para a busca do reequilíbrio entre o homem e o meio ambiente, por meio de pesquisas que investiguem o uso adequado das tecnologias, de forma que estas sejam utilizadas de forma crítica, como recurso que contribua para a sustentabilidade do planeta.

Nessa vertente, desponta a metodologia *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM), que visa promover a integração das áreas da Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática e cujos pressupostos podem ser abordados no contexto de um trabalho articulado com a robótica que, por sua vez, também tem um potencial interdisciplinar, ativo e motivador.

A abordagem STEAM apresenta-se como uma estratégia pedagógica inovadora e eficiente, que sublinha um novo conceito de ensino escolar, que permite ao aprendiz conectar-se ao universo das tecnologias. Ademais, ela fomenta a participação dos estudantes em atividades práticas e interdisciplinares, relacionadas à EAC, buscando prepará-los para atuarem na sociedade como transformadores do meio em que vivem (Achermann, 2022).

Concomitantemente, a robótica é uma das áreas que mais tem atingido destaque no mercado, nos últimos anos, devendo-se isso à grande expansão das tecnologias, além da influência destas no desenvolvimento das atividades humanas, em vários setores de sua vida. Em relação aos projetos STEAM articulados à robótica, Puig e Bargalló (2017) asseguram que a arte e a robótica formam um paradigma prático, que insere beleza, alegria, diversão e criatividade na aprendizagem dos conteúdos curriculares.

No mesmo viés, a robótica é uma ferramenta eficaz para promover habilidades de equipe nos alunos, uma vez que propicia a eles espaços para discutir, resolver problemas juntos, trabalhar em parceria com seus colegas, cada um dando o seu melhor, estratégia que gera experiências de aprendizagem interativas e atraentes (Varney *et al.*, 2012). Já no que tange à Robótica Educacional, a criatividade está associada aos processos de programação, construção e manipulação de plataformas robóticas, que estimulam o pensamento inventivo e a resolução criativa de problemas (Zawieska; Duffy, 2015).

Em face do contexto apresentado, este trabalho se justifica diante da

necessidade de formar as atuais e novas gerações de alunos, para o enfrentamento dos desafios atuais e futuros, referentes às problemáticas ambientais e à sobrevivência humana no planeta Terra. Em razão disso, propomos como objeto de investigação a abordagem STEAM, à luz dos pressupostos da EAC, articulada à Robótica e a outras disciplinas correlatas, visando uma abordagem interdisciplinar.

Para o desenvolvimento de nossa pesquisa, utilizamos a seguinte questão norteadora: quais são os benefícios e as possíveis aplicações práticas da metodologia STEAM e da Robótica como ferramentas para o ensino da EAC?

Diante desse contexto, o objetivo geral desta pesquisa foi analisar a relevância da metodologia STEAM e da Robótica como estratégias para o ensino da EAC, destacando seus benefícios e potenciais aplicações práticas em relação às questões ambientais que impactam a comunidade escolar e os alunos participantes do estudo.

Os objetivos específicos do presente estudo, portanto, consistem em: a) analisar relatos textuais entregues pelos participantes das pesquisas durante a coleta de dados e construir protótipo, por meio de soluções robóticas mecânicas ou autônomas, que colaborem para sanar ou melhorar o(s) problema(s) ambiental (ais) identificado(s) por meio do estudo; b) Apresentar e discutir sobre o pensamento crítico e investigativo dos alunos e as possibilidades de utilização das tecnologias em prol da sustentabilidade do planeta; c) Avaliar um produto educacional, que consiste em uma sequência didática, direcionada a docentes de Robótica, do Ensino Fundamental, composta por um conjunto de atividades que apoiam o processo de ensino e aprendizagem.

Este trabalho foi organizado em quatro seções, para uma melhor compreensão, as quais apresentaremos sucintamente, facilitando a leitura.

Na primeira seção intitulada “Desvelando a Educação Ambiental: entre a história e a necessidade de uma abordagem crítica”, apresentamos detalhes sobre o contexto da Educação Ambiental Crítica, por meio de um breve histórico, acerca das principais discussões e relevâncias que têm sido apontadas pelos autores, na perspectiva das correntes da Educação Ambiental Crítica.

Na segunda, traçamos uma breve definição e contexto sobre a abordagem STEAM e sobre a Robótica Educacional na seção intitulada “STEAM e Robótica: contextos e possibilidades”. Também abordamos como a robótica está vinculada ao componente curricular da Matriz do Estado do Paraná, detalhando sua contribuição.

Demonstramos algumas aplicações robóticas no campo da EAC e finalizamos entrelaçando a abordagem STEAM e a Robótica.

Na terceira seção, intitulada “Procedimentos metodológicos”, traçamos um percurso metodológico da pesquisa, descrevendo como ela foi realizada, onde, como e com quem, além de apresentar como foi estabelecida a análise dos resultados, à luz da técnica da AC, de Laurence Bardin.

Por fim, na quarta e última seção, intitulada de “Análise dos dados, resultados e discussão”, demonstramos os resultados obtidos por meio da metodologia utilizada por meio da AC. Apresentamos o produto educacional, sua finalidade e os passos que o compõe.

Encerramos com as “Considerações finais”, nas quais elencamos nossas reflexões finais com base no problema de pesquisa atrelado ao objetivo e resultados obtidos.

1 DESVELANDO A EDUCAÇÃO AMBIENTAL: ENTRE A HISTÓRIA E A NECESSIDADE DE UMA ABORDAGEM CRÍTICA

No cenário do mundo do século XXI, nos deparamos com dois contextos significativos e passíveis de reflexão. Um deles é representado pelas tecnologias vinculadas à abordagem interdisciplinar STEAM, enquanto o outro diz respeito à Educação Ambiental Crítica (EAC), presente em várias etapas do ensino e objeto de debates políticos discutidos por diversos pensadores da causa.

Nesse sentido, consideramos que o papel da Robótica tem sido significativo nas abordagens educativas em relação aos fenômenos climáticos do milênio, onde o uso da automação e da robótica se torna evidente. Essas tecnologias têm potencial de contribuir de várias maneiras para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas e para lidar com os desafios ambientais do século XXI.

Ainda nesse contexto, a EAC parte de uma ideia ou de uma proposta de transformação do meio ambiente, em que a relação entre homem e natureza não sofra importantes impactos conduzidos pelo modo de produção capitalista. Dessa maneira concatenamos com Tozoni-Reis (2004, p. 31), de que “a relação homem e natureza é entendida como sociedade e natureza”, e compreendemos que a relação homem e natureza está submetida aos interesses desse sistema de produção, tendo em vista que os elementos da natureza estão condicionados a esse modelo como recursos econômicos. Por essa razão, entretanto, não está havendo limite de exploração, portanto, estamos vivendo, neste século XXI, uma das maiores crises ambientais da história, a exemplo disso, o desequilíbrio climático e suas consequências.

Ao sublinhar as ideias propostas pela corrente de pensamento crítica acerca do meio ambiente, é possível refletir a respeito dos resultados das explorações entre homem e natureza, tal qual nos traz a responsabilidade social de cobrar as macroestruturas econômicas, sobretudo dos nossos representantes políticos, sob o seu papel de cumprir aquilo que lhes é devido por lei.

É trivial conhecermos sobre os deveres de cuidar e preservar o meio ambiente, não apenas nos discursos políticos, mas é essencial colocar em prática e assumir o protagonismo e a responsabilidade socioambiental, tanto individualmente quanto coletivamente.

Ao explicitar as macroestruturas, queremos dizer sobre o seu papel e responsabilidade socioambiental, são elas: grandes indústrias e corporações de

diferentes segmentos. Essas tais, deixam evidentes que suas maiores preocupações estão fincadas nos interesses sobre o lucro, conforme pensa Marx (1996) em sua obra “O capital”, e neste caso, deixam em segundo plano sua responsabilidade com o meio ambiente.

Nessa situação, entretanto, só basta olhar o índice de poluição dos nossos rios, mares, solo e ar atmosférico. Como entendemos, são barreiras que precisam romper para podermos ter um pequeno avanço no que chamamos de mundo sustentável. Portanto, seguindo essa mesma linha de pensamento, Carvalho (2004) argumenta que precisamos ir para além das fronteiras, estabelecer um diálogo com as diferentes forças representadas pelo setor econômico e político com vista alcançar um equilíbrio entre homem e natureza, garantindo para geração futura o direito de usufruir de um mundo.

Por conseguinte, faz necessário explicitar-se uma breve história da EA, de modo a compreender como se deu a sua gênese, tal como sua evolução de pensamentos, as constituições dos eventos, as leis implementadas e os resultados adquiridos, bem como, os acervos documentais acerca de cada encontro, coadunados por líderes de diferentes países. Por esta razão, tomar conhecimento da história da EA permite ter um olhar crítico diante de tudo o que foi realizado e os acordos firmados para compromissos futuros. Portanto, cada período histórico da EA fomenta o desejo daqueles, cujo interesse, é forjado pelo conhecimento e consciência socioambiental, a valer por nós pesquisadores dessa temática.

Além disso, vimos como relevante realizar o entrelaçamento da EA e temas como educação; contexto escolar; cidadania e ética, dando um aprofundamento no tema acerca das questões ambientais. Ainda, destacamos as correntes da EA com ênfase na EAC, para entendermos as diferenças e os pensamentos em relação a essas vertentes.

1.1 Breve História da Educação Ambiental

A temática de EA ainda é muito discutida, traz em seu histórico marcas da construção de um pensamento voltado para a consciência ambiental. Loureiro (2012, p. 77) pondera que “em termos cronológicos e mundiais, a primeira vez que se adotou o nome Educação Ambiental foi em evento de educação promovido pela Universidade

de Keele, no Reino Unido, no ano de 1965”. Diante desse contexto, ele destaca a “Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano” e a Conferência de Estocolmo de 1972. Em linhas gerais, a conferência de Estocolmo ganhou notoriedade internacional e passou a ser vista como uma das mais importantes na agenda da Organização das Nações Unidas (ONU) ao nível mundial.

O autor supracitado explica que, após a Conferência de Estocolmo, a Organização para a Educação, Ciências e Cultura (UNESCO), juntamente com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), forma o Programa Internacional de Educação Ambiental (PIEA). Este Programa tornou-se um dos responsáveis por promover encontros regionais e nacionais, sobretudo pela produção do boletim *Connect* publicado em cinco idiomas, sendo estes: inglês, francês, árabe, russo e espanhol (Loureiro, 2012).

De acordo com Loureiro (2012) a UNESCO, PNUMA e PIEA juntos explicam que contribuíram tornando a EA um campo específico de reconhecimento internacional, sobretudo, no ano de 1975 com a “realização do primeiro seminário internacional” sobre EA em Belgrado. O grande mérito desses eventos foi colocar a necessidade de uma nova ética ambiental globalmente. Outro ponto importante foi marcado pelo encontro em defesa da erradicação da fome, miséria, analfabetismo, poluição, degradação de bens naturais e também pela exploração humana. Assim, a luta em defesa dos principais problemas inerentes às questões ambientais ganhou notoriedade internacional a partir da conferência de Estocolmo.

Alguns trechos importantes contidos na Carta de Belgrado destacam que

É absolutamente vital que os cidadãos de todo mundo insistam a favor de medidas que darão suporte ao tipo de crescimento econômico que não traga repercussões prejudiciais às pessoas; que não diminuam de nenhuma maneira, as condições de vida e de qualidade do meio ambiente. É necessário encontrar meios de assegurar que nenhuma nação cresça ou se desenvolva à custa de outra nação, e que nenhum indivíduo aumente o seu consumo à custa da diminuição do consumo dos outros (Dias, 2004, p. 101-102).

Outro fato importante ocorreu no ano de 1968 em uma conferência sobre educação realizada no *College of Education, Leichester*, Grã-Bretanha, como também na fundação da *Society for environmental education* (SEE) ou a Sociedade para Educação Ambiental. Nesse mesmo ano, grupos de intelectuais ligados a educação, indústrias, humanistas entre outros passaram a se reunir em Roma para discutir sobre

a crise ambiental, dando início ao clube de Roma (Dias, 2004, p. 33) e nesta mesma ocasião afirma este autor que “os estudantes franceses realizam manifestações protestando contra as condições de vida”. Neste contexto, muitos protestos ocorreram também em outros países da Europa, África, América e Ásia.

No ano de 1968, ocorreu em Roma um encontro de cientistas dos países industrializados e, nesta ocasião, discutiram sobre o consumo das reservas dos recursos naturais não renováveis, como também trataram sobre o aumento demográfico do planeta. O Clube de Roma objetivou tratar com clareza sobre a necessidade de buscar caminhos para a preservação dos recursos naturais, enfatizando sobre a importância dos debates ocorridos nesta reunião e sua difusão ao nível planetário. Visto assim, podemos entender que o Clube de Roma foi um evento importante para a história do meio ambiente (Reigota, 2014).

Conforme Dias (2004), a primeira Conferência Intergovernamental sobre EA foi realizada em Tbilisi, capital da Geórgia, CEI (ex-URSS), no ano de 1977, enfatizando que esta conferência foi organizada pela UNESCO em parceria com a PNUMA. Estes eventos deixaram como legado a história da evolução da EA e nesta ocasião ocorreu a publicação do livro conhecido como “Livro azul”. O documento destaca que o homem tem apresentado um grande poder de transformação no meio ambiente, trazendo assim o desequilíbrio na natureza. Visto assim, podemos interpretar que os resultados dos eventos citados deixaram como legado a necessidade de transformação dos hábitos, costumes e valores da sociedade em relação ao meio ambiente.

A Conferência Intergovernamental realizada em Tbilisi no ano de 1977 marcou-se como um evento de referência até os dias atuais. Este evento só foi possível em razão do momento histórico em que ocorreu e também pela participação em escala mundial dos entes federados. Desse modo, a EA pode ser vista como meio educativo nas suas múltiplas dimensões econômica, social e ambiental (Loureiro, 2012).

Outro marco histórico para a EA ocorreu na Costa Rica no ano de 1979 intitulado como “Seminário Educação Ambiental para América Latina” e anos mais tarde em 1988 acontece na Argentina “o Seminário Latino-Americano de Educação Ambiental”. Nesta ocasião, Loureiro (2012, p. 81) explica que a referência foi à preservação dos patrimônios histórico-cultural, pondera que a “função estratégica da mulher na promoção do desenvolvimento local das culturas ecológicas”.

Diante do contexto, Dias (2004, p. 40) relata que o Encontro Regional sobre

EA, ocorrido em San José, na Costa Rica, foi organizado pela UNESCO no intuito de atender os “professores, planejadores educacionais e administradores”. Para tanto, nesta análise os eventos sobre a EA em países da América Latina vieram fortalecer a ideia sobre a importância da preservação ambiental.

Conforme assevera Dias (2004), o Seminário da Costa Rica foi um dos mais importantes em termos filosóficos na busca do desenvolvimento da América Latina. Neste encontro, EA foi caracterizada como o resultado de uma reestruturação e colaboração entre diferentes disciplinas. Visto assim, os interesses visam promover ações conscientes e racionais na busca de atender a sociedade em suas necessidades socioambientais. Ainda, segundo Dias (2004, p. 140), “O Congresso Internacional sobre Educação e Formação Ambiental” ocorrido em Moscou no ano de 1987 objetivou-se na abordagem sobre as dificuldades encontradas e dos resultados alcançados pelos países acerca da EA. E nesse encontro, foi realizada uma avaliação desde a Conferência de Tbilisi sobre a situação ambiental global, não havendo, portanto, nenhum sinal de diminuição da crise ambiental, ao contrário, o cenário apresentou-se cada vez pior. Portanto, fica evidente que as ações firmadas nestes eventos não alcançaram resultados consolidados.

Dias (2004, p. 140) menciona ainda que a “Conferência Oficial Rio 92” produziu-se um destaque significativo compreendido como “Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global”. Este documento aponta para os compromissos e responsabilidade civil e coletiva em escala planetária. Tozoni-Reis e Janke (2014) apresentam uma reflexão sobre a Rio-92 e o Fórum Internacional das Organizações Não Governamentais (ONGs), explicando que essas instituições desempenharam um papel importante na consolidação do tema da EA. Para tanto, os organizadores brasileiros saíram em defesa da educação e esta luta resultou na elaboração do capítulo 36 da Agenda 21.

Neste mesmo ano, em 1992, grupos de trabalhadores e ONGs com representantes de vários países como El Salvador, Venezuela, Suíça, Tunísia, Quênia, Canadá, Estados Unidos da América, Dinamarca, Alemanha, Jamaica e Brasil elaboram um documento sobre o “Tratado de EA para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global”. Este documento reafirma as orientações acordadas em Tbilisi – uma dessas recomendações é lembrada pela necessidade do cuidado com o planeta terra (Dias, 2004, p. 194). Visto assim, podemos dizer que estas ações

resultaram de discussões em eventos anteriores que na ocasião não foram consolidados.

Anos mais tarde, em 1998, acontece a “Conferência de *Thessalonik* em Tessalônica, Grécia”, de modo que um dos objetivos dessa conferência foi reconhecer o protagonismo da educação na construção da consciência pública em busca da sustentabilidade. Estas ações são mencionadas por Dias (2004, p. 196) quando explica sobre o “Programa de Trabalho da Comissão de Desenvolvimento Sustentável da ONU”. Desse modo, o que fica explícito neste evento é a demanda pela consciência ambiental em busca da sustentabilidade.

Com a globalização no final da década de 90, o que destacou a Revolução Técnico-Científica-Informacional, dando ascensão aos avanços tecnológicos do setor de comunicação e transporte. De acordo com Silva (1999, p. 26) a globalização é a “criação de um mercado financeiro global de magnitude incomparável na história do capitalismo”. Assim, surge a maior rede de atividade econômica entre as nações do mundo.

Isso impulsiona pensar coadunado com Silva (1999) que se destacam na ascensão de poder nações a exemplo dos EUA, Japão, Sudeste Asiático e União Europeia enquanto “observa-se uma tendência à marginalização de amplos setores da população no interior de cada país ou de países no panorama mundial, de forma cada vez mais evidente” (Silva, 1999, p. 26).

Quanto ao ecológico isso também gerou impactos ambientais de forma global, pois “os fenômenos de mudanças climáticas, a deterioração da camada de ozônio, a perda de diversidade biológica e a contaminação de mares e oceanos” (Silva, 1999, p. 26-27), surgem em decorrência da exploração dos recursos naturais de forma massiva. Isso tendeu a aumentar a desigualdade social, o senso discriminatório e desigual em todo o mundo. Assim, a Rio-92, através da sua projeção de um desenvolvimento sustentável, tem o seu destaque e importância para mensurar os próximos passos.

Os fóruns internacionais foram abertos com o intuito de se discutir os novos desafios ecossistêmicos, tornando a Rio-92 o marco para o desenvolvimento da EA (Guimarães; Fontoura, 2012). Neste momento, é oportuno destacar a integração entre o desenvolvimento sustentável e EA, bem como a adoção da Agenda 21 como forma de incentivo a todos os planos de ensino que envolvam a EA. Mais tarde, em 1997 a

declaração de Thessaloniki-Grécia na “Conferência sobre Meio Ambiente e Sociedade: Educação e Conscientização Pública para Sustentabilidade”, enfatiza uma reorientação sobre as políticas de educação que possam incluir as questões ambientais e de sustentabilidade integralmente e de forma contínua (Brasil, 2008, p. 17).

Após mais de 10 anos de discussões acerca da Rio-92, entre os anos de 2005 a 2014, as Nações Unidas e a Unesco implantam a “Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável”, marcando o objetivo de integrar em toda educação e aprendizado práticas de desenvolvimento sustentável de forma global. Reafirmando, em 2007, na “Conferência Internacional de Educação Ambiental de Tbilisi+30”, a relevância de se fazer EA com estratégias educacionais inovadoras e adaptáveis aos desafios ambientais da contemporaneidade (Carvalho, 2008, p. 20).

Em meio a tantas discussões, é interessante observar que a Cúpula das Nações do Milênio, constitui nos anos 2000 em Nova Iorque os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), constituído de nove objetivos globais, com estabelecimento de metas para o enfrentamento contra problemas como extrema pobreza, analfabetismo, doenças, diferenças de gênero e degradação ambiental no intuito de serem alcançados até 2015.

Subsequente a isso, segundo Guimarães e Fontoura (2012) a Rio+20 na cidade do Rio de Janeiro-Brasil, em 2012, com o tema “Economia verde”, apresentando potencial mitigação aos desafios de desenvolvimento sustentável e pobreza, porém em paralelo acontece a Cúpula dos Povos que se posiciona contrária as ideias apresentadas na Rio+20, o que torna faz da conferência apenas a produtora do documento “O futuro que Queremos”, em 2012, abstendo-se de propostas concretas, servindo apenas como reforço da Rio-92, com mesmo repertório da Rio+10, o que tornou a Conferência frustrante (Guimarães; Moura, 2012).

Ao menos, durante as discussões da conferência de 2012, aprovam a substituição dos ODM, cujo prazo terminaria em 2015, pelos atuais Objetivos do Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) que tem seu lançamento em 2015 na assembleia da ONU nos Estados Unidos da América (EUA) prevendo, desta vez, a inclusão de 17 objetivos Globais para serem alcançados até 2030 (Guimarães; Moura, 2012).

1.2 Educação Ambiental no Brasil

Os eventos internacionais que serviram de inspiração para os movimentos sociais que lutam pela proteção do meio ambiente estão ligados à história da EA no Brasil. Através do Programa Nacional de Educação Ambiental (MEC-PRONEA, 2005) pode-se afirmar que a institucionalização da EA no governo federal brasileiro iniciou em 1973 com a criação da Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), vinculada ao Ministério do Interior. Esta organização foi incumbida, como uma de suas atribuições, de ensinar ao povo brasileiro a maneira correta de fazer bom uso dos recursos naturais.

Outro passo importante na institucionalização da EA no Brasil deu-se pela Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), pois no ano de 1981 foi interpretado pelo poder legislativo sobre a necessidade de incluir a EA em todos os níveis e modalidades de ensino. Desde então foi ofertado a EA para a população, para capacitar para que esta contribua na defesa do meio ambiente, de igual modo, a Constituição Federal de 1988 estabelece no inciso VI artigo 225 sobre a importância de promover a EA em todos os níveis do ensino como também a consciência social para preservação da natureza (MEC – PRONEA, 2005). Sendo assim, consoante com a ideia, a década de 80 marcou o início das tomadas de decisões sobre a EA pelo MEC.

Anos mais tarde, em 1988, começa o processo de “institucionalização de uma prática de comunicação e organização social, com os primeiros passos da Rede Paulista de Educação Ambiental e da Rede Capixaba de EA” – depois, em 1992 ocorreu o segundo Fórum Brasileiro de EA adotando, entretanto, o “Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global como carta de princípios” (MEC - PRONEA, 2005, p. 22).

De igual modo, o PRONEA (2005), esclarece que, a partir dos anos de 1990, o Fundo Nacional de Meio Ambiente (FNMA) subsidiou, com recursos financeiros, diversas ações organizadas pela sociedade civil. Estes recursos representaram quase 20% dos projetos financiados por este órgão de fomento, criado em 1989 pela Lei n.º 7.797, em 1991, a Comissão Interministerial para a preparação da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92) considerou a EA como um dos instrumentos da política ambiental brasileira. Desse modo, podemos

considerar que o (FNMA) assume um papel importante na construção do debate e ações em benefício do meio ambiente.

Nesta mesma direção, no ano de 1991 foram criadas duas instâncias no Poder Executivo: o Grupo de Trabalho de Educação Ambiental do MEC, que em 1993 se transformou na Coordenação Geral de Educação Ambiental (COEA/MEC) e a Divisão de Educação Ambiental do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Portanto, na ocasião, ela fica definida e reconhecida por suas competências institucionais, representando a institucionalização das políticas ambientais no Brasil (MEC - PRONEA, 2005, p. 23).

Em 1997, foi elaborada uma nova proposta curricular pelo Ministério da Educação, nomeada por Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), que passou a tratar, em seu enunciado, a EA como tema transversal, parte dos currículos básicos no ensino fundamental, anos iniciais e anos finais.

A EA tem seu reconhecimento mais relevante em 1999, quando de fato a temática passa, de forma permanente, a fazer parte do processo educacional através da Lei n.º 9795/99, onde registra o conceito:

Art. 1º Entende-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

Art. 2º A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal (Brasil, 1999).

Complementa-se no artigo 4 sobre os princípios básicos da EA que segue:

Art. 4º, à referida Lei estabelece de forma explícita os princípios básicos da Educação Ambiental no Brasil onde diz: São princípios básicos da educação ambiental: I- o enfoque humanista, holístico, democrático e participativo; II - a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o socioeconômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade; III – o pluralismo de ideias e concepções pedagógicas, na perspectiva da inter, multi e transdisciplinaridade; IV - a vinculação entre a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais; V - a garantia de continuidade e permanência do processo educativo; VI - a permanente avaliação crítica do processo educativo; VII - a abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais; VIII - o reconhecimento e o respeito pluralidade e à diversidade individual e cultural (Brasil, 1999).

Dessa maneira, entendemos que EA tem por objetivo conscientizar o indivíduo

de que faz parte do meio ambiente e que seu papel social é protegê-lo de forma integral. Para isso, a EA vem para promover o pensamento crítico e transformador do contexto social em que o indivíduo está inserido.

De acordo com Pott e Estrela (2017, p. 271) “o século XXI começou com certa perda de ritmo no que diz respeito ao enfrentamento das questões ambientais”, acontecendo apenas 10 anos após a Rio-92, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento ou Rio+10, em Johannesburgo -África do Sul.

A Rio+10 teve o intuito de discutir os compromissos sustentáveis da Rio-92 e avaliar a Agenda 21. Como dito por Jacobi (2002), a cúpula aprovou um plano que fez recomendações e sugestões para conciliar a proteção do meio ambiente com o crescimento econômico e a justiça social. Diante disso, o autor supracitado expõe que a relevância do Plano de Implantação “foi o compromisso, assinado pelos países, de reduzir pela metade até 2015 o número de pessoas que não têm à água potável e ao saneamento básico” (Jacobi, 2002, p. 19). Isso deixa claro que, diante do quadro emergencial sobre questões ambientais, era preciso fazer mais.

No ano de 2012, acontece a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, Rio+20, no Rio de Janeiro, com a participação de 193 países. Dos países participantes, aqueles em desenvolvimento discordaram da temática sobre erradicação da pobreza e a economia verde como uma solução para as questões sustentáveis, temendo uma regulação e controle pelos países hegemônicos (Guimarães; Fontoura, 2012).

Em consonância com esse pensamento, a Cúpula dos Povos reuniu cerca de 40.000 pessoas, e ocorreu simultaneamente à Rio+20 e expressou oposição à abordagem da economia verde, destacando a preocupação de que essa abordagem poderia aumentar o acúmulo de capital e agravar problemas como a grilagem de terras e os despejos da população original (Cúpula, 2012).

Na nossa percepção e reflexão, compreendemos que esses eventos e conferências foram importantíssimos para orientar os rumos de uma EA que verdadeiramente se sensibilize com os contextos e indivíduos sociais, tornando-os conscientes, críticos e engajados socialmente nas questões ambientais.

1.3 Reflexões sobre as Correntes de Pensamento da Educação Ambiental

Nessa subseção, o nosso objetivo está balizado em apresentar algumas correntes de pensamento que discutem a EA. Faz sentido refletir sobre as diferentes abordagens desse tema, como abordado por Sauvé (2005). A autora deixa evidente os diferentes pensamentos sobre a EA. Realçamos nosso interesse em destacar a EAC, que   considerada o principal objeto de análise para debater a intera o entre meio ambiente e tecnologia no contexto escolar. Portanto, tal abordagem nos preconiza a profunda reflexo  o ao objeto de análise.

A *priori*, Sauvé (2005) relata que embora a EA seja uma preocupa o comum a todos os profissionais da educa o que militam pela causa ambiental,   razoável que escritores e outros tenham diferentes visões ideológicas sobre a EA. Nesse caso, a autora em questão classifica as correntes ambientais da seguinte maneira:

- ✓ Corrente Naturalista: essa corrente vem enfatizar a rela o homem x natureza no desenvolvimento de uma sensibilidade ambiental. Um olhar voltado ao natural, a natureza como forma de vivência e espiritualidade.
- ✓ Corrente Conservacionista/Recursista; aquele que se preocupa com os recursos e sua preserva o.
- ✓ Corrente Resolutiva: Busca soluço ões para problemas ambientais específicos, como a polui o e o desmatamento.
- ✓ Corrente Sist mica: Aborda o meio ambiente como um sistema complexo e interligado.
- ✓ Corrente Científica: Privilegia o conhecimento científico como base para a a o ambiental.
- ✓ Corrente Humanista: Valoriza a dimensão humana da rela o com o meio ambiente.
- ✓ Corrente Moral/ tica: Enfatiza a responsabilidade  tica e moral em rela o ao meio ambiente.

No que concerne às correntes mais recentes, podem ser mencionadas:

- ✓ Corrente Holística: Aborda o meio ambiente de forma integral, considerando as dimensões físicas, sociais, culturais e espirituais.

- ✓ Corrente Biorregionalista: inspira geralmente numa ética ecocêntrica e centra a educação ambiental no desenvolvimento de uma relação preferencial com o meio local ou regional
- ✓ Corrente Prática: na ação, pela ação e para a melhora desta. Não se trata de desenvolver a priori os conhecimentos e as habilidades com vistas a uma eventual ação, mas em pôr-se imediatamente em situação de ação e de aprender através do projeto por e para esse projeto. A aprendizagem convida a uma reflexão na ação, no projeto em curso.
- ✓ Corrente Crítico Emancipatória: Questiona as estruturas de poder que geram desigualdades e propõe a emancipação humana como caminho para a sustentabilidade.
- ✓ Corrente Feminista: Analisa a relação entre gênero e meio ambiente e busca a superação da opressão das mulheres.
- ✓ Corrente Tecnocrática: Confia na tecnologia como ferramenta para solucionar problemas ambientais. Propõe soluções tecnológicas para desafios como a poluição, a geração de energia e o tratamento de água.
- ✓ Corrente Etnográfica: A corrente etnográfica dá ênfase ao caráter cultural da relação com o meio ambiente. A educação ambiental não deve impor uma visão de mundo; é preciso levar em conta a cultura de referência das populações ou das comunidades envolvidas.
- ✓ Corrente da Eco-educação: está dominada pela perspectiva educacional da educação ambiental. Não se trata de resolver problemas, mas de aproveitar a relação com o meio ambiente como cadinho de desenvolvimento pessoal, para o fundamento de um atuar significativo e responsável.
- ✓ Corrente da Sustentabilidade: contribuir para a promoção do desenvolvimento sustentável.

A busca por diferentes conceitos e ideias a respeito da EA eleva a capacidade de entendimento sobre a relação homem e natureza, bem como, tende a melhorar a maneira de interpretação de textos relacionados à EA em documentos. Desse modo, faz sentido tal análise, visto que, na exposição de diferentes conceitos acerca da EA, nos permite pensar para além da nossa visão. Por essa razão, acreditamos que a EAC, nesse caso, rompe com o mundo das representações assumindo o caráter crítico, denunciando a realidade implícita e explícita do sistema capitalista que ao

longo de sua existência vem transformando a natureza em produto do capital segundo as premissas de Marx (1996).

É imprescindível desprender-se das crenças conceituais disseminadas nas mais diversas obras que discutem esse objeto de análise. No entendimento da EAC é razoável ser feitas diferentes observações nos mecanismos de transformação da natureza, nesse caso, quase sempre os atributos confluem ao modelo de produção capitalista (Guimarães, 2004). Esse sistema de produção, ao longo de sua história, aludiu a transformações que jamais houvera na natureza. Portanto, enxergamos que a EAC em sua estrutura prospecta pela análise e aspira pela transformação da realidade social do alunado.

A crítica, nesse caso, é referenciada pelo modo de apresentar, bem como a forma de olhar a EA, dando visibilidade a diferentes ângulos. Essa corrente de pensamento emana da capacidade de compreender os mecanismos e toda a engrenagem do sistema operacional responsável pela intensa mudança da natureza a curto prazo de tempo (Guimarães, 2004). Por conseguinte, entendemos que o pensamento crítico, quando subsidiado pelo conhecimento científico, dá condição para o pesquisador interpretar a realidade do meio ambiente e propor mudanças sustentáveis.

Conforme podemos compreender, a EAC consorcia com as ideias da pedagogia crítica. Essa corrente de pensamento traz à luz uma política educacional transformadora, cujos ideais denunciam a extorsão, exploração e dominação da sociedade, sobretudo, o domínio ideológico do modo de produção capitalista. Alerta a respeito dos efeitos da educação bancária, pela qual é vista como um formato inerte, bloqueando assim o desenvolvimento e criatividade do aluno. Porquanto, é razoável compreender que a educação problematizadora, vista como crítica, apresenta em seu conceito propostas que libertam o sujeito, fazendo dele um protagonista de transformação da própria realidade, portanto da própria história (Dias, 2022).

Desse modo, o objeto teórico é imprescindível ao uso da prática, permitindo o entendimento do que de fato é a crítica. É razoável, nesse sentido, compreender os referenciais teóricos e verificar se eles dialogam com os referenciais da EA presentes em seu contexto. Tão logo, a compreensão da EAC é importante para pensar criticamente a crise ambiental e sua vinculação com o sistema capitalista.

A educação é um mecanismo a transformação social e uma necessidade

fundamental para transformação da espécie humana. Neste caso, reiteramos, conforme Loureiro (2004), que a educação deve ser compreendida antes de ser concretamente realizada. A estrutura educacional é consolidada por meio da ação conjunta entre o pensamento e a prática, pela interação do homem e da sociedade, produzindo e reproduzindo dessa maneira as relações cotidianas no espaço de vivência.

Nesse entendimento, dialogamos com Freire (1987), na qual enxerga que a educação problematizadora é a chave para a autodescoberta crítica do homem. Ao descobrir-se, a pessoa descobre também o mundo como ele realmente é. A educação crítica é atrelada à liberdade, dando vazão à elevação de pensamento, considerando razoável a realidade vivida.

Essa dialogicidade entre o ser pensante e o mundo no qual ele está inserido é importante para a crítica, como aponta Saviani (1991). Portanto, essa abordagem da educação se revela como uma cultura pró-educativa, no sentido de entender a realidade e transformá-la. É compreensível, nesse caso, que a imanência do saber crítico advogue por mudanças de tudo o que apenas representa a realidade e não a sua essência. Neste sentido, a EAC converge para essa forma de ver a realidade.

Concatenado à ideia supracitada, Saviani (1991) pondera que a educação crítica dialética é uma das formas para evitar o reprodutivismo, bem como a sociedade é o objeto determinante na formação do ensino educacional, tal qual pode enveredar por um caminho com reciprocidade ou não. Por conseguinte, é razoável que a educação crítica dialética seja consensual, incitativa e, ao mesmo tempo, reveladora dos atributos da independência, o que permite, no entanto, fazer juízo de valores em outras correntes de pensamentos das quais não comungam com a ideia de transformação da realidade, mas como já mencionado, são reprodutivistas.

No olhar de Frigotto (2001), a educação precisa estar alicerçada no direito, campo consensual que conflui para um ensino democrático. Isso implica estar articulada com um projeto de sociedade, cujas balizas, é a própria democracia. Um ensino democrático alude à saúde, trabalho, lazer e direito a uma aposentadoria digna, reconhecendo nesse sentido, que a educação escolar é um direito individual e coletivo constituinte de qualquer sociedade que presa pelos princípios democráticos.

Para além dessa observação, Leff (2001) aborda a EA como um fator aliado ao desdobramento da complexidade da crise civilizatória, que coexiste na própria relação

que o homem construiu com a natureza. Isso implica ou demanda a formação de uma consciência coletiva sobre suas causas, tal qual postula por soluções.

Em nossa observação, as questões relacionadas ao meio ambiente permeiam todo o processo educacional, levando a crer que a consciência ambiental emerge desse processo. No entanto, é razoável esperar que esse mecanismo alcance todas as etapas de ensino. Portanto, a consciência ambiental ajuíza uma postura crítica, sondando veementemente a relação homem e natureza, sobretudo, no contexto do modo de produção capitalista.

Ainda nesse contexto, Leff (2001) em suas ponderações, ressalta que a pedagogia deve responder aos desafios propostos pela emergência dos paradigmas emblemáticos. A EA pode ser vista subsidiando ações e atitudes que valorizam a confluência da humanidade e natureza, ensejando, nesse caso, a construção histórica, social, econômica e cultural da sociedade humana.

Portanto, faz sentido pensar em uma EAC, uma vez que as suas propostas são fundamentadas na ideia da transformação da realidade social em direção a um mundo sustentável, garantido assim o direito das gerações futuras de desfrutar dos mesmos recursos naturais que estamos usufruindo.

Nesse entendimento, a EAC é uma corrente de pensamento que reconhece e compreende o motivo da existência das diferentes vertentes ideológicas nesse campo. Cada vertente compartilha dos ideais defendidos, garantindo a existência e a permanência dos diferentes ramos que estudam a educação ambiental. Entretanto, o maior desafio é colocar em prática tudo o que é defendido pela EAC (Dias; Gomes, 2022).

Diante do exposto, compreendemos que outros autores possuem visões que convergem com a de Sauvé (2005), para tanto dialogamos com Loureiro (2012), na qual postula por Educa o Ambiental Emancipatória. Emancipar pode ser entendido com independência, nesse caso, avista outras denomina es, como análoga ou sin nimo dessa corrente de pensamento. Em seu entendimento, a EAC, a Educa o Ambiental Popular e a Educa o Ambiental Transformadora, alimentam-se do mesmo propósito e ideias configuradas e defendidas pela Educa o Emancipatória. Por essa razão, acreditamos que na visão desse autor, o eixo central das denomina es apresentadas está na mudança da sociedade.

Nesse mesmo enredo, Cruz (2017) debate acerca das diferentes correntes

ideológicas na vertente crítica e sinaliza para a derivação dos trabalhos acadêmicos, que compõem empiricamente a rotulagem em que convém apresentar a "Crítica Apologética" e a "Crítica-Idealista". A crítica apologética, para esse autor, emerge sobre um pressuposto incoerente, necessitando de objetividade e significado mais profundo que possa, de fato, configurar-se como crítica. Essa categoria não visa apoio teórico, metodológico, político e epistêmico. Portanto, entendemos que a corrente citada por este autor não está conforme à transformação da realidade, são, na verdade, pressupostos de uma educação ambiental reprodutivista.

Além disso, concordamos com Cruz (2017) que a Crítica-Dualista, na qual se destaca por uma estrutura teórica calcada sob o prisma do idealismo filosófico refratário aos pressupostos teóricos da realidade, tem o papel atribuído ao Estado no contexto de enfrentamento à problemática ambiental é uma das principais características da Crítica-Idealista. Também é notório que essa corrente defende sobremaneira a centralidade da ética. Por conseguinte, a luz da EAC, a corrente Crítica-dualista, está distante dos ideais de transformação sociais, submetendo pretensiosamente e estacionando no campo da teoria e não da realidade explicitada.

Sublinhando a ideia acima, a análise crítica é fundamental para a EA, pois permite entender as diferentes vertentes ideológicas correlacionadas, assim, perspectiva mais ampla e eficaz. A compreensão das diferentes abordagens pode ajudar a promover uma mudança significativa na sociedade, contribuindo para a resolução da crise ambiental e ética que enfrentamos atualmente.

Na perspectiva Crítica-Ideal, dialogamos com Leff (2001, p. 17-18) quando assevera que

Na percepção dessa crise ecológica foi sendo configurado um conceito de ambiente com uma nova visão do desenvolvimento humano, que reintegra os valores e potenciais da natureza, as externalidades sociais, os saberes subjugados e a complexidade do mundo negado pela racionalidade do mundo mecanicista, simplificadora, unidimensional e fragmentadora que conduziu o processo de modernização. O ambiente emerge como um saber reintegrador da diversidade, de novos valores éticos e estéticos e dos potenciais sinérgicos gerados pela articulação dos processos ecológicos, tecnológicos e culturais. O saber ambiental ocupa seu lugar no vazio deixado pelo progresso da racionalidade científica como sintoma de sua falta de conhecimento e como sinal de um processo interminável de produção teórica e de ações práticas orientadas por uma utopia: a construção de um mundo sustentável democrático, igualitário e diverso.

No contexto das referidas análises acerca das correntes ideológicas

propositadas, fazemos alusão à crise a partir das ideias de Leff (2001), neste caso a crise ambiental vista por ele também é interpretada como crise civilizatória, já previsto por Loureiro (2012). De acordo com Leff (2001), os avanços tecnológicos e científicos em seu construto histórico não flertaram com os ideais defendidas pela EAC, tão logo compreendemos que essa distância, entre esses dois objetos (EA e tecnologias), produziu a tão falada crise civilizatória. Portanto, a liturgia ambiental entra em colisão com os princípios fundamentados na produção capitalista, tendo em vista que esse sistema de produção material se reduz meramente à exploração dos recursos naturais, transformando-os em produto capital.

Diante do exposto, pela qual referimos a crise ambiental e avanços tecnológicos, é indubitável aludir-se ao método STEAM atrelado a robótica tão discutido nessa pesquisa. Para além da proposta feita por Leff (2001, p. 18), já citado, “o ambiente emerge como um saber reintegrador da diversidade, de novos valores éticos e estéticos e dos potenciais sinérgicos gerados pela articulação dos processos ecológicos, tecnológicos e culturais”, o método do qual propomos, alia tecnologia e meio ambiente. Portanto, o caminho apresentado é uma proposta inovadora que busca sobretudo a sustentabilidade ambiental que consiste na formação da consciência e cidadania.

No tocante da consciência ambiental e cidadania, podemos pensar analogamente a Cruz (2017), valorizando a importância da socialização de saberes e experiências na construção de uma sociedade-mundo, assumindo a responsabilidade pelo futuro comum. Na visão desse autor, a crítica-marxista denuncia a incapacidade de um método científico autocentrado, que tenha a si próprio como critério de verdade. Para Loureiro (2012), a EAC é emancipatória e busca a autonomia e liberdade dos sujeitos por meio da intervenção transformadora nas relações de dominação e opressão. Portanto, retomamos a ideia de que a EAC é renovadora da realidade.

Ainda nesse contexto, Loureiro (2012) defende que a educação crítica é, na verdade, uma ferramenta pedagógica que eleva a compreensão socioambiental, bem como, esta mesma literatura correlaciona os contextos históricos, econômicos, políticos e culturais. Por conseguinte, essa estrutura destaca-se pelo seu modo de organização frente aos atores sociais, a construção e apropriação do conhecimento, a autonomia e liberdade dos sujeitos. Tão logo, acreditamos que a busca da liberdade e sustentabilidade socioambiental é fundamental para a transformação da realidade,

visando, neste sentido, o bem-estar social da coletividade.

Para tanto, dialogamos com Sorrentino (2005), no qual destaca a importância da consciência coletiva, bem como a compreensão atribuída as crises conjunturais e estruturais. Ele enfatiza que a responsabilidade de cada indivíduo é imprescindível e essencial para a implementação das mudanças que se aspiram. Por tanto, é razoável pensar que o envolvimento e comprometimento de todos pela causa em si, nos propulsam ao enfrentamento das questões ambientais em tempos de crise.

1.4 Educação Ambiental no Contexto da Crise Socioambiental

Nesse contexto, direcionamos para uma análise crítica sobre a Educação Ambiental, tomando como referência Carson (1969), que aponta para uma crise ambiental evidenciada pela relação homem e natureza. Loureiro (2012) trata, no entanto, desta questão como crise civilizatória. Neste caso fica implícito que havia grupos defendendo o uso dos produtos químicos no combate a suposta praga citada por Carson (1969), o que seria, entretanto, uma manobra do próprio capital em fomentar o consumo dessas toxinas. Nesse sentido, a crise civilizatória apontada por Loureiro (2012) pode ser interpretada pela falta de valores e respeito entre homem e natureza e nas relações que se constroem entre homem e sociedade.

Buscamos em Lima (2005) outro conceito que aponta a crise ambiental e relaciona-a com a Revolução Industrial inglesa. Ele entende que a Revolução Industrial estava focada no progresso, com mudanças de paradigmas socioeconômicos, e tais empresas eram vistas como "neocoloniais". O referido autor destaca que as empresas imperialistas e expansionistas dos países industrializados emergiram após a Segunda Guerra Mundial.

Em sua análise, Lima (2005) explica que entre os anos de 1960 e 1970, a crise socioambiental se tornou evidente. Nesse contexto, compreendemos que a crise ambiental está relacionada à dinâmica industrial, a qual vem acelerando a ação exploratória dos recursos naturais e gerando assim a crise ambiental. Portanto, a discussão que se traz à baila é utilizar essas mesmas demandas industriais focando na resolução dos problemas socioambientais, através de ações e protótipos robóticos que possam colher dados, minimizar uso de recursos naturais, transformando ações destrutivas em novas perspectivas ambientais que não desgaste o planeta.

De outra forma, Santos (2005, p. 35) salienta que "o processo de crise é permanente, o que temos são crises sucessivas", bem como destaca que a crise é estrutural. Por conseguinte, entendemos que ao buscar soluções fora deste campo, a tendência é aumentar ainda mais os efeitos da crise suscetível às questões ambientais. Assim, podemos interpretar que as problemáticas socioambientais são constituintes de uma crise civilizatória ou social.

Nesta mesma direção, Lima (2005, p. 111) argumenta que "pensar a crise socioambiental no contexto paradoxal da irracionalidade da razão moderna obriga-nos a admitir que essa crise é resultante do triunfo do capitalismo e não de suas falhas ou fracassos". Desse modo, compreendemos que o autor denuncia a ação devastadora do modo de produção capitalista vigente, visto que, ao dizer que o triunfo do capitalismo exerce uma ação dominadora com capacidade de exploração dos recursos naturais sem qualquer limitação, provoca, dessa maneira, uma crise socioambiental, sobretudo uma crise civilizatória.

Em sua obra "Trajetória e Fundamentos da Educação Ambiental", Loureiro (2012, p. 47), compila elementos importantes que justificam e confirmam a crise ambiental, dita por ele como "crise civilizatória". Podemos nesse sentido, interpretar como uma denúncia quando diz que há "profunda divisão entre os países do Norte e do Sul, no que se refere às questões financeiras e comerciais". São conflitos que permeiam as discussões sobre a EA pela qual se faz necessário para compreensão e busca pela sustentabilidade ambiental.

Do mesmo modo, Loureiro (2012, p. 48) revela que "os Estados Unidos é um responsável direto por praticamente 25% da degradação ambiental, e o consumo de bens naturais vem apontando qualquer compromisso multilateral substantivo numa atitude claramente imperialista". Em outra denúncia, Loureiro questiona sobre a prática pesqueira, afirmando que "algumas espécies se encontram em processo de extinção" (Loureiro, 2012, p. 48). Segundo ele, do patrimônio pesqueiro, 60% são explorados nos limites de sua capacidade de suporte. Portanto, os dados em questão servem de alerta acerca do que vem acontecendo com o meio ambiente.

Nesse mesmo olhar, Nevez e Tozoni-Reis (2014, p. 60), em suas análises compreendem e salientam que "se nosso problema é a crise na nossa relação com o ambiente, será significativa a EA que explicita, denuncie, problematize e busque estratégias de enfrentamento das causas históricas, sociais, políticas, econômicas e

ideológicas dessa crise”. A despeito disso, refletimos sobre a EA no campo escolar, cabendo ao docente o seu papel preponderante na mediação do pensamento crítico sobre a relação homem e natureza, permitindo assim a construção de novos valores sociais, políticos, econômicos, entre outros. Para tanto, não podemos enxergar a EA como instrumento estático, mas sim dinâmico com vista à transformação da realidade social e ambiental.

No contexto da crise civilizatória, além da relação homem e natureza, remetemos esta discussão para sala de aula e defendemos que o docente, ao abordar sobre o meio ambiente, não deve perder de vista a relação homem e sociedade. Neste sentido, é crucial que o aluno interprete criticamente como as relações sociais foram historicamente construídas, de modo a se enxergar como um sujeito em sua própria história. Ser sujeito da própria história significa, portanto, possuir liberdade, conhecimento e reconhecimento do seu papel enquanto ator social.

Ainda neste contexto, Loureiro (2012, p. 60), preconiza que os educadores ambientais devam compreender a “profundidade da crise em que estamos inseridos, considerando suas causas estruturais, para trabalhar com os sujeitos do processo educativo de modo que a própria compreensão do atual momento seja ampliada e a informação seja contextualizada”.

Neste caso, cabe saber sobre os avanços dos mecanismos tecnológicos e a busca por produção limpa e dos inúmeros documentos internacionais acordados e assinados pelos países membros da ONU. Para isso, os docentes precisam ficar atentos ao cenário vividos e não se colocar como ingênuos diante do que está posto, considerando a necessidade de os profissionais docentes buscarem cada vez mais profundidade nos saberes sobre os acontecimentos no meio ambiente.

Segundo Lima (2005, p. 110), a crise ambiental relaciona-se com o processo educativo, seu questionamento, no entanto, é sobre a “contribuição do processo educativo na busca de respostas aos múltiplos e cada vez mais frequente aos problemas ambientais”. A EA acaba, de certa forma, produzindo uma ambiguidade ou interpretações confusas devido às diferentes tendências ideológicas. Visto dessa maneira, enxergamos a necessidade de discutir a EA considerando a possibilidade da formação e tomada de consciência e socioambiental.

Nesse contexto, o autor sobredito, ao analisar a EA à luz da crise socioambiental, faz referência ao período histórico, discutindo a primeira Revolução

Industrial na Inglaterra e o surgimento da Primeira e Segunda Guerras Mundiais. A Primeira Revolução Industrial ocorreu no século XVIII, enquanto as guerras mundiais tiveram lugar entre 1914 e 1945. Neste caso, embora tenham ocorrido importantes eventos que poderiam deflagrar a crise ambiental, contudo foi a partir da década de 1960 que as crises se tornaram mais evidentes.

Ao discutir sobre a crise ambiental, Beck (1999, p. 80) aponta para o “Relatório de Brundland” como ficou conhecido “Nosso Futuro Comum”. Nesta análise o autor assevera que os problemas ambientais são resultantes dos avanços da modernidade e também da pobreza. Ainda nesse olhar pondera o autor que “a desigualdade é o problema ‘ambiental’ mais importante do planeta é também seu maior problema no rumo do desenvolvimento” (Beck, 1999, p. 80). Portanto, este evento traz para o debate a modernidade e enxerga nela, uma das responsáveis pela crise ambiental da atualidade.

A crise ambiental é de caráter global e atinge de forma desigual todos os continentes, sociedades e ecossistemas do planeta, trazendo novas configurações geográficas, políticas e sociais, os impactos socioambientais dependem, no entanto, do nível econômico, político e educacional de cada povo ou país. Nesse contexto, Lima (2005, p. 11) pondera que os analistas têm levado a “distinguir a poluição da miséria” e coloca na condição de crise ambiental a “subnutrição, a ausência de água potável e esgoto, falta de tratamento de lixo, falta de cuidados médicos, consumo de álcool e drogas entres outros”. Desse modo, a crise ambiental é também entendida como crise civilizatória.

Para Sorrentino (2005, p. 18), a crise ambiental é resultante da emissão de gases nocivos à atmosfera que provocam o efeito estufa. O autor enfatiza que “como diminuir o nível de emissão de gases que provocam o efeito estufa (GEE), se ninguém abdicar do automóvel particular, do ar-condicionado, do sistema de calefação da geladeira e da televisão”. Entretanto, enxergamos nesta discussão, um fator relevante para o desenvolvimento do pensamento crítico do alunado, visto que o docente ao abordar as questões ambientais, não pode perder de vista a consciência sobre a forma de consumo da sociedade atual, sinalizando que a questão não está no consumir, mas na forma de consumir. Desse modo, a ideia em questão não implica no desuso dos eletrodomésticos, mas de um uso sustentável.

No entendimento de Andrade (2012, p. 47), a relação entre homem e natureza

que foi construída ao longo da história é marcada pela ideia do “antropocentrismo” desse modo o “homem é visto como dominador da natureza ou centro do mundo”. O homem precisa transformar a natureza para poder existir, de modo a criar uma natureza humana e esta relação, segundo a autora, tem provocado uma crise ambiental. Neste contexto, o homem não somente explora os recursos naturais como também explora a força de trabalho do próprio homem, construindo assim uma sociedade de produção capitalista e resultando também em uma crise civilizatória.

No contexto da crise ambiental, Cruz (2017) explica que a humanidade se encontra em constante estado de crise e que pensadores das diferentes correntes ideológicas reconhecem e comungam dessa verdade. Neste caso, o desequilíbrio pode ser resultado da geopolítica global e também das circunstâncias locais, já que estas podem gerar reações ou disfunções nas suas bases mais essenciais da sociabilidade humana. Para tanto, na visão deste autor, a crise ambiental é recorrente nas ações contínuas de uma sociedade que não apropriou de uma consciência socioambiental.

De acordo com Loureiro (2005), que aborda em seu texto uma falha no processo educativo e no tratamento de temas como Educação Sexual e Educação em Saúde, entre outros, essa lacuna também se reflete na EA. Há falta de clareza, sobretudo, em consideração ao significado político em relação à educação, as ações dos docentes em suas práticas nas abordagens sobre a EA estão cada vez mais limitadas à “instrumentalização e a sensibilização para a problemática ecológica, mecanismos de promoção de capitalismo que busca se afirmar como verdade universal em seu processo de reprodução” relata Loureiro (2005, p. 70). Sendo assim, a ideia citada pode ser vista como uma proposta contraditória, paradoxal no que diz respeito a uma sociedade sustentável, portanto, compreendida como crise socioambiental.

Sendo assim, a EA e a cidadania no contexto escolar são importantes para o desenvolvimento de docentes mais conscientes e engajados com as questões ambientais. Dessa forma, a compreensão da interdependência do ser humano e do meio ambiente pode ser proporcionada por meio de ferramentas disponibilizadas pela EA que incentivam práticas sustentáveis e a preservação dos recursos naturais.

A integração da cidadania neste contexto, oportuniza a escola a formar cidadãos conscientes, ativos e participativos em sua comunidade, implicando em

estimular a reflexão crítica sobre as questões ambientais e sociais, promover ações coletivas em prol de um bem comum e fortalecer a ética, solidariedade e respeito.

Para tanto, torna-se importante compreender uma Educação Ambiental Escolar com uma abrangência a tecnologia de forma que enfrentem desafios com consciência e responsabilidade através do desenvolvimento da cidadania.

1.5 Educação Ambiental Escolar com vista ao desenvolvimento Tecnológico e a busca pela Cidadania

Neste estudo, abordamos dois tópicos, destacando a cidadania e o desenvolvimento tecnológico no ambiente escolar associados às questões ambientais. Entendemos que são temas pertinentes e essenciais na formação do sujeito-aprendiz.

Portanto, é ponderável trazer para o centro do debate essas discussões a saber o quão importante é o desdobramento do que vem ser cidadania, bem como, os avanços tecnológicos no mundo escolar.

Além das abordagens contemporâneas sobre a cidadania, é relevante fazer uma referência à Grécia antiga, que é considerada o berço dessa terminologia. No entanto, a concepção de cidadania naquela época estava distante da nossa realidade atual. Na sociedade grega clássica, ser cidadão implicava viver na polis (cidade), porém, nem todos os residentes desse espaço eram considerados cidadãos. A cidadania estava restrita aos nobres, mercadores e pessoas de posses, deixando de lado os escravos, parte das mulheres e os camponeses.

Loureiro (2012), salienta que a cidadania está longe da concepção universal desse entendimento, pois na conceituação dos gregos clássicos a ideia de cidadão era aquela que participava do governo. Na concepção atual, a cidadania é vista pela condição constitucional de um cidadão cumprir os seus deveres e ser assistido pelos seus direitos. Portanto, podemos assim pensar que na sociedade atual há uma crise de cidadania explícita e configurada pela crise ambiental (Brasil, 2016).

Atinente a isso, concatenamos a ideia de cidadania com a realidade do ensino escolar, pois é nesse espaço que a formação do caráter do aprendiz aflora diante do contexto do ensino que recebe, a formação intelectual, a responsabilidade sócia ambiental é vista, neste caso, como propulsora do seu êxito enquanto sujeito. Isto,

portanto, instrumentaliza a sua cidadania tal qual valida seus deveres e seus direitos como entes sociais tendo a consciência da importância do uso das tecnologias em busca da sustentabilidade ambiental (Saviani, 2008).

Ainda nesse pensamento, Layrargues (2009, p. 12) menciona que “apesar do sentido revolucionário que caracteriza, ao prever a possibilidade de considerarem todos como sujeitos cidadãos, essa noção moderna–naturalista mostra-se equivocada”. É uma interpretação reflexiva quando apontamos para uma sociedade com grande desigualdade social e um estado apertado de uma riqueza de recursos naturais como o Brasil. Neste sentido, seria equivocado afirmar que existe uma cidadania universal quando não há o cumprimento dos deveres e os direitos não são garantidos a todos os membros desta sociedade.

Sublinhando as ideias acima, faz sentido refletir a respeito de Santos (1996), quando escreve a respeito da cidadania. Em sua reflexão, afirma que no Brasil não há quem pratique a cidadania. Segundo este autor, a classe trabalhadora não é assistida pelos seus direitos, por outro lado, a classe burguesa não cumpre o seu dever. Neste caso, é razoável entender que a escola é o espaço de equalização desse conflito. Conforme corrobora Saviani (2005), na obra “Histórico Crítica”, a escola é um espaço de humanização. Portanto, presentemente faz jus ensinar aos alunos sobre as tecnologias e como usá-las em prol da sustentabilidade ambiental.

Segundo Loureiro (2005), a sistematização da cidadania em direitos civis e políticos, o que podemos complementar com Marshal (1967) quando explica que os direitos civis surgiram no século XVIII como resultados dos direitos individuais. Os direitos políticos foram obtidos no século XIX resultante da busca por “liberdade, igualdade, propriedade de ir e vir com segurança” (Loureiro, 2005, p. 70). Para tanto, quanto aos direitos sociais, o autor explica que esses foram conquistados por meio de lutas e manifestações vinculadas ao direito do trabalho, ao ensino e à saúde.

Diante do exposto, recorreremos a Dias (2003) para discutir a EA no contexto escolar. Em seus escritos, ele sugere que a melhor pedagogia é aquela que integra a prática com outros conhecimentos, enfocando as realidades sociais e promovendo o pensamento crítico e transformador dos indivíduos. Portanto, na escola, é importante adotar métodos que incentivem os estudantes a se engajarem em lutas, a mudarem seus pensamentos e a vivenciarem experiências históricas para promover uma transformação da sociedade, especialmente no que diz respeito às questões

ambientais.

Para tanto, Loureiro (2005, p. 75), em seu questionamento, indaga sobre o papel da “cidadania planetária” que segundo ele é o cerne da EA. Em seu entendimento, “eco cidadania/cidadania planetária é um conceito utilizado para expressar a inserção da ética ecológica e seus desdobramentos no cotidiano, em um contexto que possibilita a tomada de consciência individual e coletiva das responsabilidades tanto locais e globais”. Acerca desse enunciado, a ideia do autor não atribui toda a responsabilidade no campo da subjetividade; ele busca entender o fenômeno de forma ampla e coletiva.

Além disso, Loureiro (2012, p. 28), expressa que a EA discutida no Brasil, parte do princípio de uma educação que possuem elementos de transformação social, “inspirada no diálogo, no exercício da cidadania, no fortalecimento dos sujeitos, na superação das formas de dominação capitalistas e na compreensão do mundo e sua complexidade”. Nesse pensamento, Layrargues (2009) defende uma EA compromissada com o social, que luta pela superação da desigualdade social. Vista assim, ambos os autores ponderam e defendem uma EA cuja premissa é a transformação social.

Estes cenários, coloca em discussão o surgimento dos PCNs, os quais traz em linhas gerais que o “papel central da educação para a ‘construção de um mundo socialmente justo e ecologicamente equilibrado’, o que requer ‘responsabilidade individual e coletiva em níveis local, nacional e planetário’”, obrigação assumida a partir da Constituição Federal 1988 (PCNs, 1998). Logo, aponta para uma EA que contribui para a formação de cidadãos aptos e conscientes para atuarem em suas realidades socioambientais com o compromisso ético de seu exercício em sociedade (PCNs, 1998).

Salientamos, portanto, que através dos PCNs, a EA foi vista como indispensável no trato para criação e aplicação da sustentabilidade, maior interatividade sociedade/natureza e soluções para os problemas ambientais (PCNs, 1998).

Isso, nos leva a refletir sobre Cidadania e EA, assim continuamos o diálogo com Layrargues (2009). Ele enfatiza o quanto a sociedade está marcada pela desigualdade e injustiça social. Aponta para uma mudança imprescindível na estrutura social, e enxerga a EA como uma das ferramentas nesta transformação, cabendo a

ela, apropriar-se do compromisso para mudança ou transformação da sociedade. Portanto, a EA deve ser interpretada como um instrumento de transformação social, de modo que em sua estrutura curricular carrega elementos que servem de subsídios pedagógicos na formação de sujeitos críticos e determinados a transformar a realidade social.

Layrargues (2009, p. 12) considera que a desigualdade é “multifacetada e pode revelar inúmeras manifestações sociais, como no acesso ou falta dele aos serviços públicos básicos, como educação, saúde, transportes, água e saneamento”. Esses argumentos mostram que nossa sociedade está aquém da conquista da plena cidadania, visto que os direitos básicos e fundamentais para boa parte da sociedade brasileira estão sendo cerceados por interesses subjetivos daqueles que querem apenas perpetuar no poder. Por conseguinte, esta é uma realidade explícita em muitas sociedades e no Brasil isso é iminente.

Em uma sociedade marcada pela desigualdade econômica acentuada, fica explícita a falta da plena cidadania, mostra, na verdade, o desequilíbrio do Estado na constituição e organização das suas estruturas sociais, políticas e econômicas. Neste caso, retomamos as ideias de Loureiro (2012), quando diz sobre a crise civilizatória, ou seja, a falta de comprometimento do estado, da indústria, consumidores, enfim, todos os atores sociais que compõem o planeta. Com este olhar, a cidadania e o trabalho são casos pontuais que devem ser denunciados pelos professores na abordagem sobre Educação Ambiental em sala de aula.

Saviani e Duarte (2012) trazem à baila dizendo que, por definição consensual, a educação deve ser vista como formação humana. Do mesmo modo, Duarte (2012, p. 37) explica a “ontologia do ser social e a pedagogia histórica crítica”. Neste contexto, destaca-se o pensamento marxista e materialista para compreender o ser social, visto como derivação da relação do ser inorgânico com o orgânico, gerando, com isso, em um processo evolutivo, o ser humano como ente social. Portanto, permitindo interpretar tal fenômeno como um processo histórico na perspectiva pedagógica de ensino aprendizagem.

Na mesma linha, Duarte (2012), ainda enfatiza que à educação em geral e à educação escolar em particular, um dos desafios que estão postos para uma teoria educacional marxista é a de construção de uma antologia da educação. Neste caso, o autor pondera que a educação somente alcança significado a partir da reflexão

ontológica das complexidades vividas e experimentadas na relação do indivíduo com a sociedade. Desse modo, a essência de uma educação escolar só pode ser compreendida a partir da perspectiva histórica, portanto é uma construção ontológica do ser social.

Perante o exposto, é necessário compreender que no Brasil a inserção da EA nas escolas ocorreu na década de 90, com a aprovação do Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) e promulgação da Lei nº9795, como elencado no tópico intitulado “Educação ambiental no Brasil”. A partir dessa lei, a EA passou a estar presente de forma transversal em todas as modalidades de ensino, além de definir a implantação da EA para abranger o poder público, instituições públicas e privadas, setor empresarial, os meios de comunicação, instituições de ensino, entidade, e toda a sociedade (Brasil, 1999). Dessa forma, embora tenha sido instituída apenas em 2002, a PNEA impulsionou a criação de departamentos e órgãos para planejar e implementar ações relacionadas à EA em todo o país.

Ainda, mostra-se relevante discutirmos sobre como a temática de EA é a apresentada na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). De fato, a temática pé apresentada nos documentos norteadores como a BNCC, sob a perspectiva de um tema transversal que perpassa todas as modalidades de ensino visando promover uma educação mais integral em todas as áreas do ensino promulgando uma visão mais holística da aprendizagem (Brasil, 2017). Porém, sobre a discussão da temática, concordamos com Oliveira (2020) quando aponta para o esvaziamento de temas da EA na base curricular, afirmando

que a usurpação da EA no documento não pode ser concebida como uma ação aleatória, fruto de um descuido ou acidente durante sua elaboração. Entendemos que a restrição sofrida pela EA no texto homologado da BNCC, englobando não só o EM, mas toda a EB, é resultado de um conjunto de interesses de grupos de sujeitos que têm o objetivo de calar a EA nos espaços escolares (Oliveira, 2020, p. 76).

Diante do exposto, compreendemos que a EA na escola está para além dos documentos curriculares, pois o tema possui caráter político, crítico e emancipatório, o que tornaria a educação mais integral, ética, cooperativa e autônoma. Dessa maneira, concebemos a importância de contextualizar a abordagem STEAM e a Robótica, como ferramentas que podem ser utilizadas no desenvolvimento do tema de EA para uma construção crítica firmada nos conceitos estudados.

2 STEAM E ROBÓTICA: CONTEXTOS E POSSIBILIDADES

Nesta seção, traçamos um paralelo entre o histórico e conceito da abordagem STEAM e a Robótica. Definimos o conceito de robô para facilitar a compreensão e contextualizamos a robótica educacional, traçando uma breve definição. Além disso, exploramos como a robótica está vinculada ao componente curricular da Matriz do Estado do Paraná, detalhando sua contribuição.

Com o intuito investigativo deste trabalho, buscamos nos referenciais teóricos as condições necessárias para alcançar o objetivo de realizar um estudo sobre a importância da metodologia STEAM e da Robótica como ferramentas para o ensino de EAC, destacando seus benefícios e possíveis aplicações práticas sobre as questões ambientais que afetam o cotidiano escolar e dos alunos participantes da pesquisa.

Consequentemente, buscamos compreender que, apesar de ser relativamente nova no meio educacional, principalmente no que tange a escola pública, a Robótica teve seu surgimento no início do século XX, quando emergiu para atender a um sistema de produção capitalista. Por se apresentar de forma prática e como meio de solucionar problemas, a robótica educacional, é apoiada na ludicidade, criatividade e desenvolvimento crítico e transformador do discente.

Assim, conhecer a ascensão do STEAM no Brasil, assim como da robótica e seus mecanismos e estruturas, e como podem se integrar a outros métodos de ensino, como é o caso desta pesquisa com a abordagem STEAM e a Robótica, nos permitiu compreender como é fundamental conhecer e entender os paradigmas desses métodos, que propõem um aprendizado mais significativo.

2.1 Abordagem STEAM: fundamentação teórica

Por conseguinte, apontamos que a abordagem STEAM na educação é uma forma interdisciplinar de ensinar, que integra as disciplinas de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. Ao combinar essas áreas, a abordagem STEAM busca proporcionar aos estudantes uma educação integralizada, que estimula a criatividade, o pensamento crítico, a resolução de problemas e a colaboração (Achermann, 2022).

Mediante um ensino mais participativo, o STEAM incentiva os alunos a

conectarem conceitos e habilidades de diferentes áreas para resolver desafios complexos. Dessa forma, promove uma aprendizagem baseada em projetos, em que os alunos são desafiados a desenvolver soluções práticas para atuarem no mercado de trabalho e na vida em sociedade Achermann (2022). Esse caráter interdisciplinar entrelaça ao ensino de Robótica em completude e objetivos.

Para uma compreensão mais eficaz, é preciso entender o movimento que se manifestou no século XXI nos Estados Unidos da América, o *Science Technology Engineering Mathematics* (STEM), em referência ao ensino aprendizagem através da integração dessas áreas do conhecimento. A introdução dessa nova vertente iniciou em 1990 nos Estado Unidos da América, porém tendo maior destaque a partir de 2001 (Pugliese, 2017).

O STEM se apresentou ao mundo como uma nova proposta de ensino, fragmentando o ensino de ciências tradicional, onde a teoria sobressai e o estudante não relaciona a aprendizagem com sua realidade contextual. De acordo com Pugliese (2017) o STEM inicia com uma aprendizagem baseada em projetos em detrimento de uma aprendizagem não participativa. Por isso, a origem do STEM acontece por uma preocupação sobre o desinteresse de jovens estudantes com as carreiras que envolve o STEM. Essa crise é extremamente importante para a compreensão da gênese da aprendizagem por STEM (Pugliase, 2017).

Ainda, conforme Pugliase (2017), destaca-se recentemente uma integração multidisciplinar do currículo que abarca as quatro áreas, apresentando assim um princípio norteador das práticas de ensino. Alguns pesquisadores dizem que o STEM tem uma integração por si, pois as disciplinas intrínsecas não poderiam ser ensinadas isoladamente dando a conotatividade de que as demandas contemporâneas são colocadas em sala de aula através das ciências ligas a tecnologia e engenharia para atender e desenvolver habilidades relevantes ao século XXI.

Esse movimento (STEM), foi ampliado, conquistou popularidade e fortaleceu a importância das artes e do pensamento criativo na educação por educadores e especialistas. Assim, surge a necessidade de adaptação para o termo STEAM (Pugliese, 2020).

De contínuo, Achermann (2022) menciona um consenso para quem evidenciou o termo STEAM, tornando-se conhecido e adotado em todo mundo como uma abordagem educacional que integra as disciplinas e privilegia a interdisciplinaridade.

A metodologia visa diferenciar-se do tradicional baseado em disciplinas isoladas, buscando desenvolvimento de habilidades e competências pela anexação de diferentes áreas do conhecimento, que promova uma aprendizagem ativa com base em projetos práticos, na colaboração e abordagem criativa para a solução de problemas.

A abordagem STEAM tem se mostrado especialmente relevante em um mundo cada vez mais tecnológico, onde a capacidade de compreender e aplicar conceitos científicos e matemáticos, bem como a criatividade e a capacidade de inovação, são cada vez mais importantes. Instituições educacionais a adotam no currículo e programa de ensino, para reconhecer os benefícios que proporciona aos educandos. Esta metodologia continua a evoluir, principalmente à medida que mais educadores e pesquisadores exploram suas possibilidades e desenvolvem novas práticas e recursos educacionais para sua implementação. Vimos ascender a popularidade da abordagem STEAM, reforçando que,

Em um mundo multicultural, conectado e em constante transformação, a abordagem STEAM foi se tornando popular em vários países por apresentar características de uma época marcada pela revolução tecnológica e pela busca por inovação nos modelos educacionais. Portanto, o investimento em ciências, tecnologia e inovação, mediante a integração entre o campo científico e setores da sociedade, favorecem o desenvolvimento de alternativas nos sistemas educacionais provedores de capital humano, que é o principal insumo da economia e da sociedade contemporânea (Achermann 2022, p. 28).

O desenvolvimento integral do indivíduo pelas instituições educacionais prevê, além do conhecimento, o desenvolvimento de habilidades e competências, o estímulo a reflexão crítica, a promoção da resiliência e capacidade de adaptação a novos conhecimentos, visando preparar os indivíduos para atuar no mercado de trabalho e na vida em sociedade. Portanto, discussões nesse campo são necessárias para superar as adversidades enfrentadas no campo educacional, o que está alinhado com a proposta da Robótica Educacional. Além da sua capacidade de atrair os alunos, a Robótica Educacional também atende às necessidades da sociedade contemporânea no mercado de trabalho.

De posse dessa ideia, compreendemos que o STEAM, ou abordagem STEAM, como estamos nos referindo, trata da interdisciplinaridade e integração da ciência, tecnologia, matemática e arte, como menciona Achermann (2022). Ele combina essas

áreas para proporcionar uma educação mais integral, estimulando criatividade, pensamento crítico, a colaboração e a resolução de problemas. Diante disso, o STEAM complementa a Robótica Educacional, oferecendo um ensino participativo. Uma característica desse movimento é o desenvolvimento de conceitos e habilidades que permitem lidar com problemas de maior complexidade.

2.2 Conceito Histórico da Robótica Educacional e possibilidades

Ao abordarmos o contexto da Robótica, é necessário apresentar as diferentes definições possíveis para o termo “robô”, uma vez que ele é utilizado em diversos campos da produção humana, o que pode gerar ambiguidades ou imprecisões.

Afinal, o que é um Robô? O termo possui vários significados. Ao buscarmos no dicionário online, encontramos a definição de que um robô é um “aparelho automático, com aspecto humanoide, capaz de se movimentar e executar diferentes tarefas, inclusive algumas geralmente feitas pelo homem” (Michaellis, 2024). Esta definição é semelhante àquelas apresentadas nas ficções científicas.

Porém, Brum (2011a) menciona que quando as pessoas ficam em frente a um equipamento robótico, sabem o que veem, mas possuem dificuldade em conceituar o que é um robô. O pai da robótica industrial, Joseph F. Engelberger¹, traz a pauta essa ideia interessante de que pode ser difícil definir precisamente o que é um robô, mas sabe reconhecer um quando vê, expresso na seguinte frase: *I can't define a robot, but i know one when i see one* (Eu não consigo definir um robô, mas conheço um quando o vejo).

Assim sendo, a origem do termo Robô vem da palavra tcheca *Robotnik* que significa servo. O escritor tcheco Karel Capek introduziu esse termo em 1921, em uma peça chamada Robôs Universais de *Rossum* (R.U.R.) (Azevedo; Aglaé; Pitta, 2010). De acordo com a *Robotics Industries Assosiation* (R.I.A.) - Associação da Indústria de Robótica - uma associação comercial estadunidense fundada em 1973, os robôs são definidos como uma técnica de reprogramação que permite a manipulação e a execução de tarefas programadas. Os manipuladores reprogramáveis podem mover objetos (materiais, partes, ferramentas ou dispositivos especializados) por meio de

¹Joseph F. Engelbergeré amplamente considerado como o "pai da robótica industrial". Ele foi um pioneiro na indústria de robótica e desempenhou um papel fundamental no desenvolvimento e na promoção de robôs industriais.

movimentos variáveis programadas para desempenhar uma variedade de tarefas (R.I.A, 2012).

Segundo a Brum (2011b), a partir da união de diversos tipos de dispositivos robóticos surgiu a Robótica, que pode ser definida por Martins (1993) como a ciência que estuda os dispositivos robóticos e sua interação com o mundo real, com pouca ou nenhuma intervenção humana. Essa interação mecanizada ou totalmente automatizada, pode ser utilizada para pensar soluções que venham mitigar os efeitos causados pelos grandes problemas socioambientais.

Compreendemos, ainda, que essas soluções possam trazer discussões e ampliar a visão dos benefícios em relação à robótica. Dessa maneira, entendemos que todo aparato robótico construído para ajudar, amenizar e investigar fenômenos ambientais são pertinentes ao ensino de EAC, pois pode proporcionar um ensino sobre EA que seja integral, ou seja, que vá ao encontro do pensamento consciente, transformador, ético e colaborativo.

Diante desse contexto, compreender a robótica como uma ferramenta educacional, nos leva a adquirir o conhecimento fundamental para conectar-se aos objetos de estudo deste trabalho. Isso faz sentido ao associar o método STEAM ao ensino de Robótica, a fim de proporcionar tanto conhecimento quanto a transformação necessária para enfrentar problemas ambientais que enfrentamos diariamente.

Como discutido por Oliveira (2013), a robótica educacional é uma atividade desafiadora e lúdica que utiliza o esforço do educando na criação de soluções que necessitam de raciocínio lógico, matemático e utilização de *hardware* e/ou *software* visando à resolução de problemas. Este tipo de aplicação, também conhecido como robótica pedagógica, consiste na utilização de artifícios computacionais e mecânicos no processo de aquisição de conhecimento em ambientes educacionais (D' Abreu, 2002 *apud* Pereira, 2008).

Neste contexto, Miranda, Sampaio e Borges (2007) conceituam que a robótica educacional se caracteriza como uma atividade desafiadora, que por meio do esforço do educando, viabiliza a busca por soluções para os problemas propostos. É importante ressaltar que o uso da robótica na aprendizagem do aluno não se resume à criação de robôs, mas como uma ferramenta para auxiliar no seu aprendizado, ajudando a assimilação da teoria vista em sala de aula. Além disso, a criação de projetos em grupos visa desenvolver o lado social do aluno, onde trabalhando em

equipe chegam à solução para resolver um problema específico.

A importância da robótica no âmbito educacional está atrelada à superação das expectativas dos alunos, tornando-os mais motivados e interessados pela disciplina, principalmente, quando se refere ao ensino de programação. Poucos, ou quase nenhum, dos alunos que ingressam em um curso de computação sabem programar. Eles enfrentam dificuldades em transpor o conteúdo abstrato visto em sala de aula para a prática.

Segundo Prol (2005), a robótica educacional pode ser caracterizada por um ambiente de aprendizagem em que o aluno desenvolve seu próprio protótipo utilizando raciocínio e criatividade a partir de materiais como sucata ou *kits* de robótica que contenham placas controladoras, sensores, jumpers, placas de ensaio e demais dispositivos e acessórios necessários para o desenvolvimento dos projetos.

Esses ambientes robóticos podem ser adjetivados como espaços criativos nutridos de tecnologias proporcionando aprendizado em matemática e física por via de uma vivência intuitiva ao mesmo tempo que permite o aluno controlar sensores e placas, através do uso de computadores e *softwares* que permita a programação do modelo confeccionado (Prol, 2005). Desta maneira, entendemos que é possível alinhar a Robótica ao ensino STEAM, uma vez que permite o elo interdisciplinar de componentes curriculares diversos de forma dinâmica e associável.

Desta forma, ainda em concordância com Prol (2005), vale salientar que a robótica é uma ferramenta educacional de relevância. Com ela, possibilita-se colocar em prática o conteúdo visto anteriormente em outros componentes curriculares, auxiliando o estudante no processo de aprendizagem ao aprender a pensar e compreender melhor o problema a ser resolvido, buscar soluções e analisar os resultados obtidos, ou buscar novas abordagens para chegar à solução.

Uma forma de tornar o ensino mais dinâmico e participativo seria a integração de *kits* de robótica nas aulas, uma vez que eles são compostos por placas, sensores e peças eletrônicas que tornam o ensino mais dinâmico e participativo, prendendo a atenção dos aprendizes por muito mais tempo. O uso da robótica com os *kits* seduz e permite aos alunos saírem do abstrato e do teórico para trabalharem na prática, solucionar o problema utilizando a programação e as montagens do protótipo ao invés de apenas imaginar como seria, ou ver algo pronto sem saber como foi realizado. Como exemplo, podemos citar a linguagem de programação, na qual os códigos

implementados são textos que, quando executados, produzem resultados na tela de um computador. Para que o aluno possa compreender todo esse processo, é necessário que ele tenha uma alta capacidade de abstração.

Com a robótica, além do trabalho em grupo, no qual todos têm um real interesse em participar e compartilhar ideias, os estudantes podem observar o comportamento do robô conforme o programa é desenvolvido. Eles adicionam os códigos e executando as ações que o robô realiza, permitindo que sua programação seja visualizada e compreendida. Esse processo também facilita a detecção de possíveis erros, pois os alunos percebem quando o protótipo não realiza o que o programador espera que seja feito.

Além do conhecimento proporcionado através do contato com as tecnologias, Zilli (2002) e Godoy (1997) apresentam formas de compreendermos como atingir os objetivos e competências esboçados por eles e que, por meio da Robótica Educacional, podem ser desenvolvidos.

Ainda na concordância com Zilli (2002), a robótica educacional é uma ferramenta que pode desenvolver uma série de competências essenciais. Por intermédio da programação de robôs, há estímulo do raciocínio lógico, pois os robôs precisam realizar tarefas específicas, seguindo uma lógica sequencial. Além disso, a manipulação dos robôs envolve habilidades manuais e estéticas, uma vez que os alunos projetam, montam e personalizam seus robôs. As atividades em grupo também promovem o desenvolvimento das relações interpessoais e intrapessoais, incentivando a colaboração e a comunicação.

Ademais, a robótica educacional permite a aplicação de conceitos aprendidos em diversas áreas do conhecimento, como matemática, física, eletrônica e programação, no desenvolvimento de projetos práticos. Isso fomenta a capacidade crítica dos alunos, à medida que eles precisam avaliar o funcionamento dos robôs e suas soluções (Zilli, 2002).

Para complementar essa visão, Godoy (1997) destaca a amplitude da robótica educacional por meio de objetivos gerais que incluem a construção de maquetes interativas, envolvendo princípios de física, álgebra e geometria. Também é enfatizado o desenvolvimento de habilidades em eletrônica digital e a adaptação de elementos dinâmicos, como engrenagens e motores, promovendo uma compreensão prática de mecânica, alicerçando um ensino mais integral.

No âmbito psicomotor, conforme Godoy (1997), a robótica educacional busca desenvolver a motricidade fina, aprimorar habilidades manuais, promover a concentração na observação e na precisão, contribuindo para a destreza e o foco dos alunos.

Já no trato cognitivo, os objetivos são abrangentes, abordando a aplicação das teorias em atividades práticas, o estímulo à criatividade, o entendimento de mecanismos físicos e a promoção de um pensamento lógico e sofisticado. Além disso, a robótica educacional reforça conceitos matemáticos e geométricos, proporcionando uma base sólida em disciplinas relacionadas.

Por fim, os objetivos afetivos ressaltam a importância da cooperação em grupo, do crescimento individual, da responsabilidade, da curiosidade e da autoconfiança. A robótica educacional incentiva a pesquisa, o debate e a resolução de problemas por meio da tentativa e erro, contribuindo para o desenvolvimento intelectual e emocional dos alunos (Godoy, 1997).

Em resumo, a robótica educacional é uma abordagem que promove o desenvolvimento holístico dos alunos, abrangendo competências cognitivas, psicomotoras, sociais e afetivas. Ela proporciona uma plataforma única para aplicar o conhecimento teórico em um contexto prático e motivador, preparando os alunos para os desafios do século XXI. Maisonnette (2002) salienta o potencial da robótica como ferramenta interdisciplinar, tendo em vista que a construção de um novo mecanismo ou a solução de um novo problema, frequentemente, extrapola a sala de aula.

Devido a isso, não é custoso pensar que acontecem questionamentos aos docentes de outras disciplinas, na tentativa de buscar respostas para a solução do seu problema. Ao desenvolver um projeto em forma de maquete ou protótipo, ocorre a interação entre o aluno e seus colegas na criação e execução, ensinando-o a respeitar, colaborar, compartilhar informações, compreender, se organizar e ter disciplina, levando-o à resolução de problemas. O importante é “criar condições para discussão, promover abertura para que todos, alunos e professores, participem, apresentando sugestões para os problemas e até mesmo criar problemas a serem solucionados” (Almas, 2003, p. 1).

O contexto ambiental atual implica em vários desafios globais, como o fato de ter que combater o efeito estufa, conscientizar sobre o desperdício da água, diminuir o desmatamento e as grandes queimadas, entre outros fatores. Dessa forma, a EAC

se torna fundamental na formação de indivíduos críticos e engajados de forma transformadora em questões relacionadas ao meio ambiente e à sustentabilidade.

Nesta conjuntura, uma ferramenta de caráter promissor é a Robótica, que por intermédio de práticas e projetos pode promover e sensibilizar os estudantes, conscientizando-os e fomentando ações positivas no cenário ambiental. Para tal discussão, abordaram-se aplicações robóticas no âmbito da EA e discorreremos sobre as iniciativas que utilizam a robótica para promover a conscientização ambiental e o engajamento dos estudantes (Quadro 1).

Quadro 1. Exemplos de aplicações robóticas que atuam para um meio ambiente sustentável

Projeto	Descrição	Objetivos	Resultados/impactos
BeBot²	O robô elétrico limpador de praias que peneira a areia. Limpa até 3000 m ² por hora.	Reduzir a poluição costeira, utilizando um peneirador de areia automatizado.	Coleta de resíduos, principalmente de tamanho que não podem ser coletados a mão. Reduz a erosão e auxilia na preservação da biodiversidade.
Peixes-robôs³	Submarinos robotizados para medir a qualidade da água em rios, lagos e oceanos.	Captar através de sensores, a quantidade de oxigênio, a temperatura, presença de algas prejudiciais à saúde, maré vermelha dentro outros.	Esses robôs trazem uma vantagem sem precedentes para a climatologia, na coleta de dados fundamentais para regulação do clima na Terra.
Robô YuMi, produzido pela ABB Robotics⁴	Robô para o plantio de mudas em áreas desmatadas.	Através do plantio de mudas pretende combater o desmatamento e restaurar o ecossistema florestal.	Contribui para a biodiversidade e traz um aumento da cobertura florestal.
Robótica na Educação Ambiental para Crianças⁵	Introdução de robôs em programas educacionais para crianças	Engajamento das crianças em conceitos ambientais, conscientização.	Aprendizado lúdico e interativo, promoção de ações sustentáveis

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Referências

² Disponível em: <https://diasmaissustentaveis.com/robo-e-usado-para-retirar-plastico-das-praias/>. Capturado em 26/06/2023.

³ Disponível em: www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=peixes-robos-monitorar-qualidade-agua. Acesso em 26/06/2023.

⁴ Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/robo-de-plantio-de-sementes-movido-a-energia-solar-ajuda-no-reflorestamento-da-amazonia/>. Acesso em 26/06/2023.

⁵ Disponível em: <https://porvir.org/robotica-e-porta-de-entrada-para-discussao-sobre-meio-ambiente/>. Acesso em 26/06/2023.

2.3 Ensino de Robótica nas Escolas do Estado do Paraná

O ensino de robótica no Estado do Paraná, Brasil, assim como em outras regiões do mundo, ganhou força ao longo dos anos devido ao crescente reconhecimento da importância da educação em Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM). A robótica é uma área que integra esses campos e estimula o desenvolvimento de habilidades essenciais, como resolução de problemas, pensamento crítico e criatividade.

Várias iniciativas contribuíram para a introdução e expansão do ensino de robótica no Paraná. Escolas, universidades e institutos de ensino técnico têm sido protagonistas na introdução de programas de robótica em suas grades curriculares. Este ensino é frequentemente incorporado em disciplinas de ciências e tecnologia, e algumas instituições oferecem cursos específicos de robótica.

Outra iniciativa foi através dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os ODS foram construídos de forma colaborativa durante a Cúpula das Nações Unidas, em setembro de 2015. A criação de uma agenda mundial com base no desenvolvimento sustentável que compreende 17 objetivos, totalizando 169 metas a serem atingidas até o final de 2030, torna-se um guia de ação estratégica para melhorias igualitárias para todos. Dessa forma, governos estaduais ou municipais implementam políticas de educação que incluem a robótica como parte do currículo ou como atividade extracurricular.

Conforme o *site* Boas Práticas ODS, do governo do Estado do Paraná, em agosto de 2021, o Programa Robótica Paraná é lançado através da Secretaria de Estado da Educação e do Esporte do Paraná (SEED), passa a oferecer cursos de robótica para alunos do ensino médio da rede pública, além de conteúdos de automação, física, linguagens de programação, conceitos de *Internet of Things* (IoT), automação residencial e soluções práticas com o uso de tecnologias. Para o desenvolvimento do programa foi disponibilizado às instituições de ensino da rede pública estadual *kits* de robótica e *notebooks*, e disponibilizado aulas no *sítio* Escola Digital⁶.

Para o ano letivo de 2023, o governo do Paraná ampliou o ensino de robótica

⁶ Escola Digital – *Sítio* do Governo do Estado Paraná, onde professores e alunos possuem acesso a todo material para o ensino de Robótica nas escolas públicas estaduais do Paraná. Acesso: <https://aluno.escoladigital.pr.gov.br/robotica>

para todas as escolas com Ensino de Tempo Integral e como parte do itinerário formativo de Matemática e Ciências da natureza na 2ª série do ensino médio, não só como aula extracurricular em contraturno, mas passa a ser integrado como componente curricular de Robótica. Ou seja, 1,8 mil colégios do Estado do Paraná têm o ensino da robótica em diferentes formas.

Segundo a Diretoria de Tecnologia e Inovação (DTI) e a Coordenação de Tecnologias Educacionais (CTE), responsáveis por elaborar todo o roteiro de ensino do componente curricular robótica, nível fundamental e médio, para as escolas estaduais do Paraná, compreendemos que

No âmbito educacional, estar em sintonia com tecnologias educacionais inseridas no processo de aprendizagem é ter a oportunidade de apresentar caminhos educacionais significativos, com propostas inovadoras que buscam a construção de uma nova concepção de ensino, pautado nas necessidades atuais evidentes do processo educacional. Os recursos tecnológicos inseridos na prática pedagógica contextualizam a vida dos jovens nascidos na era digital, oportunizam e ampliam a inserção do conhecimento, estimulam novas experiências através da tecnologia e constroem novas competências, que contribuem significativamente para o processo de ensino-aprendizagem individual e coletivo, pois o propósito é formar um currículo tecnológico que atenda aos desafios e propostas apresentadas na sociedade humana (Paraná, 2023, p. 1).

Retomando a ideia acima, compreendemos que o trato das informações da era digital, só acontece a partir da inserção do discente com práticas que aproximem o mundo real das atividades realizadas no âmbito escolar. Assim, a tecnologia associada a uma abordagem investigativa e de resolução de problemas, tende a desenvolver um aluno com uma aprendizagem significativa para o seu contexto social. Dessa forma, o Ensino de Robótica desenvolvido pela SEED, aproxima o currículo escolar, a partir de uma proposta onde teoria e prática caminham juntas, sendo a própria tecnologia uma forma de recurso pedagógico para tornar-se um ensino dinâmico através da investigação, resolução de problemas e construção de códigos programáveis elaborados com o auxílio de hipóteses que permitem um olhar crítico e criativo para solucionar e obter suas próprias conclusões (Paraná, 2023).

O documento, em análise, ressalta que todo o conteúdo elencado para a disciplina contempla a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ao propor o desenvolvimento de competências e habilidades, também enfatiza o desenvolvimento humano quando foca em diferentes linguagens para que o aluno seja estimulado transversalmente por um roteiro de atividade teórica e prática que compreenda o uso

desta tecnologia de informação e comunicação com a criticidade necessária para construir novos conceitos que se consolide no universo de aprendizagem.

2.4 Robótica no Desenvolvimento de Competências sob a Abordagem Interdisciplinar por meio da STEAM

A pesquisa em questão expõe um método de desenvolvimento de habilidades técnicas e científicas para o incentivo da resolução de problemas, exploração da interdisciplinaridade no uso da robótica ambiental e o uso da metodologia STEAM.

Destacamos que o desenvolvimento de competências e habilidades em diversas áreas de conhecimento, como previsto na BNCC (2018), ganha destaque ao integrar a robótica e a abordagem interdisciplinar STEAM. Assim sendo, nesta subseção iremos refletir as possibilidades da robótica como uso educacional e como ferramenta poderosa para promover o desenvolvimento de habilidades essenciais nos alunos, desde habilidades técnicas, resolução de problemas, trabalho em equipe, pensamento crítico e até competências transversais.

Sobremaneira, a necessidade de compreender que a Abordagem STEAM integra diferentes disciplinas e promove, desta forma, aprendizagem holística e contextualizada. Na integração da Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, o STEAM, de forma ampla e interconectada, oferece uma visão do conhecimento onde os estudantes são incentivados a aplicar os conceitos, estudados em várias áreas, nos projetos práticos e criativos. Assim, a robótica tem seu encaixamento natural, pois envolve aspectos técnicos, científicos, matemáticos e até mesmo artísticos em suas projeções e implementações.

Ao desenvolver o trabalho prático, com sensores, robôs e placas controladoras, a robótica desenvolve competências e habilidades eletrônicas, de programação, mecânica e automação. Essas competências e habilidades estão intrinsecamente ligadas ao STEM e são altamente valorizadas pelo atual mercado de trabalho. Concordamos que,

A robótica é um ramo da tecnologia que engloba mecânica, eletrônica e computação. Ela lida com sistemas compostos por máquinas e partes mecânicas automáticas, controlado manual ou automaticamente por circuitos integrados (microprocessadores), ou mesmo por computadores que tornam sistemas mecânicos motorizados inteligentes. A robótica agrega um conjunto de conceitos básicos de cinemática, automação, hidráulica, pneumática,

informática e inteligência artificial, que estão envolvidos no funcionamento de um robô ou dispositivo (Campos, 2019, p. 9).

Corroborando com o texto, o STEM se mostra um método que busca um ensino inovador e, quando da inserção das artes, a letra “A”, onde a denominação passa a ser STEAM, promove outras competências transversais como comunicação, colaboração, liderança, resolução de conflitos (Bybee, 2010). Essas competências são geralmente trabalhadas na prática quando dos trabalhos em grupos em que os educandos estão desenvolvendo um protótipo robótico. Por esse motivo, entendemos que o trabalho com o STEAM pode impactar a aprendizagem dos nossos estudantes.

Ao se tratar de competências, a BNCC destaca que:

[...] competência é definida, como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (Brasil, 2018, p. 8).

Desta maneira, a robótica aliada ao contexto STEAM fortalece o relacionamento interpessoal e as individualidades de cada estudante, levando-os a um aprendizado mais profundo e interconectado (Achermann, 2022). Os projetos de robótica podem envolver arte, música, além das áreas de ciências, matemática, engenharia e tecnologia. Isso favorece o desenvolvimento criativo dos estudantes, que também irão se preocupar com *design*, explorando diferentes conhecimentos e gerando ideias inovadoras e propícias a um ambiente de aprendizagem como a sala de aula, como veremos através das análises realizadas neste estudo.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção destacamos os procedimentos metodológicos utilizados para satisfazer o objetivo geral desta pesquisa que é “analisar a importância da metodologia STEAM e da Robótica como estratégias para o ensino de EAC destacando seus benefícios e possíveis aplicações práticas”.

Com foco na EAC, utilizamos a Robótica Educacional através da abordagem STEAM para promover uma aprendizagem dinâmica centrada na realidade dos estudantes de um colégio público estadual, no município de Nova Esperança - Paraná, pautado em um ensino investigativo e problematizador que resultou na prototipação de projetos que motivem soluções ambientais. Ao longo do processo visamos analisar as mudanças de atitudes e pensamentos através da percepção dos estudantes e da professora pesquisadora durante o processo de ensino e aprendizagem.

Para isso, a presente pesquisa foi conduzida com enfoque a linha de pesquisa em Formação de Professores, Metodologias de Ensino e Recursos Teórico-Didáticos nas Práticas Educativas (linha 2), do Programa de Pós-Graduação em Formação Docente Interdisciplinar da Universidade Estadual do Paraná – Campus de Paranavaí, a fim de compreender e investigar métodos e teorias das Ciências que vise os conteúdos e discussões que norteiam práticas de sala de aula e o ensino/aprendizagem.

3.1 Caracterização dos procedimentos e métodos

Quanto à caracterização do estudo, ele se enquadra em uma abordagem qualitativa de natureza aplicada, com objetivos exploratórios e descritivos. Os procedimentos adotados orientam a pesquisa para a modalidade conforme a observação participante.

Esta abordagem foi necessária para compreensão dos fenômenos estudados a partir da interação com os participantes, o que permitiu uma maior imersão e compreensão mais aprofundada das experiências e contextos estudados, pois a pesquisa qualitativa busca captar e analisar a complexidade e a profundidade dos fenômenos estudados, muitas vezes explorando o contexto social, cultural e histórico em que estão inseridos (Minayo, 2014).

A pesquisa participante ou observação participante na visão de Gil (2008, p.

31), “se caracterizam pelo envolvimento dos pesquisadores e dos pesquisados no processo de pesquisa”. Fundamentada nas descobertas que se encontram durante o processo de investigação envolvendo a participação de todos os atores da pesquisa, pesquisadores e pesquisados, é

[...] um método no qual o observador participa do dia a dia das pessoas que estão sendo estudadas, seja abertamente no papel de pesquisador ou secretamente em algum papel disfarçado, observando como as coisas acontecem, ouvindo o que é dito e questionado pelas pessoas durante um período de tempo (Becker; Geer, 1969, p. 322).

Conseqüentemente, este método de pesquisa, visto como a observação participante, possibilitou a coleta de dados em tempo real permitindo a observação de particularidades e subjetividades que dificilmente seriam acessadas em outros métodos. Por isso, a escolha por esta modalidade de pesquisa contempla um olhar mais amplo e aprofundado do objeto de estudo, contribuindo para uma análise mais significativa dos resultados obtidos.

Além disso, buscou-se uma compreensão integralizada e por um todo quando da especificação de natureza aplicada com objetivos exploratórios e descritivos que definidos por Merriam (2009), compreendem nessa ordem, que o estudo não se pauta apenas na teoria, mas busca gerar *insights* com o intuito de implementação de mudanças no contexto escolar investigado. Busca investigar e conhecer fenômenos e problemas pouco conhecido formulando novas hipóteses para o contexto prático e descritivo, pois detalha de forma clara e abrangente todos os objetos e situações de estudo apresentadas.

Na abordagem aplicada, Minayo (2014) enfatiza que, além de buscar entender o problema, é preciso propor soluções que possam concretamente ser implementadas, intentando promover mudanças positivas. Sendo assim, esse percurso metodológico vem detalhar como os procedimentos e análises foram realizados.

3.2 Dos participantes da pesquisa

Compreendendo a necessidade de propor um trabalho de investigação a partir da abordagem STEAM, à luz dos pressupostos da EAC, articulada à Robótica e outras disciplinas correlatas, visando uma abordagem interdisciplinar para o ensino de EA,

este trabalho contou com a professora pesquisadora como participante da pesquisa e de seus alunos, os estudantes participantes da pesquisa, para os quais foram direcionadas as propostas de atividades.

Para isso, elencou-se como sujeitos da pesquisa os alunos matriculados no 9º ano em uma escola pública na modalidade de ensino integral do estado do Paraná. Os participantes que se encontram na série/ano mencionado acima são adolescentes com idade entre 14 e 16 anos, os quais realizaram as atividades propostas pela professora pesquisadora seguindo o planejamento da sequência didática elaborada para desenvolver o ensino de EA no componente curricular robótica.

Para compreensão das análises designamos o código E1, E2, E3, [...] sequencialmente para especificarmos cada um dos estudantes na coleta de dados que aconteceu via formulário. Já na coleta de dados através dos relatos de protótipos apresentados, utilizaremos a nomenclatura G1, G2, G3, sequencialmente, como forma de entendermos que este momento aconteceu através do trabalho em grupo.

3.3 Do local da pesquisa

O colégio escolhido para ser desenvolvida a pesquisa, veio ao encontro pelo fato da referida instituição passar a apresentar o ensino na modalidade integral desde 2023 e receber, por esse motivo, novos componentes curriculares para compor sua matriz curricular, dentre eles a componente curricular Robótica.

A Unidade de Ensino está localizada no município de Nova Esperança, na região noroeste do Estado do Paraná. A cidade possui aproximadamente 25.000 habitantes e a inserção dos alunos no mundo tecnológico é inovadora para a comunidade escolar e local. Outra motivação foi o fato de ser o campo de trabalho da pesquisadora que atua como professora de Robótica e Pensamento Computacional na escola supracitada.

A escola apresentava no início da pesquisa 14 turmas de ensino fundamental anos finais, sendo 3 turmas de 6º anos, 4 turmas de 7º ano, 3 turmas de 8º anos e 4 turmas de 9º anos, contando em média 25 alunos por turma, além de possuir, no período noturno, a modalidade de Ensino de Educação de Jovens e Adultos (EJA), atendendo alunos do ensino fundamental e médio. A instituição tem aproximadamente 600 alunos no total. Sua estrutura física, conta com 2 laboratórios de informática, um laboratório de multidisciplinar, 1 laboratório de ciências, 14 salas de aulas, 1 biblioteca,

1 refeitório, 1 cozinha, sala de hora-atividade, sala dos docentes, secretaria, 3 salas de atendimento pedagógico, 1 salão nobre, 1 sala para gestores, atendimento especializado Atendimento Educacional Especializado (AEE) e Professor de apoio Educacional Especializado (PAEE).

Sua estrutura apresenta-se em boas condições, composta na íntegra por: climatizadores para as salas de aulas e ar-condicionado para os laboratórios. Para o componente curricular de Robótica contamos com 43 *kits* de robótica composto cada um por um Arduino Uno R3, 1 *kit* chassi robô, 60 *leds* coloridas, 5 *leds* RGB, 1 fita de *leds*, 2 placas de ensaios; 50 *jumpers* (fêmea-fêmea, macho-fêmea e macho-macho), *kit* braço robótico, 1 sensor de umidade, 1 sensor a gás, 1 sensor ultrassônico, 2 sensores de obstáculos, 1 sensor de movimento, 10 micros servos, 1 bomba d'água para aquário, 1 *display* LCD, e diversas outras placas e sensores.

Esses *kits* são relevantes para o processo de ensino do componente curricular, pois, por meio deles, os estudantes têm a oportunidade de unir teoria e prática, o que torna a aprendizagem mais prazerosa e motivadora.

Para o uso de todos esses elementos, contamos com aulas de robótica ministradas pela pesquisadora com carga horária semanal de 2 horas/aula sendo cada hora/aula de 50 minutos, totalizando um trabalho de 1 hora e 40 minutos por semana, foi o cerne de desenvolvimento dos protótipos que utilizaram o laboratório multidisciplinar, bem como outros espaços da escola para apresentação e exposição dos projetos.

3.4 Instrumentalização e ações da pesquisa

Com o intuito de analisar a importância da metodologia STEAM e da Robótica como ferramentas para o ensino de EAC destacando seus benefícios e possíveis aplicações práticas, realizamos a coleta dos dados durante os meses de abril a julho de 2023, simultaneamente ao processo de aplicação das atividades didático-pedagógicas que compõem uma Sequência Didática (SD) aplicada na disciplina de robótica.

A SD trata-se de um planejamento, onde a professora pesquisadora sequenciou conteúdos sobre EA e Robótica, além de seguirem os passos de um plano de aula que se enquadra na abordagem STEAM. Sendo assim, seu percurso metodológico contou com as seguintes etapas: questão geradora, investigação,

descoberta, conexão, criação, reflexão e avaliação, que será apresentado na seção intitulada “Discussão e resultado” como resultado parcial no intuito de ajudar outros professores da área. Dessa forma, utilizamos várias ações que compuseram os momentos de coleta de dados.

Portanto, esta pesquisa se deu em momentos diversos, visto que a EA, possui conceitos multifacetados, sendo assim, para o desenvolvimento desse estudo, foi necessário realizar algumas ações aplicadas em três momentos durante a pesquisa:

3.4.1 Primeiro Momento: contexto e início da coleta de dados

Para uma compreensão geral dos estudantes, foi realizada a introdução da temática “Ações que transformam o mundo”, aos alunos do 9º ano, visto ser o tema central do concurso Agrinho⁷ 2023. Ademais, marcou o início da aplicação de uma SD planejada sob o olhar dos objetivos de aprendizagem estabelecidos.

Como forma de entender o contexto inicial sobre a EA pelos estudantes, utilizamos variados instrumentos que constituíram a coleta de dados que ocorreu durante a aplicação da SD aplicada pela professora pesquisadora. A partir da gravação de vídeo e fotos, foi possível identificar pontos-chave das atividades propostas e registrar todos os avanços e interações dos estudantes. Ainda, contamos com a aplicação do questionário 1, que continha 4 (quatro) questões para serem respondidas a título de coletarmos informações prévias sobre o conhecimento dos alunos em relação à EA e contribuiu valiosamente com dados relevantes sobre as percepções prévias dos estudantes em relação a EA, conforme apêndice 1.

O Formulário 1 foi aplicado e disponibilizado através da ferramenta Google Formulário e enviado aos alunos com postagem na Plataforma Google Sala de Aula (*Classroom*). Ainda, o formulário contou com quatro perguntas abertas respondidas pelos estudantes participantes.

Foi possível analisar 22 questionários dos 26 coletados no total, pois optamos em analisar apenas aqueles que estivessem com todas as questões respondidas.

⁷ O Agrinho é o maior programa do sistema FAEP/ SENAR – PR, para o desenvolvimento de atividades pedagógicas que envolvam temas como a sustentabilidade, cidadania e saúde. O programa visa estimular o debate desses temas colocando em foco os meios urbanos e rurais e o desenvolvimento da Educação Ambiental. Além disso, premia as melhores produções nas categorias, pintura, escrita e com a atual colaboração da Secretaria Estadual de Educação do Paraná (SEED-PR), também premia as produções do Redação Paraná Nota 10, Programação, Robótica e Relatório de pesquisa. Para outras informações acesse o site <https://www.sistemafaep.org.br/agrinho/>.

Ademais, realizamos uma análise descritiva, o que facilitou na identificação de padrões gerais como demonstrado na seção de resultados e discussão desta pesquisa.

3.4.2 Segundo momento: segunda coleta de dados através dos protótipos e relatos textuais

O segundo momento deste estudo consiste no desenvolvimento dos projetos estabelecidos.

Os estudantes foram divididos em grupos e cada um buscou pesquisar um problema ambiental que a escola estivesse enfrentando, nas mais diversas temáticas, depois passaram a desenvolver os projetos elencados por cada equipe, tornando uma prática problematizadora, pois agora embasariam o pré-conhecimento adquirido através das aulas de robótica anteriores a aplicação da SD, que ajudou a formularem um protótipo robótico.

Com a finalização da prototificação, os alunos realizaram uma apresentação do seu projeto e fizeram um relato oral, expondo objetivos, função e resolução da prática. Esses relatos orais foram transcritos pelas equipes e entregue a professora pesquisadora que contou com a descrição da prática realizada, seus objetivos e detalhou os protótipos robóticos produzidos, validando a sequência didática aplicada que foi o produto desta dissertação e está detalhada na próxima subseção. Cada equipe foi orientada a relatar sobre os aprendizados mais marcantes, o que poderia ser melhorado, e como avaliaram as etapas desenvolvidas em relação à prototipagem.

Conforme os relatos e protótipos apresentados, verificou-se que, dos oito relatos entregues, um estava aquém das temáticas ambientais, portanto, o trabalho de análise se deu apenas em sete relatos.

Designamos o trabalho de análise dos relatos utilizando a Análise de Conteúdo (AC), de acordo com Bardin (2016), por se enquadrar como enunciados que apresentam ideias e inferências sobre a temática analisada e por serem a representação do pensamento dos estudantes. Trataremos, nessa análise, os relatos textuais com a seguinte código G1, G2, G3, G4, G5, G6 e G7, em que G representa a equipe/grupo. Essa nomenclatura foi adotada como forma de entendermos que este momento aconteceu através do trabalho de diferentes grupos compostos por 4 estudantes.

3.4.3 Terceiro momento: finalização da SD e aplicação do Formulário 2 para última coleta de dados

Para este momento, se fez necessário a aplicação de um segundo formulário, no qual os estudantes conheciam a temática de EA e iniciavam o desenvolvimento da crítica dentro do contexto social escolar. Nesta ocasião, foi aplicado o questionário 2, que abarcou em um instrumento de constituição dos dados, aplicado de forma online por meio da ferramenta Google Formulário e postada na plataforma Google Sala de Aula (*Classroom*), composto por duas questões (abertas) com perguntas referentes a EA como consta a seguir:

Questão 1 – Com base em nossos estudos, como você definiria a Educação Ambiental?

Questão 2 – Você acredita que a robótica pode ajudar na Educação Ambiental? De que maneira?

O segundo questionário, nomeado aqui como Formulário 2, foi aplicado após a conclusão dos trabalhos, pois foi necessário buscar elementos que subsidiassem a compreensão final dos docentes por meio de perguntas sobre EA e Robótica. Os dados do Formulário 2 foram analisados com base na AC de Bardin (2016) para uma compreensão mais clara do pensamento crítico e transformador dos discentes observados e tornaram-se parte da análise dessa pesquisa.

Diante disto, foi importante analisar as respostas dos formulários e identificar aquelas que seriam possíveis realizar o trabalho de análise, já que seria necessário entregar todos os questionamentos respondidos, portanto, elencamos apenas 21 respostas para compor a AC dessa pesquisa, para compor o *corpus*⁸ da AC juntamente com os relatos textuais dos protótipos como demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1. Identificação das respostas do questionário 2 utilizadas na AC

	Nenhuma questão	Questões abertas	Todas as questões
Formulário 2	5	21	21

Fonte: A autora, 2023.

⁸ Bardin (2016), conceitua que o *corpus* como um todo documental que serão submetidos aos procedimentos de análise. Faz parte da pré-análise, ou seja, é o momento em que se organiza os documentos que serão analisados.

O resultado obtido por meio da análise do Formulário 2, bem como, nos gêneros textuais dos relatos dos protótipos, coletados no momento 2, validou as atividades da sequência didática, viabilizando a construção de um produto educacional destinado a professores de Robótica do ensino fundamental que tem suas primícias apresentadas neste trabalho.

Enfatizamos que, para AC, tanto os enunciados dos formulários, bem como os dos relatos que compuseram o acervo analisado, por se tratarem de textos que expressam diretamente a compreensão, entendimento e opinião direta dos estudantes.

Diante disso, elaboramos a seguinte hipótese: O ensino de robótica através da metodologia STEAM leva o educando a desenvolver um pensamento crítico e transformador da sociedade sobre as temáticas de EAC. Para Bardin (2016), a hipótese levantada é uma afirmação de caráter provisório, proposta a verificação, podendo ser confirmada ou não, recorrendo, para isso, aos procedimentos de análise da AC.

Assim, através do método STEAM dentro da realidade vivenciada pelos estudantes com o uso da robótica educacional, foi realizado um ensino investigativo, problematizador e inovador, para englobar interdisciplinarmente conceitos matemáticos, científicos, da engenharia e da arte em um processo de conhecimento que envolvesse pesquisa, análise, discussão, modelagem, prática, testagem e produto final que utilizassem conceitos de mecânica e automação, além de aplicar o pensamento crítico e transformador de forma socioambiental para soluções de problemas.

3.5 Preparando a Análise de dados

Nesta subseção trataremos da preparação da nossa análise de dados. Para isso, retomamos nosso objetivo inicial de “analisar a importância da metodologia STEAM e da Robótica como ferramentas para o ensino de EAC destacando seus benefícios e possíveis aplicações práticas” para podermos desenvolver de forma clara a identificação dos elementos necessários para esse íterim. A parte de instrumentalização e ações da pesquisa nos orientou a compreender como iríamos preparar a análise dos dados, utilizando dos momentos já elencados na subseção

anterior.

3.5.1 Identificação do conhecimento prévio dos alunos

Com base no Formulário 1 e na da etapa 1 sobre a introdução do tema na SD, realizamos uma abordagem descritiva para análise e compreensão desse momento que compreendeu as 22 respostas do Formulário 1 onde denominamos cada resposta com o seguinte código E1, E2, E3... sequencialmente até E22, onde a letra “E”, corresponde a estudante.

Essa nomenclatura foi utilizada como forma de preservar a privacidade e confiabilidade das partes envolvidas no estudo. Desta maneira, essa padronização designa o entendimento e a identificação dos membros integrantes da pesquisa.

Para tal, o Formulário 1 compreendeu 4 questões pertinentes à compreensão inicial de EA. Os questionamentos foram apresentados nessa ordem:

Pergunta 1 - Você conhece ou já ouviu falar de Educação Ambiental?

Pergunta 2 - Como você poderia conceituar a Educação ambiental?

Pergunta 3 –Sua escola desenvolve projetos de Educação Ambiental?

Pergunta 4 – Os professores trabalham o conceito de EA em sala de aula?

Após essa identificação, organizamos as respostas em tabelas, como apresentado nos resultados, para melhor compreensão dos pensamentos expostos pelos estudantes e iniciamos a interpretação dos dados via análise descritiva que se funda nos autores da EAC. Além disso, produzimos gráficos e buscamos padrões que nos ajudassem na interpretação desses dados.

3.5.2 Análise de Conteúdo

Iniciamos o tratamento das informações para a AC, buscando categorizar por similaridade de sentido, a fim de propiciar uma análise mais completa. Em sua primeira etapa, Bardin (2016) menciona que a AC orienta tanto a forma de coletar os dados e o manejo para análise deste, transitando entre documento a ser analisado; a hipótese e objetivo do trabalho e os indicadores que serão utilizados para fundamentar a pesquisa. Desta forma, realizamos uma pré-análise para delimitar o agrupamento de informações a serem esquadrihadas.

Nesta primeira etapa, foi realizada a leitura das respostas individuais do Formulário 2, também realizamos a leitura de todos os relatos. A leitura está enquadrada como “flutuante” proposta nos passos iniciais de Bardin (2016). A leitura “flutuante” nos permitiu conhecer enunciados prováveis ao *corpus* de análise desta pesquisa. Doravante, elencamos os possíveis enunciados a partir da contemplação dos seguintes critérios: para os formulários buscamos aqueles que tenham todas as questões respondidas, dos relatos que tramitem no gênero e na importância do que foi solicitado como informações marcantes, objetivos do trabalho, o que poderia ser melhorado, e como avaliaram as etapas desenvolvidas.

Após, pela regra da exaustividade e pertinência de Bardin (2016), elencamos o *corpus* de análise que compreende as temáticas de EA, ficando com um total de 21 respostas para o Formulário 2 e 7 relatos com apresentação de protótipos.

Realizada a identificação do *corpus* da pesquisa passamos para a segunda fase, onde realizamos a escolha da unidade, enumeração, regra de contagem e escolha das categorias. Dito isto, coadunamos com Godoy (1995) quando afirma que a AC pode ser aplicada a diversos tipos de discurso e a todo tipo de comunicação, independentemente de sua natureza e suporte. Salientamos, ainda, que a expressão *corpus* é designada por Bardin (2016) como a parte documental que integra o acervo em que será realizada a AC.

Oliveira *et al.* (2003) intentam que a AC conceda a identificação de ideias-chave ou temas com a intenção de fornecer um prognóstico útil ao objetivo da pesquisa. Dessa forma, conforme o item 1 - O recorte: escolha das unidades - selecionamos excertos, com o uso de palavras-chave, definindo os termos a serem buscados nos enunciados das respostas dos formulários e relatos, bem como dos aspectos gerais e específicos intrinsecamente compreendidos dos protótipos analisados.

Em uma perspectiva qualitativa e categorial, investigamos as palavras-chave (indicadores), pelo número de vezes que aparecem nas produções analisadas. Sendo assim, buscamos, na análise do Formulário 2 e dos relatos coletados nos momentos 2 e 3 da pesquisa, as seguintes expressões e verbos referentes a temática de Educação ambiental: Ações éticas, Cidadania, Consumo, Consumo Consciente, Compromisso/engajamento, Degradação, Descarte, Ecológica, Exploração/explorar/Capitalismo, Preservar/Conservar/Manter, Problema socioambiental, Reciclagem/reciclar, Recursos naturais, Relações socioambientais,

Sociedade, Socioambiental, Sustentável/Sustentabilidade, Sustentabilidade socioambiental, Transformação socioambiental.

Para o contexto de análise, essas palavras expressam o pensamento dos estudantes apresentados nos momentos 1, 2 e 3 da pesquisa. Foi possível pré-determinar as expressões supracitadas, em concordância com os enunciados apresentados nos Formulários 2 e nos relatos textuais, como apresentados nos quadros 8 e 9 na seção de análise, resultado e discussão.

Antes de mais nada, esclarecemos que o trato das informações seguirá dois momentos, assim como apontado por Oliveira (2021, p. 70), “desmembramos o processo em dois itens distintos, um que trata especificamente da forma em que realizamos a coleta dos dados e outro que aborda os procedimentos de análise”. À vista disto, contemplaremos uma compreensão detalhada e de caráter complementar intrinsecamente abordada pela metodologia de AC.

Em concordância com a etapa anterior, seguimos Bardin (2016) para elencarmos as regras de análise utilizadas para a definição do *corpus* desta pesquisa, que

[...]assenta numa hipótese de correspondência entre a presença, a frequência, a intensidade, a distribuição, a associação da manifestação da linguagem e a presença, a frequência, a intensidade, a distribuição, a associação de variáveis inferidas, não linguísticas. É conveniente procurar-se a correspondência mais pertinente (Bardin, 2016, p. 143).

Em síntese, utilizamos a regra de frequência, onde buscamos o número de vezes que corresponde ao aparecimento de cada palavra-chave nos enunciados. Por conseguinte, realizamos a classificação e agregação, organizando as palavras-chave em categorias. Dividimos esse processo em dois estágios, o do inventário, que isola os elementos, e o da classificação, que divide esses elementos para depois organizá-los. Assim, elencamos os indicadores e, por sentido fizemos sua divisão em palavras-chave, para depois organizá-los em categorias.

Desta maneira, definimos os critérios de categorização como semânticos, criando-se, assim, categorias temáticas. Destacamos que a categoria contempla cinco qualidades: a exclusão mútua, a homogeneidade, a pertinência, objetividade e finalidade. Consequentemente, *a priori*, classificamos as palavras-chave em 2 categorias: Visão Crítica e Visão conservadora da EA.

A partir desse momento, como exposto por Bardin (2016), realizamos a inferência, ou seja, uma “interpretação controlada”. Para isso, realizamos a identificação dos polos de análises que irão explorar o emissor, verificamos o texto que o remete, buscando aspectos que representam o grupo estudantil ao qual os textos pertencem e suas intencionalidades discursivas. Analisamos o receptor, visando identificar indícios de mudanças de pensamento através da demonstração de ideias e defesa de ponto de vista nas análises realizadas, e inferimos a mensagem pelo prisma do código (palavras-chave) quanto à significação fornecida.

Para responder à hipótese elencada no contexto desta pesquisa, buscaremos a inferência do tipo específica (Bardin, 2016), e dialogaremos com outros autores que compreendem e disseminam as ideias da EAC.

3.6 Desenvolvimento do Produto Educacional

Compreende-se, nesta pesquisa, que o termo "produto educacional" se refere a uma SD. De acordo com Leffa (2008), essa sequência é composta por um conjunto de atividades que apoiam o processo de ensino e aprendizagem, podendo ser considerada um plano de ensino. Tal produto pode ser destinado aos docentes do componente de Robótica do ensino fundamental, a fim de contribuir de forma inovadora para a mudança do paradigma educacional da EA. A proposta combina tecnologia, ambiente e método STEAM em uma única atividade de ensino, fundamentada nas teorias construtivistas de Piaget, no construcionismo de Piaget e Papert e no interacionismo de Vygotsky.

Buscamos embasar nossas atividades de forma que desenvolva as competências e habilidades propostas pela BNCC, com intuito de trabalhar globalmente o indivíduo. Além disso, a proposta está em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (ODS: 4, 6 e 14) e a Agenda 2030. Nesse caso, a proposta buscou incentivar os alunos a investigar as condições ambientais da comunidade escolar e construir um aparelho robótico mecânico ou eletrônico que facilitasse a preservação das condições ambientais em diferentes escalas.

3.6.1 Elaboração do Produto Educacional

O Produto Educacional (PE) que propõe unir Educação Ambiental (EA) e robótica teve como objetivo promover a conscientização ambiental a partir do tema “Ações que transformam o mundo”, no componente curricular de Robótica e utilizou a abordagem STEAM, para explorar a relação entre tecnologia e questões ambientais. O processo envolveu etapas que iniciou com questão geradora, investigação, descoberta, conexão, criação, reflexão e avaliação.

Para o desenvolvimento do protótipo que ocorreu dentro das etapas da abordagem STEAM de conexão, criação, reflexão e avaliação foram desenvolvidos os *designs*, construções, testes e apresentações, variando de sistemas mecânicos a soluções que utilizem a placa controladora arduino uno que faz parte do *kit* robótica.

Esta experiência foi pensada a partir do tema “Ações que transformam o mundo”, porém, a concepção de sustentabilidade já era abordada nas aulas do componente curricular Robótica a partir dos conceitos dos ODS. Com o trabalho colaborativo, foi possível verificar vários problemas que envolvessem a comunidade escolar e de maneira sustentável solucioná-los.

Resumidamente, apresentamos todas as etapas trabalhadas e construídas a partir das 10 competências gerais constantes na BNCC, como destacadas no Quadro 2.

Quadro 2. Competências gerais - BNCC

Competências Gerais da BNCC
1. Conhecimento
Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. Pensamento científico, crítico e criativo
Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
3. Repertório cultural

Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.
4. Comunicação
Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos, além de produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
5. Cultura Digital
Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
6. Trabalho e projeto de vida
Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais, apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.
7. Argumentação
Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.
8. Autoconhecimento e autocuidado
Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.
9. Empatia e cooperação
Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, suas identidades, suas culturas e suas potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.
10. Responsabilidade e cidadania
Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

Fonte: Brasil, Base Nacional Curricular (2018).

Desta forma, quando abordada a temática “Ações que Transformam o Mundo”, buscou-se desenvolver nos alunos a pesquisa, criatividade, senso crítico, cooperativo, de responsabilidade, cidadania e compromisso com o meio ambiente. Para isso, foi preciso dividir a experiência em várias etapas, a constar no Quadro 3, em que apresentamos um resumo das aulas que foram desenvolvidas com o 9º ano do Ensino Fundamental no componente robótica.

Quadro 3. Descrição das etapas da SD aplicada a turma do 9º ano A durante o período de 20 horas/aulas

Etapas	Horas aulas (h/a)	Descrição
1 – Introdução ao Tema (Questão geradora)	(2 h/a)	<p>Iniciamos com uma discussão em sala de aula sobre a frase "Seja a mudança que você deseja ver no mundo", atribuída a Mahatma Gandhi. Isso ajudou a estabelecer o tom para a importância das ações individuais. O trabalho se deu no formato de roda de conversa e a professora foi a mediadora do bate-papo, aprofundando o conhecimento através de questionamento norteadores. Terminando esta etapa apresentou-se o projeto “Ações que transformam o mundo”, assim foi proposto uma atividade com nuvem de palavras para selecionar subtemas em relação a temática maior.</p>
2 – Pesquisa e Exploração (Investigação e Descoberta)	(4 h/a)	<p>Para continuidade e de forma a explorar as competências e habilidades propostas pela BNCC ao currículo do ensino fundamental, no que tange ao desenvolvimento do Pensamento Científico, Crítico e Criativo, além da empatia, cooperação, responsabilidade e cidadania, os alunos foram designados a pesquisar exemplos de ações que transformaram o mundo ao longo da história, de forma a abordar áreas como direitos civis, sustentabilidade e solidariedade. No final da aula cada equipe compartilhou suas descobertas e todos tiveram um momento de aprendizagem mútua. Passamos para a divisão das equipes que aconteceu por afinidade dos temas.</p>
3 – Design e construção (Criação)	(8 h/a)	<p>Essa foi a etapa mais demorada de todo o processo, divididos em grupos, os educandos tiveram a oportunidade de debater as ações pesquisadas. Ouviram as opiniões do grupo e foram incentivados a considerar diferentes perspectivas e avaliar o impacto global dessas ações. Neste momento, os alunos foram convidados a pensar o meio em que vivem e construir, juntos, um projeto que na prática transforma a comunidade escolar em que estão inseridos.</p>

		<ul style="list-style-type: none"> ✓ O projeto rascunhado pelos alunos continha perguntas bem simples: ✓ Qual é o projeto? ✓ O que ele faz? ✓ Qual problema do cotidiano ele resolve? ✓ Quem ele ajuda? ✓ Quais os materiais que são utilizados? ✓ Faça um desenho de como seria a aparência do seu objeto, equipamento ou robô.
4 - Desenvolvimento e testes (Avaliação)	(4 h/a)	O desenvolvimento dos protótipos. Momento disponibilizado para realização dos testes por parte das equipes, verificar se realmente o projeto irá de encontro ao planejado. Os projetos mecânicos, como não utilizariam placas controladoras, seriam mais rápidos para montar, já os protótipos desenvolvidos com os arduinos levariam um tempo maior para conclusão, pois utilizariam vários sensores, fios, conexões, código de programação e a parte física do protótipo. Pensando nisso o tempo teria que ser suficiente para ambos projetos: mecânicos ou autômatos.
5 - Apresentação e demonstração (Reflexão)	(2 h/a)	Cada equipe se tornaria "especialista" em sua solução robótica e este momento foi reservado para apresentação do seu protótipo. Para as apresentações fizemos em formato demonstração de trabalhos para que outros alunos da escola também pudessem ver os protótipos que foram produzidos.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

4 ANÁLISE DOS DADOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção refere-se ao momento em que apresentamos os resultados e discussões desta dissertação com o intuito de verificar se o objetivo geral em que propomos foi alcançado por meio das etapas de análise apontadas na seção anterior.

Desta forma, para maior compreensão das análises produzimos um resumo de todos os momentos de coleta de dados e os organizamos no Quadro 4.

Quadro 4. Etapas da Sequência Didática (SD) e momentos da coleta de dados

Momentos	Descrição
1º	- Questionário inicial (Formulário 1): <ul style="list-style-type: none"> • Pergunta 1 - Você conhece ou já ouviu falar de Educação Ambiental? • Pergunta 2 - Como você poderia conceituar a Educação ambiental? • Pergunta 3 – Sua escola desenvolve projetos de Educação Ambiental? • Pergunta 4 – Os professores trabalham o conceito de EA em sala de aula? - Introdução ao tema através da SD. - Pesquisa e roda de conversa.
2º	- Pesquisa e Exploração. - <i>Design</i> e construção. - Desenvolvimento e testes. - Apresentação dos Protótipos. - Entrega dos relatos.
3º	- Finalização da SD. - Inferência por parte da pesquisadora sobre os protótipos apresentados. - Aplicação do 2º Questionário (Formulário 2) <ul style="list-style-type: none"> • Pergunta 1 - Com base em nossos estudos como você definiria a Educação ambiental? • Pergunta 2 - Você acredita que a robótica pode ajudar na educação ambiental? De que maneira?

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Desta maneira, foi possível analisar as impressões dos alunos sobre o tema EA

por meio dos formulários aplicados no primeiro momento dessa pesquisa. Apresentamos a análise do conteúdo dos dados referente ao Formulário 2 e relatos textuais dos protótipos robóticos apresentação, e ainda, a relação e a compreensão ao tema através dos protótipos apresentados. Finalizamos nossas análises e discussões compreendendo a importância da SD como produto educacional.

4.1 Análise das respostas obtidas mediante o Formulário 1

O início da nossa discussão está pautado no conhecimento prévio dos 22 discentes investigados pela aplicação do Formulário 1. De posse destas indagações, foi possível identificar o perfil de conhecimento dos alunos do 9º ano do ensino fundamental, por meio da pergunta “Você conhece ou já ouviu falar de Educação Ambiental?”. Dessa forma, reunimos as respostas por aproximação de ideias, como apresentado no Quadro 5.

Quadro 5. Expressões das ideias dos estudantes sobre a Pergunta 1 – Você conhece ou ouviu falar de Educação Ambiental?

Categorias	Termos	Alunos	Percentual
Não conhece	Não Nunca ouvi falar	E1, E10, E18	16%
Conhece Pouco	Mais ou menos Já fiz alguns trabalhos Participei uma vez	E3, E7, E8, E9, E11, E14	28%
Conhece	Sim Com certeza. Sempre participo	E2, E4, E5, E6, E12, E13, E15, E16, E17, E19, E20 e E21	56%

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Este procedimento foi importante para compreendermos o conhecimento inicial dos alunos sobre a EA.

Diante dos resultados apontados no Quadro 5, percebemos que o termo “Educação Ambiental” não se apresenta como alvo de conhecimento dos alunos, apenas 28% enquadraram-se, de fato, em conhecer a temática de EA. Devido ao contexto escolar e aos projetos ligados a EA, podemos compreender que essas respostas vêm dos alunos que participavam da eletiva de meio ambiente que objetiva

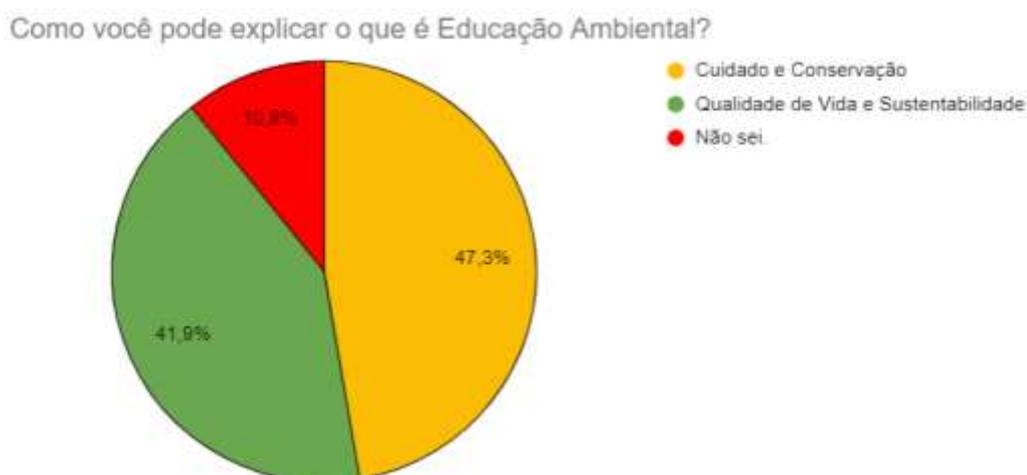
o trabalho sobre questões ambientais, construção de horta escolar e desenvolve o interesse pelo assunto.

Ao perceber que 56% dos estudantes questionados expressam conhecer pouco sobre a temática, esse resultado sugere que menos da metade dos alunos já ouviu falar do tema, porém não tem conhecimento aprofundado sobre tal. Os 16% restantes mostram que EA ainda deixa lacunas de conhecimento. Dessa forma, entendemos que seria necessário intensificar as abordagens sobre EA no espaço escolar.

Isto posto, recorremos a Freire (1996, p. 12) quando fala da pedagogia libertadora, na busca de docentes e discentes que sejam participativos com posturas “criativas, instigadoras, inquietos e rigorosamente curiosos, humildes e persistentes”. Dessa maneira, entendemos o enunciado exposto como parte essencial para o processo de ensino aprendizagem, devendo iniciar com o olhar docente aos temas transversais passíveis de serem abordados em várias disciplinas.

Em contrapartida, ao ser analisado a pergunta 2 que questiona “Como você poderia conceituar a Educação Ambiental?”, entendemos pela análise do material que foi possível categorizar em três termos: “Cuidado e conservação”; “Qualidade de vida e sustentabilidade” e “Não sei”. Os resultados estão ilustrados na Figura 1.

Figura 1. Apresentação das ideias sobre o que é EA



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Observamos que apenas 10,8% dos questionados não souberam como explicar o que é EA, sugerindo pelo contexto dos entrevistados que não conhecem ou não estão familiarizados com o termo “Educação Ambiental”, para os outros 89,2% a

ideia permeia entre o cuidado, conservação, qualidade de vida e sustentabilidade.

Podemos inferir, ainda, que uma parcela de 41,9% se mostrou evidenciou apresentar uma compreensão mais aprofundada sobre a temática quando comparado o termo ao conceito de qualidade de vida e sustentabilidade e 47,3% conceitua EA como sendo o cuidado e a conservação com o meio ambiente, indicando uma concepção mais focada na preservação da natureza e com o cuidado dos recursos naturais e proteção ao meio ambiente. Dessa forma, compreendemos que a maioria, em tese, relaciona EA aos conceitos de preservação e conservação da natureza, como apresentados pelos excertos dos alunos A3 e A7 apresentados no Quadro 6.

Quadro 6. Percepção dos alunos do 9º ano EF sobre o conceito de Educação Ambiental e que ações acreditam ter relação com a EA

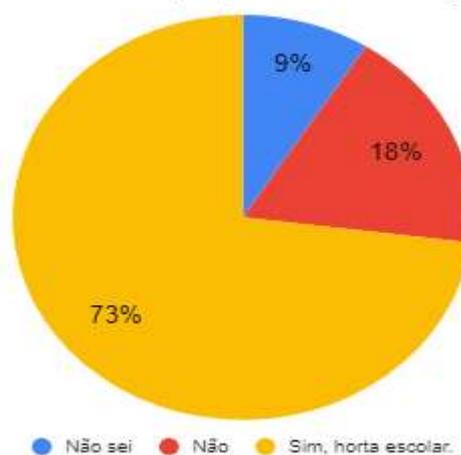
Pergunta 2 - Como você poderia conceituar a Educação ambiental?	
Aluno	Resposta
E3	“Na minha opinião aprendemos educação ambiental nos estudos sobre desmatamento, falamos da importância de plantar árvores, e não desmatar”.
E7	“Quando pensamos em respeitar o meio ambiente, sem sujá-lo, não jogando lixo, cuidando dos rios”.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Na próxima análise, para acomodar as respostas dos alunos para a pergunta 3: “Sua escola desenvolve projetos de Educação Ambiental?”, também foi necessário construir três categorias por aproximação de ideias como apresentadas na Figura 2.

Figura 2. O desenvolvimento de projetos na escola sobre Educação Ambiental

Sua escola desenvolve projetos de Educação ambiental?



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Notamos que a maioria, 73% dos alunos, identifica que a escola possui projeto de EA e relaciona com a horta escolar desenvolvida pela eletiva de Meio Ambiente. As respostas coletadas foram bem diversificadas, porém, o sentido por várias vezes era bem enfático, como na resposta dada pelo aluno A2 quando diz que: “Sim! Nós temos a horta da escola. Fizemos tudo desde preparar a terra, plantio e colheita”.

No entanto, a visão se mostra diferente quando perguntados “Os professores trabalham o conceito de EA em sala de aula?”. As respostas são diversas, no entanto, é possível aproximá-las com base na similaridade de sentido, como demonstrado no Quadro 7.

Quadro 7. Os professores trabalham o conceito de EA em sala de aula?

Aluno	Resposta
E12	“Ouvimos falar sobre educação ambiental em várias disciplinas, em língua portuguesa muitos textos falam sobre o assunto”.
E19	“Esse ano estamos trabalhando bastante, estou escrevendo um artigo de opinião que trabalha as temáticas sobre o meio ambiente”.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Dessa forma, após uma análise das respostas apresentadas pelos estudantes, podemos inferir que o conhecimento prévio do alunado permanece dentro do conceito apresentado por Sauvé (2005), quando define uma das correntes ideológicas da EA como sendo conservacionista. Entendemos que a es ligadas a manuten o, planta o, limpeza e de consciência, mas sem a es, vão ao encontro do pensamento conservacionista, não envolvendo um pensamento crítico e transformador do meio conforme trata Paulo Freire (1996, p. 21) quando dialoga que “ensinar não   transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produ o”. Ou seja, não basta apenas mostrar como devemos manter, conservar,   preciso desencadear o interesse, a pesquisa, a cria o para que o aluno perceba o contexto em que vive e dessa forma, identifique e resolva os problemas encontrados no seu dia a dia, dos quais, sinalizamos falta de princípios básicos e comportamentais.

Ainda, com base na observa o da Figura 2, também avaliamos que um percentual pequeno, mas significativo dos alunos conhece a EA, sabe do que trata o assunto e tem possibilidade de tornar-se um cidadão crítico, ativo e participativo da sociedade em que convive. Para tanto, e pensando no objetivo central desse trabalho,

através da AC dos enunciados coletados durante a aplicação da sequência didática, que se deram por meio do Formulário 2 e dos Relatos Textuais sobre os protótipos desenvolvidos, buscamos compreender se ocorreu uma mudança crítica e transformadora no pensamento dos alunos que participaram da pesquisa.

4.2 Análise de conteúdo das respostas do Formulário 2 e dos Relatos Textuais

Esta dissertação buscou apresentar os resultados obtidos através do estudo bibliográfico e da (AC) do *corpus* da pesquisa, de acordo com Laurence Bardin. A análise encontra-se apresentada dialogando com autores da EAC e outros que enfatizam sobre o desenvolvimento do cidadão crítico e transformador. Para a organização dos dados segundo a pré-análise sugerida pela AC, apresentamos o Quadro 8, onde organizamos as fichas de leitura e assim buscamos as palavras, termos e expressões que remetem à EA.

Quadro 8. Fichamento das respostas do formulário 2 e preparação para unitarização e escolha de palavras-chave

Estudante	Perguntas	Fichamento das respostas coletas com o Formulário 2
E1	Questão 1 - Com base em nossos estudos como você definiria a Educação ambiental?	1.“Para definir educação ambiental é preciso entender os desafios ambientais (A) locais e globais e trabalhar o desenvolvimento da consciência crítica (B) para solucionar esses problemas”. 2.“Sim! Acredito que vários projetos robóticos ajudam o meio ambiente. Mas é preciso incentivar os alunos a descobrirem novas formas de resolver os problemas ambientais (A) usando o conhecimento de várias disciplinas e da tecnologia, desenvolvendo a cidadania (C), ações éticas (D) em busca de uma solução mais eficaz e de menor impacto”.
E2		1.“Definiria como um estudo que orienta a todos nós sobre como preservar (E) os recursos naturais (F) pensando na manutenção (E) da natureza de maneira sustentável.” 2.“Pode. Com várias coisas como: automatizar o processo de coleta de lixo (G), robôs que ajudem na economia (I) dos recursos naturais (F)”.
E3	Questão 2 - Você acredita	1.“Pode ser definida como uma forma de ensinar a conservar (E) o meio ambiente, quando não jogamos lixo ou plantamos árvores, por exemplo”. 2.“Tem muitas coisas que podem ajudar, pesquisamos sobre robôs que limpam (J) a praia que ajudam a monitorar o tempo (K), ajudam com a reciclagem (L)”.

E4	<p>que a robótica pode ajudar na educação ambiental? De que maneira?</p>	<p>1.“É um assunto bem falado, mas importante para conscientizar (M) as pessoas sobre as necessidades ambientais (A) buscando soluções sustentáveis (N)”.</p> <p>2.” Melhorando nosso dia a dia”.</p>
E5		<p>1.“Para conscientizar (M) da necessidade de proteger os recursos naturais (F) estudamos a educação ambiental.”</p> <p>2.“Poderia ajudar com projetos que ajudem a manter (E) um ciclo de irrigação por exemplo”.</p>
E6		<p>1.“Quando aprendemos a usar o 3 R e não desperdiçar (O) água estamos usando a educação ambiental”.</p> <p>2.“Não sei. Talvez ajude na limpeza (J)”.</p>
E7		<p>1.“Entendo que educação ambiental é promover reflexões (S) sobre questões socioambientais (P), refletir(S) sobre a crise ambiental (Q) e incentivar o exercício da cidadania (C) em busca por soluções transformadora. (R)”.</p> <p>2.“Criando projetos que possibilitem e incentivem a reflexão (S)sobre a energia renováveis (T), como robôs que captam a energia solar ou eólica para uso doméstico”.</p>
E8		<p>1.“A educação ambiental é um ensino que deveria estar em as escolas pois estimula os questionamentos dos modelos de produção e consumo (U), buscando consumo consciente (V), que exerçam a cidadania (C)através de ações éticas (D) e que gerem soluções com impactos positivos (R)ao meio ambiente”.</p> <p>2.“Projetos sustentáveis (W) para ajudar o meio ambiente, como o irrigador automatizado que permite economizar os recursos hídricos (X), melhorar o potencial de crescimento da planta além de formar os estudantes para refletir (S) criticamente sobre as questões ambientais (A) incentivando a cidadania (C) e diminuindo a exploração (AR) dos recursos privilegiada pelo capitalismo (AR)”.</p>
E9		<p>1.“Ela incentiva a participação ativa e ações éticas (D) do aluno na tomada de decisões relacionadas ao meio ambiente (D), visando uma autonomia (Z) em sociedade (AK) para uma transformação socioambiental (H)”.</p> <p>2.“Criando projetos voltados para a sustentabilidade socioambiental (AA) e usar a tecnologia como aliada nesse processo sem atender os interesses capitalistas (AR)”.</p>
E10		<p>1.“Ela incentiva o respeito ao meio ambiente, preservando (AB) através de boas ações”.</p> <p>2.“Criando robôs, melhorando o dia a dia das pessoas com um processador capaz de transformar óleo em sabão, e o mais importante saber reutilizar (AC)os materiais que podem ser nocivos ao meio ambiente”.</p>
E11		<p>1.“A educação ambiental busca conscientizar(M) a sociedade (AK)das atitudes humanas que geram impactos negativos ao meio ambiente, buscando ações éticas (D)que não prejudiquem parte da sociedade (AK)para alcançar uma transformação socioambiental (H)”.</p> <p>2.“A robótica ajuda muito na educação ambiental, criando vários projetos para que possa ajudar sempre o meio ambiente, diminuindo os impactos para uma transformação socioambiental(H)”.</p>

E12		<p>1.“Através da educação ambiental nas escolas temos uma valorização dos saberes, incentivando mudanças de pensamento (Y) sobre o manejo sustentável (AD) dos recursos naturais, formando pessoas mais atuantes no exercício da cidadania(C) e transformadoras (Y)da sociedade (AK) em que vive”.</p> <p>2.“Acredito que a robótica pode ajudar na educação ambiental de várias maneiras. Por exemplo, os robôs podem ser usados para simular ecossistemas permitindo que os alunos observem e compreendam melhor, possibilitando uma reflexão (S)de ações éticas(D), que gerem transformação socioambiental (H), mudança de pensamento e atitude (Y), sem prejudicar o próximo”.</p>
E13		<p>1.“A educação ambiental pode ensinar a como preservar (E) o planeta”.</p> <p>2.“Podem ser criados projetos utilizando a robótica, utilizando os materiais disponíveis”.</p>
E14		<p>1.“Buscamos compreender na sociedade (AK) local, todas as problemáticas ambientais (A), isso levou a reflexões (S)e incentivou o engajamento (AE) dos alunos em movimentos que buscam a sustentabilidade socioambiental (AA)e o exercício da cidadania (C)”.</p> <p>2.“A robótica ajuda a criar soluções sustentáveis (N)para o meio ambiente usando, por exemplo, robôs educativos, que ensinam dentro da ética (D)sobre sustentabilidade (AJ) dos recursos naturais (F)para formar cidadão mais conscientes e engajados (AE)”.</p>
E15		<p>1.“Através da educação ambiental aprendi a conservar (E), separar lixo, ver o que é bom e o ruim para o meio ambiente (D)”.</p> <p>2.“Ajuda através de equipamentos que ajudam a coleta de lixo (G) etc”.</p>
E16		<p>1.“Através da educação ambiental podemos nos conscientizar (M) dos modelos de produção que exploram (AR) o meio ambiente e tem devastado o planeta. Desenvolvemos um espírito transformador e ético (H)para resolvermos os pequenos problemas do dia a dia, como o consumismo (U), exploração (AR) e desperdícios (O)de recursos naturais (F)em busca de um desenvolvimento mais sustentável. (AD)”.</p> <p>2.“Isso pode ser feito de várias formas, uma forma é criar robôs que podem ser programados para identificar e coletar resíduos em ambientes urbanos, reduzindo a poluição visual e ambiental (AG). Ajudando a sociedade (AK) a refletir(S) eticamente (D) e conscientizar-se (M) sobre os descartes (AH) indevido. Outra forma, é criar projetos que discutam, desenvolvam a consciência ambiental (AI) e engaje (AE) para uma transformação socioambiental (H)”.</p>
E17		<p>1.“Enfrentamos grandes desafios ambientais (A) e através da educação ambiental nos preparamos para eles. Buscamos uma mentalidade sustentável (AD) e uma transformação socioambiental (H)através de atuações éticas (D) que busquem mudança de pensamento e atitudes (Y)”.</p>

		2.“Não tem como dizer que não. Nós mesmos aqui na escola utilizamos a robótica para resolver problemas ambientais (A). Exemplo são os problemas socioambientais (P) enfrentados pelos alunos que participam da eletiva de meio ambiente (D), construir um irrigador automatizado foi um grande passo para a economia (I) de água, melhor organização escolar, benefícios de plantios mais saudáveis, além de envolver toda comunidade escolar no aprendizado sobre questões éticas (D), exercício da cidadania (C) e conscientizar sobre os desafios ambientais (A)”.
E18		1.“Com a educação ambiental podemos construir valores sociais, desenvolver habilidade e competência que ajude a superar os desafios ambientais (A), almejando uma qualidade de vida com sustentabilidade (AJ)”. 2.“A robótica ensina com a prática o que é educação ambiental. Quando pensamos em protótipos que possam ajudar, reduzir (I) os impactos ambientais, também mudamos nosso pensamento e passamos a ver que podemos realizar outras soluções através da robótica para deixar o ambiente social em que vivemos mais sustentável (AD)”.
E19		1.“É importante trabalhar a educação ambiental, para buscarmos discussões que possam melhorar o desenvolvimento sócio ambiental (P) de maneira menos agressiva ao meio ambiente (D). Para isso, é necessária mudança de pensamento e atitude (Y)”. 2.“Com a nossa prática vimos que a robótica pode ser uma ferramenta importantíssima para melhora das questões ambientais (A). Percebemos que os pequenos projetos poderiam inspirar grandes transformações na sociedade (AK). Por exemplo usando o nosso sensor de fumaça para monitoramento das queimadas florestais dinamizando as ações necessárias”.
E20		1.“A educação ambiental nos ensina a refletir (S) sobre problemas do dia a dia que envolve toda sociedade (AK) A tomada de consciência acontece quando entendemos que precisamos mudar o pensamento, gerar reflexões (S) e buscar uma forma sustentável (AD) de convívio socioambiental (P)”. 2.“Já existem muitos recursos da robótica sendo utilizado para favorecimento das questões ambientais (A), dessa forma na escola, o ensino de educação ambiental através da robótica, nos levar a refletir, questionar, identificar problemas locais e incentiva buscarmos soluções sustentáveis (N) e eficazes para os problemas ambientais (A), como por exemplo na detecção de poluentes da água”.
E21		1.“A partir dos nossos estudos posso compreender que a educação ambiental não trabalha apenas com o dia do verde, mas nos inspira a questionar quais são as alternativas possíveis para solucionar a crise ambiental (Q) com ética (D) e sustentabilidade (AJ)”.

		2. “Sim, com a robótica, eu consegui criar um projeto sustentável (AD) que reutilizava o óleo usado e transformava em sabão. Com esse mecanismo conseguimos resolver vários problemas, pois além de evitarmos o descarte (AH) equivocado do produto ainda ajuda a não poluir os recursos hídricos (AL) do nosso município. Esse projeto despertou a nossa consciência crítica (B) e cidadã sobre vários problemas ambientais (A) que enfrentamos e também refletimos outros problemas através dos protótipos robóticos das outras equipes que pode contribuir a transformação socioambiental (H) mais sustentável (AD)”.
Principais expressões		Desafios ambientais (A); consciência crítica (B); cidadania (C); ética (D); preservar (E); recursos naturais (F); coleta de lixo (G); transformação socioambiental (H); economia (I); limpam (J); monitorar o tempo (K); reciclagem (L); conscientizar (M); soluções sustentáveis (N); desperdiçar (O); socioambiental (P); crise ambiental (Q); soluções transformadoras. (R); refletir (S); energia renováveis (T); consumo (U); consumo consciente (V); Projetos sustentáveis (W); recursos hídricos (X); mudança de pensamento e atitude (Y); autonomia (Z); sustentabilidade ambiental (AA); preservar (AB); reutilizar (AC); sustentável (AD); engajamento (AE); poluição visual e ambiental (AG); descarte (AH); consciência ambiental (AI); sustentabilidade (AJ); transformações na sociedade (AK); recursos hídricos (AL); materiais recicláveis (AM); impactos ambientais (AN); autonomia energética (AO); soluções ambientais (AP); biodegradável (AQ); explorar (AR).

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Essas expressões, chamadas de unitarização, contribuíram para verificação das palavras-chave que foram previamente selecionadas. O mesmo processo foi realizado com os relatos textuais entregues para a professora após a apresentação dos protótipos, contendo informações sobre o projeto realizado e as inferências das equipes, conforme observado no Quadro 9.

Quadro 9. Fichamento dos relatos e preparação para unitarização

Estudante	Projeto	Fichamento das respostas coletas com o formulário 2
G1	Lixeira Sensorial	<p>“Facilitar o descarte (G) de lixo na escola”.</p> <p>“Utilizando materiais reciclados (AM)”.</p> <p>“Importância da separação de resíduos e do descarte (G) adequado para a preservação do meio ambiente (E)”.</p> <p>“Abertura da tampa para facilitar o descarte de lixo (G)”.</p> <p>“Pois facilita o descarte de lixo (G) de forma higiênica e eficiente”.</p>

		<p>“Demonstra a importância da utilização de materiais reciclados (AM)”.</p> <p>“Aplicação da tecnologia para promover práticas sustentáveis (AD)”.</p>
G2	Irrigação Inteligente	<p>“Conhecimentos em Educação Ambiental e robótica para desenvolver um sistema que promova a sustentabilidade (AJ) através de ações éticas”.</p> <p>“Além de incentivar reflexões (S) sobre a conservação (E) dos recursos naturais (F) de forma ética (D)”.</p> <p>“Porém estavam tendo grandes desperdícios de água (O)”.</p> <p>“Também na conscientização (M) sobre a eficiência no uso da água”.</p> <p>“Contribuindo para a conservação (E) de plantações e reduzindo o desperdício hídrico (O)”.</p> <p>“Essa ideia tem um potencial significativo para melhorar a sustentabilidade socioambiental (A)”.</p> <p>“Incentivando outras pessoas a criarem soluções inovadoras (R) e ações éticas (D) para a transformação socioambiental (H) de forma mais eficiente e consciente”.</p> <p>“Melhor consciência ambiental (AI)”.</p>
G3	Carro elétrico	<p>“Utilizando principalmente materiais descartáveis (AM)”.</p> <p>“Utilizamos papelão que é um material reciclável (AM)”.</p> <p>“Criação de veículos sustentáveis (AD)”.</p> <p>“Conversamos sobre a importância da reutilização (AC) de materiais”.</p> <p>“Destaca a possibilidade de utilizar materiais descartáveis (AM) de forma inteligente e ecológica” (AS).</p> <p>“A importância de preservar (E) na natureza utilizando outros meios que conserve (E) mais o meio ambiente”.</p>
G4	Sensor de gás e fumaça	<p>“Detecção precoce de problemas ambientais (A) e a promoção de ambientes mais seguros e sustentáveis (AD)”.</p> <p>“Prevenção de riscos à saúde e ao meio ambiente”.</p> <p>“Os sensores identificam níveis anormais de poluentes no ar, segurança das pessoas e a preservação ambiental (E)”.</p> <p>“Promoção da saúde e do bem-estar em harmonia com o meio ambiente”.</p>
G5	Semáforo escolar sustentável	<p>“Abordamos a importância da conscientização ambiental (AI) no exercício da cidadania (C)”.</p> <p>“Ao sensibilizar as pessoas sobre a importância da inclusão e da conscientização ambiental (AI)”.</p> <p>“Inclusão de pessoas com deficiência pode contribuir para soluções ambientais (AP) de forma”.</p> <p>“Destacando a importância da participação de todos na preservação do meio ambiente (E)”.</p>

		<p>“Mudança de mentalidade em relação à acessibilidade e ao respeito ao meio ambiente (D)”.</p> <p>“Ampliando ainda mais seu impacto na promoção da inclusão e da consciência ambiental (AI) e ética (D) na sociedade”.</p>
G6	Processador de sabão	<p>“Promover a educação ambiental ao transformar o óleo utilizado na cantina da escola, que é de difícil descarte e representa um problema ambiental (A).</p> <p>“Em sabão reciclado e biodegradável (AQ)”.</p> <p>“Realizamos um processo de reciclagem (L) onde purificamos o óleo e o transformamos em sabão”.</p> <p>“Utilizamos materiais sustentáveis (AD)”.</p> <p>importância da reutilização (AC) de recursos”.</p> <p>“Redução do impacto ambiental (AN) causado pelo descarte (AH) inadequado de óleo”.</p>
G7	Hidrelétrica Caseira Sustentável	<p>“Pensada para conscientizar (M) as pessoas sobre o uso de energia renovável”.</p> <p>“Incentivar as reflexões (S) sobre o uso dos recursos naturais (F) na geração de energia, buscando uma forma de menor impacto à natureza (AN)”.</p> <p>“Usamos materiais recicláveis (AM) como isopor, canos, fios e papelão”.</p> <p>“Discutimos os impactos ambientais (AN) das fontes de energia convencionais e a importância de explorar (AR) alternativas mais sustentáveis (AD) para uma transformação socioambiental (H)”.</p> <p>“Demonstra como uma alternativa viável e sustentável (AD)”.</p> <p>“Estimula o uso consciente dos recursos naturais (F)”.</p> <p>“Promove a autonomia energética (AO) das residências”.</p> <p>“O mais importante foi questionar o consumo (U) de energia, incentivar a busca por soluções mais sustentáveis (AD) e a importância de exercer a cidadania (C)”.</p>
Principais expressões		<p>Desafios ambientais (A); ações éticas (D); preservar (E); recursos naturais (F); coleta de lixo (G); transformação socioambiental (H); reciclagem (L); conscientizar (M); desperdiçar (O); socioambiental (P); soluções transformadoras. (R); refletir (S); energia renováveis (T); consumo (U); consumo consciente (V); sustentabilidade ambiental (AA); reutilizar (AC); sustentável (AD); engajamento (AE); poluição visual e ambiental (AG); descarte (AH); consciência ambiental (AI); sustentabilidade (AJ); materiais recicláveis (AM); impactos ambientais (AN); autonomia energética (AO); soluções ambientais (AP); biodegradável (AQ); explorar (AR); ecológica (AS).</p>

De acordo com Bardin (2016), a pré-análise é muito importante para delimitar as informações que serão analisadas. No Quadro 10, por semelhança de sentido, selecionamos as palavras-chave que irão compor a AC desse estudo.

Quadro 10. Palavras-chave utilizadas para a Análise de Conteúdo

Palavras-chave	Ações éticas, Cidadania, Consumo, Consumo Consciente Compromisso/engajamento, Degradação, Descarte, Ecológica; Exploração/explorar/Capitalismo, Preservar/Conservar/Manter, Problema socioambiental, Reciclagem/reciclar, Recursos naturais, Relações socioambientais, Sociedade, Socioambiental, Sustentável/Sustentabilidade, Sustentabilidade socioambiental, Transformação socioambiental.
-----------------------	--

A partir do exposto, buscamos as palavras-chave elencadas no percurso metodológico, as quais compuseram a Tabela 2, de forma quantitativa e por número de frequência, conforme foi representado na sequência do trabalho.

Tabela 2. Palavras-chave, frequência por número de citações nas respostas apresentadas no Formulário 2

Palavras-chave	Número de citações
Sustentável/Sustentabilidade	19
Problema socioambiental	15
Ações Ética/ Ética	13
Preservar/conservar/manter	11
Cidadania	10
Transformação socioambiental	9
Sociedade	8
Recursos naturais	8
Socioambiental	6
Descarte	6
Explorar/Exploração/Capitalismo	6
Compromisso/Engajamento	5
Reciclável/reciclagem/reciclar	4
Sustentabilidade socioambiental	3

Consumo	2
Degradação	2
Consumo Consciente	1
Ecológica	1

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Essas palavras e expressões foram elencadas a partir dos estudos e da aplicação da SD, fazendo parte da contextualidade que se formou durante o processo de ensino e aprendizagem, visto que os termos relacionados à EA foram bem explanados e trabalhados durante todo o processo.

Os resultados da Tabela 2 apontam para um demasiado número de vezes em que as palavras e expressões ligadas ao termo “socioambiental” e “sustentabilidade” foram mencionadas nas respostas. Essa presença implica em atender à temática e demonstrar a quebra entre a compreensão e a ação. A prática pedagógica deve compreender a EA, pois “a Educação Ambiental é uma *práxis* educativa e social que tem por finalidade a construção de valores, conceitos, habilidades e atitudes que possibilitem o entendimento da realidade de vida levando a uma atuação lúcida e responsável pelos atores sociais”, dito por Loureiro (2002, p. 69). Isto significa um compromisso político, ampliando a cidadania, liberdade e autonomia do indivíduo em sociedade para buscar alternativas que permitam viver dignamente e voltadas ao bem comum (Reigota, 2014).

Essa ideia ainda corrobora para o aparecimento das palavras-chave “ações éticas”, “compromisso/engajamento”, “cidadania” e “sociedade”, que semanticamente estão interligadas e dependentes entre si, no desígnio de almejar uma autonomia do indivíduo em relação às questões socioambientais, já que em uma conjuntura generalizada, tais palavras corroboram para um conceito mais justo e coeso de sociedade.

Ainda, pela nossa análise, averiguamos que as repetições supracitadas acontecem em um contexto escolar de aprendizagem, em que o discente enunciador passa a refletir historicamente seu papel na sociedade, percebendo através das expressões “problema socioambiental” e “transformação socioambiental”, que um indivíduo só é impulsionado as mudanças quando a educação se torna crítica e transformadora, com o olhar voltado para uma crise ambiental não dando “espaço

para uma EA descontextualizada e ingênua”, como menciona Dias e Gomes (2022, p. 9), tão logo, faz sentido a defesa da sustentabilidade.

De acordo com Marshall (1967, p. 75), “a cidadania exige um elo de natureza diferente, um sentimento, direito de participação numa comunidade baseada numa lealdade a uma civilização que é um patrimônio comum”. Por isso, retomar a expressão “cidadania”, no contexto de aprendizagem apresentado, é afirmar que o cidadão, aqui colocado na figura do alunado, sente-se parte da comunidade e do ambiente em que frequenta e vive, sendo impulsionado a realizar as mudanças necessárias para a obtenção socioambiental de toda comunidade escolar.

Por conseguinte, a importância de um trabalho pedagógico pautado na investigação e resolução de problemas como designado pelo método STEAM e as aulas de robótica, em que o discente teve a possibilidade de apresentar protótipos robóticos que resolvesse e solucionasse problemas socioambientais investigados pela classe, além disso, como aponta Loureiro (2005, p. 75) a “eco-cidadania/cidadania planetária é um conceito utilizado para expressar a inserção da ética ecológica e seus desdobramentos no cotidiano em um contexto que possibilita a tomada de consciência individual e coletiva das responsabilidades tanto locais e globais”.

Portanto, todo interesse apresentado e toda tomada de consciência que possa estar sendo interpretada relaciona-se com a ética, responsabilidade e compromisso com o ambiente escolar, bem como valorar as ações para além desse espaço de ensino.

Vejamos como esse pensamento pode ser ainda mais expressivo, indo ao encontro de Diáz (2002), ao retratar o trabalho desempenhado por jovens e adultos para o aperfeiçoamento de cidadãos conscientes que atuam em tomadas de decisão para a melhoria da sociedade. Dessa maneira, entendemos que nossos estudantes demonstraram seu aperfeiçoamento como cidadãos conscientes quando analisamos os termos retirados das respostas do Formulário 2 e dos relatos textuais.

Estas palavras-chave em destaque: “Ações éticas”, “Cidadania”, “Consumo”, “Consumo Consciente”, “Compromisso/engajamento”, “Degradação”, “Descarte”, “Ecológica”, “Exploração/explorar”, “Preservar/Conservar/Manter”, “Problema socioambiental”, “Reciclagem/reciclar”, “Recursos naturais”, “Relações socioambientais”, “Sociedade”, “Socioambiental”, “Sustentável/Sustentabilidade”, “Sustentabilidade socioambiental”, “Transformação socioambiental”, evidencia não só

a ideia de uma EAC, mas também a de caráter conservador. Visto assim, ampliamos a análise para a categorização das palavras-chave e, assim, preconizamos o entendimento desta análise para um caráter transformador e crítico. De modo igual, precisamos pensar nos enunciados e protótipos em concordância com as categorias elencadas no Quadro 11.

Quadro 11. Categorização das palavras-chave

Categoria	Palavras-chave
Percepção conservadora da EA	Descarte Ecológica Preservar/conservar/manter Reciclável/ Reciclagem Recursos
Percepção crítica da EA	Ações éticas Cidadania Consumo Consumo consciente Compromisso/engajamento Degradação Exploração/explorar Problema socioambiental Sociedade Socioambiental Sustentabilidade/Sustentável Sustentabilidade socioambiental Transformação socioambiental

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Na categoria “Percepção crítica da EA”, as palavras de maior incidência foram “Sustentável/Sustentabilidade”, “Problema socioambiental”, “Ações éticas/ética” e tiveram maior número de estudantes que atenderam a essa perspectiva pelas respostas dadas no Formulário 2.

Visto os fichamentos do Formulário 2 e relatos textuais, a categorização foi organizada levando em consideração o contexto dos alunos, as respostas analisadas e o sentido das palavras-chave elencadas. Pela categorização foi perceptível identificar tanto nas respostas do Formulário 2 quanto nos relatos, que muitas palavras cumpriam o papel de uma visão mais romantizada e conservadora da EA, como também, termos utilizados para uma visão crítica. Assim, categorizamos os enunciados conforme exposto no Quadro 12.

Quadro 12. Categorização dos enunciados sobre a percepção de EA

Categoria	Estudantes
Percepção conservadora da EA	E2, E3, E4, E5, E6, E10, E13, E15.
Percepção crítica da EA	E1, E7, E8, E9, E11, E12, E14, E16, E17, E18, E19, E20, E20.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Salientamos que os termos apresentados são utilizados com sentidos mais aprofundados, mostrando, nos enunciados, um pensamento crítico e transformador da sociedade sobre as temáticas de exploração dos recursos naturais, demonstrando que a sociedade e os problemas socioambientais se interligam entre si, como podemos evidenciar nos excertos retirados do fichamento dos estudantes:

E17: “Enfrentamos grandes desafios ambientais e através da educação ambiental nos preparamos para eles. Buscamos uma mentalidade sustentável e uma transformação socioambiental através de atuações éticas que busquem mudança de pensamento e atitudes”.

E20: “A educação ambiental nos ensina a refletir sobre problemas do dia a dia que envolve toda sociedade. A tomada de consciência acontece quando entendemos que precisamos mudar o pensamento, gerar reflexões e buscar uma forma sustentável de convívio socioambiental”.

O enunciado do estudante E20 proporciona a compreensão do uso das expressões “sociedade”, “sustentável” e “Socioambiental”, como algo pertinente que envolve os problemas de toda uma comunidade e não dever ser tratado de forma individualizada e superficial. Essa compreensão se dá pela completude da semântica intrínseca entre as três palavras apresentadas, de modo que compreendemos que um grupo de indivíduo que vivem em uma comunidade (sociedade), precisam pensar em suprir os recursos necessários, sem o esgotar (sustentabilidade) pensando nos aspectos ambientais, bem-estar e saúde do planeta (socioambiental).

Essa ideia é reforçada pela aparição dos termos “problema socioambiental”, “ações éticas/ética”. Diante disso, entendemos que as críticas realizadas, através dos enunciados, foram além de uma percepção superficial, abordando e sugerindo uma tomada de decisão que incentive a sociedade para o consumo consciente, com valores éticos e que, de antemão, justifica o aparecimento dos termos “consumo”, “consumo consciente”, “degradação”, “exploração/explorar”, “sustentabilidade socioambiental” e “cidadania”, conforme apresentados nos excertos abaixo:

E14: “Buscamos compreender na sociedade local, todas as problemáticas ambientais, isso levou a reflexões e incentivou o nosso engajamento em movimentos que buscam a sustentabilidade socioambiental e o exercício da cidadania”.

E16: “Desenvolvemos um espírito transformador e ético para resolvermos os pequenos problemas do dia a dia, como o consumismo, exploração e desperdícios dos recursos naturais em busca de um desenvolvimento mais sustentável”.

Ainda, para essa análise em questão, salientamos que os termos “Transformação socioambiental” e “socioambiental”, tiveram sua maior recorrência entre os alunos que tiveram maior engajamento e atuação nos projetos, durante todos os momentos de ensino.

A preocupação com o termo “recursos naturais” começa a surgir no momento 2 da implementação dessa pesquisa. Os estudantes entenderam a importância desses recursos para as gerações futuras e passaram a pensar, refletir e elaborar projetos que fomentassem a transformação de pensamento e atitude da comunidade local, atendendo uma consciência ética e participativa. Tais expressões demonstram a preocupação não só com o meio, mas com os recursos oferecidos pelo meio, com o social e com as transformações que podem ocorrer por uma EAC.

Por isso, percebemos a mudança que vem ocorrendo no nosso estudante através da análise que dialoga com Lima (2005) ao retratar que a EA transformadora, elenca um processo permanente, coletivo e cotidiano que modifica a realidade de forma reflexiva, pautada em um ensino pedagógico problematizador da realidade vivida, que reconheça necessidades emergentes a partir das relações sociais e com a natureza para buscar novas perspectivas de caminhos sustentáveis, democrático e justo para todos. Apoiado no primórdio de que as certezas são relativas; na crítica e autocrítica constante e na ação política de liberdade e de transformação social que possibilitem o estabelecimento de novos níveis de relações com a natureza.

Dito isto, foi possível elencar as palavras-chave (“consumo”, “consumo consciente”, “degradação”, “exploração/explorar”, “sustentabilidade socioambiental” e “cidadania”), como contribuintes para um caráter transformador, crítico e de engajamento socioambiental, pela compreensão de significados que reforçam uma série de fatos e ações que se interligam mutuamente.

Esse conceito vai ao encontro do método STEAM quando da problematização e pesquisa, buscando novos caminhos que apliquem soluções robóticas para mitigar

os problemas ambientais. Dessa forma, mais uma vez entendemos que o STEAM e a Robótica Educacional contribuem para a forma crítica e transformadora do indivíduo em coletividade.

Ainda, por meio da AC, voltamos nosso olhar para os relatos textuais da apresentação dos protótipos e percebemos a diferença nos discursos e nos objetivos dos protótipos apresentados, sendo possível categorizá-los na linha crítica e conservadora da EA. Para melhor compreensão, apresentamos o Quadro 13, com o agrupamento por categorias dos grupos que apresentaram os relatos.

Quadro 13. Categorização dos relatos textuais da apresentação dos protótipos robóticos

Categorias	Relatos	Protótipos
Percepção conservadora da EA	G1; G3;	Lixeira Sensorial Carro elétrico
Percepção crítica da EA	G2; G4; G5; G6 e G7	Irrigação Inteligente Sensor de gás e fumaça Semáforo escolar sustentável Processador de sabão Hidrelétrica Caseira Sustentável

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Este agrupamento traz à baila uma discussão referida por Layargues (2000), quando retoma a mudança ocorrida após a década de 90 ao meio ambiente e ao trabalho. Visto que muitas atitudes atenderam às leis ambientais que surgiam e às necessidades comerciais, surge um novo ator, o consumidor verde. Quando olhamos para o quadro acima, vimos, por meio dos relatos, que alguns protótipos apontam apenas para o meio comercial, de conservação, cuidado e automação, evidenciados pelos grupos G1 e G3, já, os relatos dos grupos G2; G4; G5; G6 e G7, apontam para mudanças mais significativas que visam trabalhar com uma mobilização sustentável e ambiental.

Através da frequência das palavras-chave, apresentadas na Tabela 2, algumas expressões apontam para uma ação mais conservadora, tornando-se evidente nos indicadores “Descartável”; “Conservar/preservar”; “Meio Ambiente”; “Reciclável” e “Ecológica”, referenciando a uma ideia mais conservacionista.

Apesar do termo “Descartável” aproximar-se de uma ideia mais consciente em que se questiona o consumismo, compreendemos que no contexto de ensino, os

estudantes estão acostumados, rotineiramente, a manifestar através desse termo a necessidade do descarte para ações que contribuem com a conservação do meio, como comprova os excertos do Quadro 14.

Quadro 14. Excertos dos relatos textuais apresentados pelos grupos na percepção conservadora da EA

Grupo	Excerto
G1	“facilitar o descarte de lixo na escola”; “importância da separação de resíduos e do descarte adequado para a preservação do meio ambiente”; “facilita o descarte de lixo de forma higiênica e eficiente”.
G3	“a importância de preservar a natureza utilizando outros meios que conserve o meio ambiente”.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Esses termos vêm ao encontro do previsto na frequência de palavras realizadas mediante a AC, fortalecendo a ideia de uma visão conservadora. Assim, os relatos desenvolvidos pelos grupos G1 e G3 apresentam de forma geral ideias mais conservacionistas. Os objetivos apresentados a partir dos protótipos mostram a automação de melhoria nos processos de limpeza e economia, que ficam explícitos nos projetos da lixeira sensorial e carro elétrico. Esses projetos demonstraram ter os objetivos ligados à sustentabilidade, economia e automação, mas de forma superficial, como podemos verificar no Quadro 15 com o detalhamento dos protótipos.

Quadro 15. Apresentação dos protótipos e comentários categorizados na Percepção conservadora da EA

Grupo	Protótipo	Descrição	Comentário
G1	Lixeira sensorial	Lixeira feita com material reciclado acoplada de um sistema arduino que detecta a presença e abre automaticamente.	Pela apresentação da equipe, a lixeira sensorial, apenas automatiza o processo de abrir e fechar a lixeira reforçando a ideia de descarte correto dos resíduos e conservação do meio ambiente.
G3	Carro elétrico	Carrinho construído com materiais descartáveis em sua maioria papelão, acoplado de um motor e baterias para o seu funcionamento.	Na apresentação do carro elétrico apenas se enunciou a troca do uso energético, porém foram utilizadas pilhas e baterias sem levar em consideração o alto grau de nocividade desses produtos ao meio ambiente.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Diante dos protótipos apresentados, compreendemos que esses trabalhos tiveram a preocupação apenas de caráter conservador a partir do pensamento ligado aos 5 R (reduzir, reutilizar, reciclar, retornar, repensar).

Neste caso, reiteramos a fala de Loureiro (2005, p. 69) quando diz que a EA “é umas práxis educativa e social que tem por finalidade a construção de valores, conceitos, habilidades e atitudes que possibilitem o entendimento da realidade da vida e a atuação lúcida e responsável dos atores sociais”, portanto, não basta ter boas intenções, precisamos mudar o pensamento e construir solução para problemas que nos afetam drasticamente no meio ambiente.

À vista disso, os relatos apresentados na categorização, vinculam-se diretamente ao entendimento de Sauvé (2005, p. 19), quando da corrente conservacionista/recursista cuja finalidade restringir “a conservação dos recursos, tanto no que concerne à sua qualidade quanto à sua quantidade”, a conceber o ambiente, para apropriação humana como um mero repositório de recursos. Equitativamente, Sauvé (2005), na mesma linha de pensamento, apresenta uma abordagem resolutiva que dispõe ao indivíduo a responsabilidade para solucionar os problemas ambientais, desconsiderando a especificidade das circunstâncias e negligência o papel na produção.

Quando verificamos os relatos das equipes G2; G4; G5; G6 e G7, percebemos uma mudança de paradigma, pois evidenciam o comportamento das produções robóticas, aproximando o objetivo do protótipo e sua construção da visão crítica da EA.

Resgatando Reigota (1998), onde especifica que a EA vem ao encontro com propostas pedagógicas que fomente a mudança de comportamento, conscientização, desenvolvimento de competências e participação ativa dos estudantes, entendemos que a proposta de ensino de robótica com o uso do método STEAM culmina para um ensino que vá ao encontro da EAC, tendo em vista a transformação da realidade como detalhado no Quadro 16.

Quadro 16. Apresentação dos protótipos e comentários categorizados na percepção crítica da EA

Grupo	Protótipo	Descrição	comentário
		Irrigador formado por uma placa controladora -	O projeto apresentou uma solução para resolver uma questão ambiental que prejudicava toda a comunidade escolar.

G2	Irrigação automatizada	Arduino Uno R3 -, um sensor de umidade, um sensor de temperatura e uma válvula solenoide e a programação para execução das tarefas.	Foi pensado desde o desperdício de água até o fato de alunos que se ausentavam várias vezes no horário de aula para cuidar da horta escolar. Além disso, o trabalho foi pautado em uma pesquisa aprofundada em como resolver um problema socioambiental em busca de melhoria para toda comunidade escolar.
G4	Sensor de gás e fumaça	Basicamente construído a partir de uma controladora (Arduino Uno R3), com sensores que detectam fumaça, por meio do acionamento de um programa.	A equipe demonstrou uma preocupação maior com a segurança, caso ocorra um vazamento de gás. O sensor de gás e fumaça foi pensado como um dispositivo protetor e de aviso, porém consideraram o uso do dispositivo para prever, conscientizar e melhorar a capacidade de solução dos problemas ambientais quando detectado um alto grau de produtos nocivos no ar.
G5	Sinaleiro escolar	Combinava a ideia de um sinaleiro de três cores que funcionava através de uma placa controladora Arduino uno R3 que através de linhas de programação acendia os <i>leds</i> do sinaleiro.	Esse projeto resolveu toda dinâmica relacionada a saída da escola dando um olhar educativo para todos os discentes, mobilizando ambientalmente sobre os meios de transportes mais sustentáveis, como a bicicleta, pois os alunos, além de abordar sobre a legislação de trânsito, trouxeram ao debate os meios de transportes sustentáveis para orientação de alunos e professores sobre uso de meios de transportes sustentáveis, como o uso da bicicleta ao invés de transportes motorizados como motocicletas, carros, entre outros. Mostrou ainda, a possibilidade de utilizar o mesmo código e montagem em uma estufa climatizada, onde o processo monitoraria a necessidade de ventilação de forma automatizada garantindo maior eficiência e qualidade na produtividade agrícola.
G6	Processador de sabão	Desenvolvido com materiais descartáveis, é um produto mecânico que possui um armazenador, uma entrada com peneira para o óleo usado e uma entrada com tampa para a soda	A logística desse trabalho foi espetacular, pois destinou o óleo usado na cantina de escola que nem sempre tinha seu descarte correto, transformando em outro produto que foi consumido pela própria escola em outros momentos. A equipe soube questionar e refletir sobre o descarte do óleo usado e empregou assertivamente o projeto mecânico ao qual se propôs.

		liquida tem acoplado na parte superior uma manivela de madeira que funciona como um batedor.	Para finalizar, apresentou uma proposta de automação para o projeto.
G7	Hidrelétrica Caseira	Desenvolvida com materiais recicláveis e com um gerador mecânico em substituição ao dínamo.	Os alunos apresentaram o projeto como uma possibilidade de implementação de energia renovável por parte dos indivíduos sociais. Pensado para atender uma pequena quantidade de pessoas utilizando a água sem precisar alterar os cursos dos rios, realocar povoado e nem alterar a vegetação.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

4.3 Finalização da análise com percepção dos protótipos apresentados

Na apresentação das propostas pelos projetos de irrigação automatizada, sinaleiro escolar e processador de sabão, percebe-se a preocupação em resolver os problemas identificados de modo a realizar melhorias para toda a comunidade escolar. Vale lembrar que cada produção teve seu objetivo relatado e especificado conforme o contexto pesquisado, vivido e visualizado pela equipe produtora.

A irrigação automatizada foi um dos projetos mais curiosos, pois além de ter um olhar conservacionista, dada pela objetivação de economia da água, o protótipo tinha como cerne resolver uma problemática socioambiental enfrentada pela comunidade escolar. A equipe elencou a exploração indevida do recurso natural (água), o seu gasto indevido, a mudança no papel do aluno que se prejudica ao sair da sala de aula 3 a 4 vezes ao dia para manualmente verificar a umidade do solo e irrigá-lo; a precisão de análise da umidade do solo e temperatura e quantidade exata de água a ser utilizada. O projeto foi implementado e mudou todo processo de horticultura da escola. Apoiado em Rodrigues *et al.* (2018) quando defende que as hortas provocam cuidados com a terra, irrigação das plantas além das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, para o fomento de uma visão crítica inovadora e de saberes sobre cidadania, ética, meio ambiente e saúde.

Do mesmo modo, o sinaleiro escolar foi pensado a partir de uma educação para o trânsito e no cuidado, conscientização nas tomadas de decisões das vias públicas. A escola estava apresentando problemas no horário de saída dos alunos após o período das aulas. Os estudantes menores eram, muitas vezes, machucados pelos

maiores, que saiam pedalando as bicicletas e não se intimidavam com os outros atores sociais criando a necessidade de se educar para o trânsito, levando em consideração as diversidades. Para isso, foi elaborado o sinalizador escolar para pedestres e ciclistas, o que permitiu o debate sobre a conscientização das regras de trânsito e do uso de transportes que diminuam a incidência de gases poluentes ao meio ambiente.

Dessa forma, além de discutir cidadania, ação ética, mobilizou os alunos para uma educação ambientalmente sustentável a partir do uso de transportes sustentáveis que não cause grandes impactos ao meio ambiente. Disto isto, esta mesma ideia de programação robótica pode ser aplicada na montagem de uma estufa climatizada, onde o processo monitoraria a necessidade de ventilação de forma automatizada garantindo maior eficiência e qualidade na produtividade agrícola.

O processador de sabão foi pensado para resolver o descarte do óleo utilizado na cantina escolar. O fator econômico também foi muito bem-visto, pois o protótipo ao ser utilizado processaria óleo em sabão utilizado pela própria escola na limpeza do espaço escolar. A visão da equipe foi transformar um problema na solução de vários outros, alterando os impactos ambientais durante o processo, pois é sabido que se a sobra deste material não estiver no destino correto, poderá causar importantes impactos ao meio ambiente, principalmente à água.

Retomando a hipótese inicial 1, a qual, foi elencada na etapa 1 dessa análise, sendo objetivo dessa dissertação com o escopo de analisar a relevância da metodologia STEAM e da Robótica como estratégias para o ensino da EAC, destacando seus benefícios e potenciais aplicações práticas em relação às questões ambientais que impactam a comunidade escolar e os alunos participantes do estudo, compreendemos nesse estudo que a possibilidade é positiva e assertiva. Diante disso, Loureiro (2012, p. 28) expõe que um dos princípios para a discussão da EA numa perspectiva crítica é “inspirada no diálogo, no exercício da cidadania, no fortalecimento dos sujeitos, na superação das formas de dominação capitalistas e na compreensão do mundo e sua complexidade” compondo a transformação de pensamento e da sociedade.

Porquanto, entendemos que a prática docente dada ao trabalho transversal e a escolha de métodos e conteúdos aqui explicitados, pode ajudar a definir o pensamento crítico e transformador do aluno. Neste caso, percebemos a evolução do

pensamento por meio da análise inicial feita ao Formulário 1 e sua evolução nas respostas do Formulário 2.

Quando apresentamos a análise inicial do pré-questionário, intentamos, de forma geral, que os alunos conheçam o tema EA, de uma forma tímida e por vezes equivocada. Quando analisamos o Formulário 2, após a aplicação de toda SD percebemos um crescimento do pensamento crítico e transformador em relação às temáticas do meio ambiente, dado a excelência dos relatos e das respostas ao referido formulário.

Tomamos por base a Figura 2, que apresenta as respostas em relação ao conhecimento dos alunos sobre o que é EA, e, tomamos a compreensão da referência de que a maioria, em torno de 58,1% não compreendiam o tema ou tinha uma visão voltada ao cuidado e conservação. Ao finalizarmos essa pesquisa constatamos que essa visão inicial foi alterada.

Para melhor esclarecer essa ideia, retomo a frequência das palavras-chave apontadas pela AC. Essa frequência é necessária para verificarmos o percentual de palavras que remetem a uma postura mais conservadora e aquelas que aprofundam com maior criticidade no entendimento da EA, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3. Percentual das respostas dadas no formulário 2 e relatos textuais de acordo com a categorização apresentada no trabalho

Categorias	Respostas	Relatos
Percepção conservadora da EA	38,1%	28,5 %
Percepção crítica da EA	61,9%	71,5%

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Em consideração aos dados da AC, fica evidente, que a maioria das palavras-chave categorizadas semanticamente, demonstram uma mudança de pensamento e atitude em boa parte dos estudantes que participaram do desenvolvimento da sequência didática, invertendo, consideravelmente, o contexto inicial dessa pesquisa que se apresentava em sua maioria no conceito conservacionista de Sauvé (2005).

Dessa forma, compreendemos que os resultados da análise vieram ao encontro de um todo perspectivado, além da apresenta o dos relatos dos protótipos robóticos, que se apresentaram com o intuito de transformar o ambiente local para todos os atores considerados pertencente a esfera socioambiental protagonizada pela

comunidade da instituição de ensino em que o *corpus* de análise foi levantado.

Relembramos ainda que,

A formação de sujeitos ambientalmente responsáveis, comprometidos com a construção de sociedades sustentáveis, fundamento filosófico-político e teórico-metodológico da educação ambiental crítica, é uma ação política intencional e que, portanto, necessita de sistematização pedagógica e metodológica (Tozoni-Reis, 2007, p. 217).

A afirmação acima remete-nos a compreender que uma ação pedagógica bem fundamentada mobiliza, transforma e constrói sujeitos ativos na sociedade. Logo, o trabalho pedagógico fundamentado em práticas que envolvam questão geradora, investigação, descoberta, conexão, interdisciplinaridade, resolução de problemas, criação, reflexão e avaliação, como propõe a abordagem STEAM e a Robótica no desenvolvimento da EAC, conduz o educando ao encontro do cidadão autônomo, consciente, crítico atuando de forma ativa e transformadora na sociedade.

4.4 Resultados em relação ao Produto Educacional

O produto educacional o qual designamos como a Sequência Didática (SD) que norteou todos os momentos de coleta de dados, coloca em debate alguns resultados em relação à sua aplicação em sala de aula, o que permite inferirmos que o aprendizado em relação a EA foi maior do que hipoteticamente havíamos elencado. Toda experiência da professora pesquisadora e dos estudantes demonstrou resultados fantásticos acerca das atividades aplicadas. Para entendermos melhor, abaixo relatamos as inferências de cada etapa do processo pedagógico.

A SD foi planejada e produzida pela professora pesquisadora que abordou alguns conteúdos específicos com o intuito de realizar um desenvolvimento integral dos estudantes, como demonstra o quadro 17 do planejamento a seguir.

Quadro 17. Detalhando o planejamento da SD

Público Alvo: Alunos do 9º ano EF

Objetivos de aprendizagem: Competências BNCC –

[CG02] - Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

[CG04] - Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.

[CG05] - Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

[CG09] - Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.

[CG10] - Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

Tempo	Unidade Temática	Objetivos de Conhecimento (conteúdos)	Objetivos da aula	Encaminhamentos metodológicos	Atividades (Sugestões)
2 h/a	Agrinho: “Ações que transformam o mundo”	Conceito - Educação ambiental	Compreender a temática do Agrinho; Compreender o que é Educação ambiental; Identificar problemas ambientais e possíveis soluções. Compreender a importância das ações individuais e coletivas na transformação socioambiental;	Aula 1 e 2 – Questão geradora. A aula iniciará com uma roda de conversa a partir do seguinte pensamento: "Seja a mudança que você deseja ver no mundo", atribuída a Mahatma Gandhi. Após esse momento de roda de conversa será apresentado o tema do Agrinho 2023 “Ações que transformam o mundo”. Para finalizar será construído um brainstorming (tempestade de ideias) com sugestões de problemas ambientais identificados pelos alunos no ambiente escolar. Para isso, iniciaremos o	Como sugestão propomos várias atividades para o desenvolvimento da Sequência didática: Atividade 1 -Debate dialogado, a partir do vídeo “Ações que mudam o mundo”. Disponível em: https://youtu.be/aj4TzxKnb2M?si=XX4vVKbjctub00id . Acesso 23/03/2023. Com o vídeo é possível trabalhar uma atividade de acolhimento sensibilizando para a temática que será apresentada. Nessa atividade vale explorar o conhecimento dos alunos sobre

				brainstorming com a seguinte questão Geradora. Qual o problema ambiental enfrentado por sua escola?	cidadania, cooperação, ações que transformam, desigualdade social. Atividade 2 – Brainstorming Depois da contextualização da temática pode-se propor uma chuva de ideias sobre problemas da comunidade local (escola, bairro, cidade).
4 h/a	Agrinho: “Ações que transformam o mundo”	Retomada do Conceito de Educação Ambiental e aprofundamento: Cidadania, Recursos naturais e Sustentabilidade	Lembrar e pesquisar o que é Educação ambiental; Compreender a importância da cidadania na Educação ambiental; Compreender o que é Sustentabilidade; Analisar os conceitos apreendidos e pensar em soluções ambientais que venham de encontro com o tema “Ações que transformam o mundo”. Construir uma proposta, em robótica, para solucionar problemas locais; Desenvolver habilidades de pesquisa, comunicação e trabalho em equipe; Desenvolver habilidades de pesquisa, comunicação e trabalho em equipe.	Aula 3 e 4 – Investigação e descoberta Retomada dos conceitos estudados na aula anterior. Apresentação dos objetivos da aula e da agenda da aula. Depois os alunos serão divididos em pares (equipes de 4 alunos) e realizarão uma pesquisa sobre Educação Ambiental, buscando compreender temas como Cidadania, sustentabilidade, entre outros. Para finalizar a pesquisa cada equipe apresentará uma síntese do que pesquisou. Aula 5 e 6 – Conexão Planejar, em grupo, soluções ambientais para serem prototificada, usando todos conhecimentos interdisciplinares (física, matemática, engenharia, ciências, arte e tecnologia) necessários.	Atividade 1- Sugestão de pesquisa sobre o que é EA? O que é sustentabilidade? O que é cidadania? Quais são os desafios ambientais do milênio? Como a robótica pode ajudar a resolver os problemas ambientais? Atividade 2 – Em grupo realizar um planejamento de uma solução ambiental que envolva o contexto escola vivenciado pelos alunos. Apresentar em forma de Mapa Mental.
8 h/a	Mecânica e automação Circuito elétrico;	Retomada de conteúdos - Movimento Mecânico; - Autômato;	Lembrar, em linhas gerais, o que é mecânica; automação e Circuito elétrico;	Aula 7, 8, 9, 10, 11,12,13 e 14 – Criação Serão os momentos em que os alunos trabalharão em pares para	

	Kit Robótica	<p>- Circuito Elétrico; - Ferramentas virtuais: <i>Tinkercad</i>, Mblock e Arduino IDE.</p> <p>Kit robótica: - Sensor de umidade; - Sensor de calor; - Bomba d'água; - Sensor de gás e fumaça; - Sensor de distância; - Sensor de luminosidade; - Outros sensores necessários.</p> <p>Prototificação</p>	<p>Relembrar o funcionamento de diferentes sensores;</p> <p>Desenvolver habilidades para pensamento criativo nas resoluções de problemas. Aplicar experimentos que simulem circuitos no <i>Tinkercad</i>; Planejar e executar protótipos mecânicos ou autômatos.</p> <p>Aplicar o conhecimento no desenvolvimento de projetos robóticos que contemple o tema "Ações que transformam o mundo", podendo ser mecânico ou autômato.</p>	<p>desenvolver o protótipo. Cada equipe realizará o planejamento do protótipo seguindo o seguinte roteiro:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Qual é o projeto? • O que ele faz? • Qual problema do cotidiano ele resolve? Quem ele ajuda? • Quais os materiais que serão utilizados? • Faça um desenho de como seria a aparência do seu objeto, equipamento ou robô. <p>O tempo restante será utilizado para o desenvolvimento do projeto. Criação do <i>Design</i>; Criação do circuito elétrico no <i>Tinkercad</i> (se necessário) Montagem do protótipo; Programação do protótipo utilizando a ferramenta online Mblock ou Arduino IDE. (Ambas ferramentas servem para a programabilidade da controladora Arduino e gravação desses dados na controladora.</p>	<p>Atividade 1 – Propor para cada grupo a realização do <i>design</i> do projeto através do <i>Tinkercad</i> ou Canva.</p> <p>Atividade 2 – Propor para os alunos atividades problematizadora e de investigação, por exemplo: Abra a atividade proposta no <i>tinkercad</i> e verifique as ligações realizadas no circuito elétrico, bem como, a sua programação e encontre os problemas que não estão permitindo a execução do projeto.</p>
4 h/a	Mecânica e automação Circuito elétrico; Kit robótica	Implementação do projeto.	Obter movimento a partir de uma força aplicada em um mecanismo; Implementar os protótipos para averiguação de erros.	Aulas 15,16, 17 e 18 – Avaliação Este momento será disponibilizado para testes e manutenção dos projetos.	Atividade 1 – Após os testes, cada grupo deverá elencar em um cartaz o que o seu protótipo mudaria no mundo ou meio ambiente em que será utilizado.
2 h/a	Mecânica e automação Circuito elétrico; Kit robótica	Exposição dialogada.	Agir coletivamente de forma autônoma, responsável, ética, flexível, resiliente e determinada	Aulas 19 e 20 - Reflexão Apresentação dos projetos e entrega dos Relatos Textuais sobre	Atividade 1 – Além da demonstração do projeto poderá ser solicitado uma apresentação de todas as etapas do projeto

			durante a apresentação dos projetos.	os projetos robóticos apresentados.	através de um seminário. Atividade 2 – Produção de um relato textual que contenha detalhamento do projeto, objetivo e principais utilidades.
<p>Avaliação: A avaliação ocorrerá durante todo o processo. O professor irá acompanhar todo desenvolvimento dos estudantes e acontecerá através de rubricas.</p> <p>OBS: Como os protótipos estão sendo produzidos dentro do tema do Agrinho 2023, utilizaremos as rubricas de avaliação do próprio concurso.</p>					
<p>Referências:</p> <p>JUNIOR, J. B. B. <i>at all</i>. Formação no contexto do pensamento computacional, da robótica e da inteligência artificial na educação. São Luís: EDUFMA, 2020. Disponível em: https://www.edufma.ufma.br/wp-content/uploads/woocommerce_uploads/2020/12/Livro-Rob%C3%B3tica.pdf. Acesso:</p> <p>RAMOS, B. A. Robôcactus: sua apostila para o estudo de Arduino, lógica de programação robótica. Alagoas: IFAL. 2021. Disponível em https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/601278/5/Apostila%20Rob%C3%B4cactus%202.0%20%281%29.pdf. Acesso:</p> <p>BRASIL. Base Nacional Comum Curricular: versão final. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofin_al_site.pdf. Acesso em: 02 nov. 2021.</p>					

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Este planejamento foi pensado pela professora pesquisadora de maneira a conectar a Robótica e a abordagem STEAM para o desenvolvimento integral do estudante em uma vertente emancipatória e crítica da EA. Sendo assim, foi necessário introduzir alguns momentos próprios da Abordagem STEAM e da Robótica, como: questão geradora, investigação, trabalho em grupo, interdisciplinaridade, produto final e avaliação. Sabendo que o planejamento é flexível, após a aplicação a professora pesquisadora percebeu desafios tanto de envolvimento dos alunos, bem como, de desenvolvimento de projetos que durante o percurso não se apresentaram como desejável, tornando necessário a adaptação para vários momentos em que o projeto foi desenvolvido. Para melhor compreensão, detalharemos todo o processo de ensino através das etapas já elencadas na subseção nomeada como Elaboração do Produto Educacional, que pertence à seção 3 do Percurso Metodológico, e também pelo planejamento apresentado acima.

Etapa 1

Na etapa de **Introdução ao tema** no formato de roda de conversa (Figura 3), os alunos expuseram dúvidas e realizaram indagações comparando as ações que transformam o mundo como algo grande e extraordinário. Foi preciso incentivá-los a compreender que ações diárias, dentro do cotidiano de cada um, também, podem ser consideradas de grande impacto, principalmente quando resolvem problemas específicos que beneficiam a outros ou a toda comunidade.

Figura 3. Introdução ao Tema – Momento de discussão em roda de conversa depois de trabalhar conceitos iniciais da Educação Ambiental



Fonte: Acervo da autora (2023)

Este momento foi um momento de sensibilização par a temática advinda, pois na sequência foi solicitado pela professora pesquisadora que os alunos preenchessem o formulário 1, com os seus conhecimentos prévios sobre a EA.

Após a discussão inicial e preenchimento do formulário 1, foi explanada a proposta de trabalho com o tema “Ações que transformam o mundo”, o tema foi a questão engajadora para o desenvolvimento da SD. Com a apresentação da temática, os estudantes se mostraram bem participativos e animados. Como o trabalho acontecia através da oralidade, utilizamos a nuvem de palavras (Figura 4) anotamos os subtemas apontados pelos alunos: fome; doação de sangue, racismo, discriminação social, economia, acessibilidade, educação para o trânsito, inclusão, equidade, desigualdade social, meio ambiente, sustentabilidade e educação.

Figura 4. Imagem da nuvem de palavras realizada na etapa 1 da SD para buscarmos temática e problemas ambientais dentro espaço escolar



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Algumas equipes elegeram apenas uma temática e preferiram buscar a sustentabilidade ambiental em detrimento de outros temas. Este momento foi gratificante para todos, estudante e professora, a percepção dos alunos, criatividade e envolvimento só inspirou ainda mais o trajeto que se tomaria o trabalho.

Etapa 2

A fase de **pesquisa e exploração** (Figura 5) do tema aconteceu com o compartilhamento das descobertas, era perceptível o engajamento. Os estudantes estavam motivados e todos tiveram um momento de aprendizagem mútua, realizando passos de investigação e descoberta sobre a EA. Passamos para a divisão das equipes, o que aconteceu por afinidade dos temas. Agora, era o momento de discutir e criar. Dessa forma, cada equipe pode pensar em um projeto que estivesse em um subtema aliado aos conhecimentos das pesquisas compartilhadas.

Como o momento exigiu um certo domínio do tema e dos conceitos de Robótica, as equipes passaram primeiro pela investigação, ocorrida por meio de pesquisa e também pela mediação da professora, que sensibilizada trouxe para a sala de aula conceitos importantes da EA. Um dos desafios enfrentados no início foi em relação aos que não compreenderam muito bem a temática, queriam se manter na mesmice, replicando projetos e não pensando além do que já conheciam. Isso, de certa maneira, foi frustrante e fez com que a professora pesquisadora motivasse os

alunos usando exemplos de boas ações que mudaram comunidades inteiras para que assim acontecesse a conexão entre o projeto e o tema.

Figura 5. Momento em que os alunos realizaram a pesquisa e exploração do tema



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Etapa 3

Neste momento, **design e construção** (Figuras 6, 7, 8 e 9), mostrou-se oportuna para que os estudantes pudessem ser criativos, colocar no papel toda a ideia discutida pelos grupos e iniciar a análise de possibilidade de construção de um protótipo que poderia ser mecânico ou autônomo usando toda interdisciplinaridade de conteúdos de ciências, tecnologia, engenharia, matemática e arte necessário para o desenvolvimento do protótipo.

Além disso, nessa etapa, construímos vários saberes em relação à automação, principalmente referente aos circuitos elétricos e uso da placa controladora Arduino. Assim, foram realizadas algumas definições sobre o processo de automação, como utilizar sensores, circuitos com *leds*, potenciômetros, resistores, utilização de motores diversos e placa Arduino uno R3, além da programação em blocos e linguagem de programação C++.

Figura 6. *Design e construção.* Momento em que as equipes planejavam e desenvolviam os protótipos robóticos



Fonte: Acervo da autora (2023)

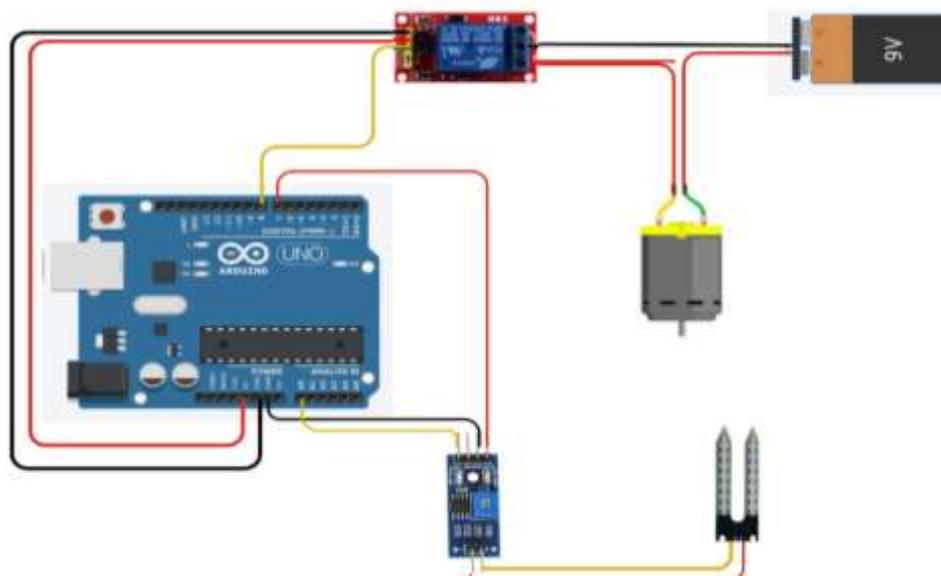
A empolgação da aprendizagem tomou conta da sala de aula, porém parecia ser uma gama de conteúdos complexos e sem fim, o que foi obstáculos para muitas equipes e também para a professora. Mas, os alunos estavam empenhados e muitos foram além do que aprenderam em sala de aula. Ousaram e trouxeram para aula conceitos ainda não estudados, elementos ainda não compreendidos que demandou todo foco e perseverança para não abandonarem os projetos.

Figura 7. *Design e construção.* Desenvolvimento do design do protótipo robótico utilizando a ferramenta *Tinkercad*.



Fonte: Acervo da autora (2023)

Figura 8. *Design* (Conexões: Arduino, sensor, relé, bomba e energia), produzido utilizando a plataforma Canvas



Fonte: Acervo da autora (2023).

Por ocasião dessas demandas, muitas equipes optaram por alterar o projeto, pois acreditaram ser inviável o caminho tomado no início do processo. Na realidade, a robótica, através da abordagem STEAM, como designa Siebra e Lino (2010), traz um amadurecimento nos conceitos físicos e matemáticos devido à sua prática. Castilho (2006) menciona que a programação de robôs é o alicerce dos alunos para resolver os desafios encontrados no projeto. Portanto, quando não conseguimos solucionar os problemas que envolvem o projeto escolhido, podemos partir para outra ótica ou ponto de vista, assim buscamos o que temos de conhecimento para alicerçar nossas experiências.

Figura 9. *Design e construção* – Desenvolvimento dos códigos de programação utilizando o simulador *Tinkercad*



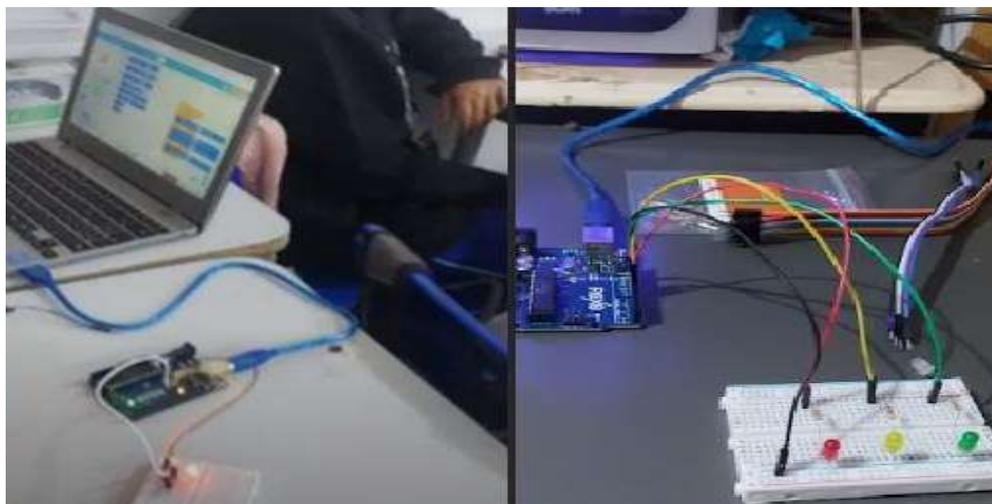
Fonte: Acervo da autora (2023)

Etapa 4

A etapa de **Desenvolvimento e teste** (Figuras 10 e 11) proporcionou a visualização de como cada projeto se comportaria, momento de avaliação e reflexão sobre o protótipo. Foi interessante ver os alunos buscando fórmulas, conceitos, acreditando naquilo que estão criando. Dessa forma, destacam-se alguns projetos apresentados:

A **hidrelétrica caseira** teve como ponto de partida a geração de energia limpa, sem precisar mexer com o ecossistema e sendo utilizada inicialmente em momento para resolver a falta de energia elétrica tão recorrente na zona rural. Era composta por um duto mecânico que continha um pequeno gerador em substituição ao dínamo. Quando a água passava por ele, automaticamente gerava energia. Importante destacar que com este projeto não precisava muita força da água e nem de abundância, a água poderia facilmente passar para retornar ao repositório e passar novamente, sem gastos excessivos e sem destruir parte da natureza, porém não foi possível testar com a água retornando devido a toda logística escolar.

Figura 10. Desenvolvimento e testes – Os projetos em arduino foram testados utilizando a plataforma Mblock e Arduino IDE



Fonte: Acervo da autora (2023)

Outro projeto que foi bem interessante, foi o compacto **processador de sabão**, ele foi pensado para reutilizar o óleo sujo produzido pela cozinha da escola. Era um recipiente de plástico, feito com garrafas PET recicláveis, em que um orifício passava o óleo sujo e por uma peneira, que o filtrava, e em outro colocava-se a soda líquida, também continha um batedor que mexia tudo. O processador impedia o contato do usuário com os produtos químicos e o teste foi realizado por adultos, em partes seu funcionamento foi bom, e gerou o resultado esperado.

Nesses primeiros testes verificamos que os projetos deveriam ser adaptados, porém, os protótipos desenvolvidos com os arduinos levaram um tempo maior, mas tiveram maior sucesso nos testes, são eles: irrigador automatizado, lixeira sensorial, boné sensorial para cegos, sinaleiro para pedestre com emissor de som e Sinaleiro escolar.

Um projeto a destacar foi o **irrigador automatizado**, os alunos utilizaram a solução robótica que utilizou um sensor de umidade capaz de identificar se a terra está seca ou molhada, assim enviou, através de um relé, impulsos que acionam uma bomba d'água ou válvula solenoide, viabilizando a passagem de água quando detectar terra seca e cortando o fornecimento de água se terra úmida (Figura 11). O projeto chamou bastante atenção, porque foi realizado por duas equipes e cada uma delas alcançou um dos objetivos, ou seja, uma conseguiu acionar a bomba d'água e a outra realizar os testes de umidade.

Figura 11. Desenvolvimento e testes do irrigador automatizado na horta da escola



Fonte: Acervo da autora (2023)

Como o desejo era de implementar o projeto na horta da escola, surgiu mais uma equipe, mesclada pelas duas anteriores, que com afinho pesquisaram e conseguiram juntar as duas soluções, tendo assim um protótipo mais eficaz e que realizava todas as funções objetivadas pelos alunos. O teste final se deu na própria horta da escola, e promete ser implementado permanentemente no local. Vale ressaltar que o projeto foi inscrito no concurso Agrinho/2023 realizado pelo Senar/PR e foi classificado em 2º lugar.

Para o projeto **Sensor de gás e fumaça**, foi pensado de forma crítica, pois os alunos queriam ajudar a detectar a presença de gases nocivos à saúde humana, pensaram em como o projeto poderia ajudar a comunidade escolar somente pelo uso de detecção de gás de cozinha, antecipando o disparo de alarme, para evitar um incêndio e também como forma de proteção aos funcionários e alunos que forem vítimas de exposição ao ar contaminado pelo gás.

No projeto **Sinaleiro escolar**, apresentou maiores dúvidas quanto ao seu enquadramento temático, pois os alunos resolveram uma problemática escolar, mas seria o bastante? Esse projeto foi muito desafiador, pois antes de tudo foi preciso uma mobilização social em prol ao uso de transporte mais sustentáveis, trouxe conhecimento para comunidade escolar, apresentou um caráter educacional, e trouxe mudanças para a sociedade em geral, diminuindo, inclusive o uso de motos e similares por parte de alunos, funcionários, professores e toda comunidade escolar. Foi bem curioso que ao final da apresentação, ainda, os estudantes desta equipe, trouxeram o

uso do sistema de sinalização adaptando para uma estufa automatizada, utilizando o mesmo projeto como monitoração da necessidade de ventilação da estufa.

O projeto **lixeira sensorial** foi bem trabalhoso, os estudantes não tinham uma tampa dobrável, portanto, foi preciso adaptar com outros materiais (balde, plástico e isopor). Na visão da professora pesquisadora, o projeto teve um código de programação mais complicado, pois utilizaram um sensor ultrassônico para medir a distância entre o objeto e a lixeira e dessa forma ativar a tampa da lixeira. A equipe teve um foco na automatização da limpeza local, incentivando o uso da lixeira por ter a especificidade da automação.

Por fim, o último projeto a ser citado é o **carro elétrico**, ele foi realizado com o material do kit robótico e o objetivo da equipe desenvolvedora foi mostrar a troca do uso de combustíveis, no caso pela bateria, mas não levou em consideração a nocividade desses combustíveis para a vida humana e nem a fabricação das baterias para o carro elétrico que também apresentam grande grau de contaminação do meio ambiente durante sua fabricação.

Os projetos, de forma geral, foram bem repetidos pelas equipes, como eram equipes diferentes surgiram projetos parecidos e similares, mesmo assim não prejudicou a intenção inicial que era desenvolver o pensamento crítico e transformador em relação às ações que transformam o mundo e o meio ambiente.

Vale ressaltar que, os testes projetados em Arduino demonstraram *bugs* com códigos, mau funcionamento dos componentes elétricos, ou falta de resposta do programa para finalizá-lo. De forma geral, os *bugs* envolveram lógica, ou montagem equivocada dos circuitos elétricos, que demandou um pouco mais de empenho e pesquisa para descobrir os problemas. Depois dos testes, os projetos tiveram sucesso e estavam prontos para serem apresentados a todos os colegas.

Etapa 5

A última etapa de **apresentação dos protótipos** encheu de energia positiva e expectativa a sala de aula. À medida que cada equipe tomou a frente e os alunos apresentavam suas soluções robóticas, explicando a finalidade do projeto e como ele está relacionado ao ecossistema escolhido, foi emocionante. Há momentos em que compartilharam os desafios e como eles os superaram ao longo do processo.

Para a efetividade desse projeto utilizamos a metodologia STEAM, sua

interdisciplinaridade foca na aprendizagem baseada em projetos, em que os estudantes são estimulados a abordar desafios do mundo real, trabalhando em equipes e aplicando seus conhecimentos em situações concretas. Essa estratégia leva aos alunos a oportunidade de investigar questões ambientais locais e globais, identificar soluções inovadoras e desenvolver protótipos que auxiliem na resolução desses problemas, como o projeto de Irrigação Automatizada Figura 12, 13 e 14.

Figura 12. Apresentação e demonstração do Irrigador automatizado



Fonte: Acervo da autora (2023).

Figura 13. Funcionamento da Irrigação Automatizada, enquanto a horta está sendo irrigada



Fonte: Acervo da autora (2023).

Figura 14. Funcionamento da Irrigação automatizada em apresentação para equipe pedagógica da escola



Fonte: Acervo da autora (2023).

Figura 15. Apresentação e demonstração do sinaleiro escolar



Fonte: Acervo da autora (2023).

Figura 16. Apresentação e demonstração do processador de sabão



Fonte: Acervo da autora (2023).

Essa etapa de compartilhamento de experiências não apenas celebrou o progresso alcançado, mas também inspirou os alunos a continuarem explorando a relação entre tecnologia, educação ambiental e resolução de problemas. Eles perceberam que a robótica não é apenas sobre construir máquinas, mas sim sobre aplicar essas máquinas de forma significativa para melhorar o mundo ao seu redor. Com cada apresentação concluída, a sala de aula se tornou um espaço onde a curiosidade, a inovação e a colaboração floresceram, preparando os alunos para futuras explorações e desafios.

Ao final da experiência, e com base nas discussões supracitadas, entendemos que os alunos demonstraram compreender as conexões entre suas ações individuais e o impacto global, visto que os protótipos apresentados buscaram uma forma consciente de diminuir os impactos provocados ao meio ambiente na totalidade. Eles perceberam que pequenas ações, quando realizadas em conjunto, podem gerar mudanças significativas na sociedade. Além disso, adquiriram habilidades valiosas, como pesquisa, comunicação eficaz e trabalho em equipe, essenciais para se tornarem cidadãos ativos e conscientes. A experiência atingiu os objetivos educacionais, inspirando os alunos a se tornarem agentes de mudança, capazes de contribuir positivamente para um mundo em constante transformação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para discorrer sobre os esforços apresentados nessa pesquisa de dissertação, voltamos nosso olhar para as tecnologias contemporâneas que tem fascinado o mundo com suas possibilidades e avanços incríveis, avançando com a internet das coisas (IoT) e com a inteligência artificial.

Pensando nessa evolução, não apenas como estudantes, mas como cidadãos, a professora de robótica, professora pesquisadora e participante dessa pesquisa, elencou a turma do 9º ano do Colégio Estadual Costa Monteiro, uma escola pública do noroeste paranaense, recorrendo às tecnologias robóticas e o uso delas como instrumentos de contenção aos avanços da crise ambiental marcada nesse século XXI.

Portanto, foi com esse olhar, que atravessamos um período significativo, analisando e revisando textos e documentos que dessem sustentação ao nosso trabalho, no qual, tenha nos deixados seguros e confortáveis, inclusive para receber críticas ou sugestões que propulsam a um nível mais elevado de compreensão acerca do objeto analisado. Dessa forma, intentamos uma pesquisa que utilizasse da abordagem STEAM e da Robótica para favorecimento do ensino de EAC enriquecendo e transformando o aluno cidadão e a comunidade em que está inserido.

Faz sentido, que em toda nossa busca, momentos produtivos fossem marcantes, mas também aqueles de muita insegurança, no sentido de não nos confundirmos nas linhas teóricas metodológicas, produzindo confusão no *corpus* de estudo. Por essa razão, a nossa pesquisa canaliza as experiências aos estudantes do Ensino Fundamental II, por esses contemplar o contexto e especificidades que torna crucial a jornada educacional dos educandos em transição para níveis mais altos de aprendizado e maturidade. Abordar, portanto, um tema que envolve questões ambientais tem sua relevância, pois os alunos estão começando a formar suas próprias opiniões em relação às questões globais e desenvolvendo uma compreensão mais profunda das responsabilidades sociais. Através desta experiência, instigamos o pensamento crítico, inspiramos a empatia e empoderamos os estudantes a reconhecerem o potencial de suas ações para produzirem mudanças positivas.

Em razão disso, propomos realizar um estudo sobre a importância da metodologia STEAM e da Robótica como ferramentas para o ensino de EAC destacando seus benefícios e possíveis aplicações práticas sobre as questões

ambientais que afetam o cotidiano da comunidade escolar. Visto que, as questões ambientais estão sendo alvo de grandes discussões mundiais, e é latente a necessidade de indivíduos socializados que possam buscar soluções e transformar a sociedade, mesmo que seu início seja pequeno.

Para tanto, buscamos através de uma SD, alcançar resultados que priorizem a abordagem STEAM e a Robótica para o desenvolvimento do ensino de EAC. Dessa forma, apontaram para uma AC que revelou um grande potencial de mudança de pensamento em relação ao contexto inicial desta pesquisa.

Os encaminhamentos/procedimentos da AC, propiciou a visualização entre a disparidade de pensamento existente entre os discentes participantes da pesquisa. Os dados encontrados, através da frequência de palavras-chave e da semântica presentes nas respostas do Formulário 2 e também nos relatos textuais sobre os protótipos robóticos, subsidiaram a compreensão e reflexão do pensamento crítico dos estudantes através das análises realizada, por nós, durante a pesquisa. Demonstra-nos assim, que um demasiado grupo de estudantes perceberam seu lugar na sociedade, não somente como um indivíduo, porém como quem proporciona mudanças.

Foi surpreendente vermos as etapas alcançadas se tornarem simples, como algo corriqueiro. Pela robótica, o momento em que puderam realizar testes e demonstrar o funcionamento do protótipo tornou ainda mais significativo a aprendizagem. A prática e a problematização trouxeram aos alunos respostas além das previstas pela equipe de trabalho. E, com a AC, vislumbramos, nesse estudo, ao examinar os excertos dos enunciados, de forma objetiva e subjetiva, a possibilidade crescente de mudança de pensamento que permeia entre a EA conservadora e EA crítica.

Sendo assim, as dificuldades e os percalços por trabalhar com adolescente, muitas vezes inconstantes e desanimados, surgiram durante todos os processos, mas quando do seu engajamento, acreditávamos estar no caminho certo. A lacuna entre a aprendizagem e transformação de pensamento se deu em vários momentos da pesquisa, mas quase foi implodida quando o desenvolvimento dos projetos se tornou complexo e difíceis. Muitas equipes abandonaram o projeto inicial e voltaram ao processo de pesquisa em busca de um novo projeto, a corrida contra o tempo foi assustadora, porém o incentivo dos integrantes e toda a classe, bem como da

professora pesquisadora, transbordou em novas ideias que mitigavam os problemas ambientais.

Visto, que é explícito dizer que os dados apresentados figuram na EAC, uma vez que os relatos textuais se configuram como pensamento crítico da EA, por demonstrarem a preocupação com o problema ambiental em busca de uma sustentabilidade socioambiental, com propostas que fazem sentido e são capazes de transformar a realidade de uma comunidade. Essa informação, reitera que a SD aplicada favoreceu um aprendizado mais profundo e reflexivo que culmina com os resultados apresentados através dos protótipos robóticos.

Além disso, foi possível compreender que a metodologia STEAM e a Robótica proporcionaram uma abordagem prática e concreta para a EAC, tornando o aprendizado mais significativo e estimulante. Ao vivenciar, na prática, a aplicação dos conhecimentos adquiridos em sala de aula, os estudantes desenvolveram uma compreensão global dos desafios ambientais e das possíveis soluções, tornando-se agentes de mudança em suas comunidades. Os benefícios da abordagem STEAM na educação, incluem o desenvolvimento de competências e habilidades transversais necessárias à preparação para o mercado de trabalho do século XXI.

No que tange ao olhar da pesquisadora, nos deparamos que a pesquisa tomou rumos para além do esperado. A prática planejada, demonstrou sua importância para alcançar os objetivos de aprendizagem que fossem de encontro as competências e habilidades propostas na BNCC para um desenvolvimento integral do alunado. Porém, no desenvolver da pesquisa, contemplamos momentos em que o professor (a) dignifica sua prática com abordagens enriquecedoras que realmente torna a aprendizagem transformadora como defendida por Paulo Freire. Nesta percepção,

Ninguém começa a ser educador numa certa terça-feira às quatro a tarde. Ninguém nasce educador ou marcado para ser educador. A gente se faz educador, a gente se forma, como educador, permanentemente, na prática e na reflexão sobre a prática (FREIRE, 1991, p. 58).

Consequentemente, a reflexão e a prática que nos internaliza a todo instante, em sala de aula, nos marca e nos diferencia para um novo agir e um novo pensar. Buscamos desenvolver a EAC nos alunos, precisamente fizemos muito mais, tanto nos alunos quanto na professora que se doou a esse processo de pesquisa.

Portanto, os resultados desta pesquisa vão ao encontro dos objetivos elencados para essa dissertação, uma vez que apontam para a possibilidade de

ensinar EAC utilizando a Abordagem STEAM e Robótica para o fortalecimento de uma abordagem pedagógica que não apenas transmite conhecimento, também capacite os alunos a serem pesquisadores, e questionadores ativos, incentivando o engajamento de forma crítica, na construção do conhecimento sobre EA. Além disso, este estudo evidencia que a Robótica não se limita a ser apenas uma ferramenta de ganho para grandes macroestruturas, mas pode desempenhar um papel importante na resolução de problemas ambientais que afetam diversas sociedades. Isso, estimula uma perspectiva promissora para o futuro socioambiental sustentável.

Por fim, desejamos assim, que este estudo venha contribuir com alunos e professores pesquisadores em aprimorar a prática de ensino da EAC, com objetivo de melhorar e refinar as abordagens em sala de aula. Além disso, esperamos que este estudo possa inspirar novas pesquisas na mesma vertente, promovendo um avanço contínuo no campo da EAC.

REFERÊNCIAS

ACHERMANN, M. T. W. **Investigação sobre a abordagem STEAM na educação brasileira: o que dizem os periódicos brasileiros**. 2022. 93 f. Dissertação (Mestrado em Formação Docente Interdisciplinar), Universidade Estadual do Paraná, UNESPAR, Campus Paranavaí, 2022.

ALMAS, R. M. **Robótica Educativa**. 2003. Disponível em: www.roboticafisica.hpg.ig.com.br/robotica.html. Acesso em: 11 mar. 2023.

ANDRADE, K. M. A. B. **Educação Ambiental: A formação continuada professor**. Jundiaí: Paco Editorial, 2012.

Agenda 2030: Nações Unidas - Cúpula de Desenvolvimento Sustentável, discutida na Assembleia Geral da ONU. ODS: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <http://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso: 17 abril de 2023.

ARDUINO. **Plataforma de programação online**. Disponível em: <http://www.arduino.cc>. Acesso em: 11 mar. 2023.

AZEVEDO, S.; AGLAÉ, A.; PITTA, R. **Minicurso Introdução a Robótica educativa**. 2010. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/62ra/minicursos/MC%20Samuel%20Azevedo.pdf>. Acesso 11 mar. 2023.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo, SP: Edições 70, 2016.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: versão final. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 02 nov. 2021.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidente da República, 2016.

BRASIL, Ministério da Educação. **Programa Nacional de Educação Ambiental (PRONEA)**. 3. ed. Brasília, 2005.

BECK, U. **O que é globalização?** Equívocos do globalismo: respostas a globalização. São Paulo. Paz e Terra, 1999.

BECKER, H. S.; GEER, B. Participant observation and interviewing: a comparison. *In*: MCCALL, J. G.; SIMMONS, J. L. **Issues in participant observation: a text and reader**. Reading: Massachusetts Addison-Wesley, 1969. p. 322-331.

BRUM, M. G. **Introdução a Robótica Educacional**. 2011a. Disponível em: <http://www.educacional.com.br/upload/dados/materialapoio/124590001/8214768/rob%C3%B3tica%20Educativa.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2023.

BRUM, M. G. **Introdução a Robótica Educacional**. 2011b. Disponível em: <http://www.educacional.com.br/home/home.asp#&panel1-2>. Acesso 11 mar. 2023.

BYBEE, R. W. **What is STEM Education?** Science, Washington, DC, v. 329, n. 27, p. 996, ago, 2010. Disponível em: <http://science.sciencemag.org/>. Acesso em: 28 fev. 2021.

CARSON, R. **Primavera Silenciosa**. Tradução: Raul de Polillo. 2. ed. São Paulo: Edições Melhoramentos. BC- UFSCAR – Pórtico, 1969.

CARVALHO, I. C. de M. **Educação Ambiental Crítica: nomes e endereços da educação**. Identidade da Educação Ambiental Brasileira. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2004.

CASTILHO, M. I. **Robótica na Educação: Com que objetivos?** 2006. Monografia (Especialização em Informática na Educação), Universidade Federal do Rio Grande, Porto Alegre, 2006. Disponível em: https://www.google.com.br/webhp?sourceid=chromeinstant&ion=1&espv=2&es_th=1&ie=UTF-8#q=marsrovers. Acesso em: 23 mar. 2023.

CRUZ, R. G. **Ideologia e Formação do Conhecimento Científico no Campo da Educação Ambiental: Uma análise da perspectiva crítica nos trabalhos publicados na revista Pesquisa em Educação Ambiental (REPEA) de 2010 a 2015**. 2017. 192 f. Tese (Doutorado em Educação Ambiental), Instituto de Educação. Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2017.

CÚPULA DOS POVOS: plenária de soberania alimentar debate os motivos da crise alimentar e as soluções camponesas. **EcoDebate**, Rio de Janeiro, 19 jul. 2012. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2012/06/23/cupula-dos-povos-apresenta-documento-final-contrario-ao-texto-da-rio20/>. Acesso em: 21 jan. 2024.

DIAS, G. F. **Educação Ambiental: princípios e práticas**. São Paulo, Gaia, 2003.

DIAS, G. F. **Educação Ambiental: Princípios e Práticas**. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2004.

DIAS, V. P.; GOMES, P. C. Contribuições da Educação Ambiental Crítica para compreender a Crise Ambiental. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática, [S. l.]**, v. 13, n. 2, p. 1–26, 2022. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/3385>. Acesso em: 25 jun. 2023.

DÍAZ, A. D. **Educação Ambiental como projeto**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**, Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, P. **A Educação na Cidade**. São Paulo: Cortez, 1991.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessário a prática educativa.** São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUIMARÃES, R.; FONTOURA, Y. Desenvolvimento sustentável na Rio+20: discursos, avanços, retrocessos e novas perspectivas. **Cadernos EBAPE.BR**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, p. 508-532, set. 2012. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/cadernosebape/article/view/5477/4199>. Acesso em 06. 04. 2023.

GUIMARÃES, M. Educação Ambiental crítica. *In*: LAYRARGUES, P. P. **Identidades da educação ambiental brasileira.** Ministério do Meio Ambiente. Diretoria de Educação Ambiental. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2004, p. 25 – 34.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas.** v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

GODOY, N. **Curso de Robótica Pedagógica.** Apresentação em Power Point. Curitiba: Empresa ArsConsult, 1997.

JACOBI, P. R. O Brasil depois da Rio+10. **Revista do Departamento de Geografia,** São Paulo, n. 15, p. 19-29, 2002. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47293/51029>. Acesso em: 05 jul. 2023.

LAYRARGUES, P. P. Educação Ambiental com Compromisso Social: o desafio da superação das desigualdades. *In*: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (Orgs.) **Repensar a Natureza Ambiental: um olhar crítico.** São Paulo: Cortez, 2009.

LEFF, E. **Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade e poder.** Tradução de Lúcia Mathilde Endliche Orth. Petrópolis RJ: Vozes, 2001.

LEFFA, V. J. (Org.). **Produção de materiais de ensino: teoria e prática.** 2. ed. Pelotas: Educat, 2008.

LIMA, G. F. C. Crise Ambiental, Educação e Cidadania: os desafios da sustentabilidade emancipatória. *In*: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R.S. (Orgs.). **Educação Ambiental: Repensando a Cidadania.** 3. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

LOUREIRO, C. F. B. Educação ambiental e movimentos sociais na construção da cidadania ecológica e planetária. *In*: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (Orgs.). **Educação Ambiental: repensando o espaço da cidadania.** 2. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

LOUREIRO, C. F. B. Educação ambiental transformadora. *In*: LAYRARGUES, P. P. (Coord). **Identidades da educação ambiental brasileira.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Diretoria de Educação Ambiental, 2004.

LOUREIRO, C. F. B. **Educação Ambiental e Movimentos Sociais na Construção da Cidadania Ecologia e Planetária**. Educação Ambiental: Repensando a Cidadania 3. ed. – São Paulo: Cortez, 2005.

LOUREIRO, C. F. B. **Trajetórias e fundamentos da educação ambiental**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

LOUREIRO, C. F. B. **Sustentabilidade e educação**: um olhar da ecologia política. São Paulo: Cortez, 2012.

MAISONNETTE, R. **A utilização dos recursos informatizados a partir de uma relação inventiva com a máquina**: a robótica educativa. 2002. *In*: Proinfo – Programa Nacional de Informática na Educação – Paraná. Disponível em: www.proinfo.gov.br. Acesso em: 15 jun. 2023.

MARTINS, A. S. **O que é Robótica**. São Paulo: Editora Brasiliense – Coleção Primeiros Passos, 1993. 85 p.

MARX, K. **O Capital**. Crítica e Economia Política. v. 1. São Paulo: Nova Cultura Ltda, 1996.

MARSHALL, T. H. **Cidadania, classe social e status**. Rio de Janeiro: Zahar, 1967.

MINAYO, M. C. S.; SANCHES, O. Quantitativo-Qualitativo: Oposição ou Complementaridade? **Caderno Saúde Pública**, Rio de Janeiro, n. 9, v. 3, p. 239-262, jul/set., 1993. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/csp/v9n3/02.pdf>. Acesso em: 12 abril de 2023.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. 14. ed. São Paulo: Hucitec Editora, 2014.

MINAYO, M. C. S. O desafio da pesquisa social. *In*: MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. Rio de Janeiro: Vozes, 2007.

MIRANDA, L. C.; SAMPAIO, F. F.; BORGES J. A. S. Programe: Ambiente de Programação Visual para o kit de Robótica Educacional RoboFácil. *In*: XVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 2007, São Paulo, SP. **Anais** [...] Porto Alegre: SBC, 2007. p. 338-347.

OLIVEIRA, E. S. Um breve prognóstico do uso da Robótica Educativa na prática educacional de discentes/professores do mestrado MECM/UEPB. *In*: XI ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, Curitiba, 2013. **Anais eletrônicos** [...] Curitiba, 2013.

OLIVEIRA, E. T. **A Educação ambiental no contexto da BNCC para o Ensino Médio e os possíveis reflexos da sua aplicação no ambiente escolar**. 2021. 99 f. Dissertação (Mestrado em Formação Docente Interdisciplinar) – Universidade Estadual do Paraná Campus Paranavaí. Paranavaí. 2021.

OLIVEIRA, M. V. Inovações em Educação. **Porvir**, 15 dez. 2021. Disponível em: [https://porvir.org/robotica-e-porta-de-entrada-para-discussao-sobre-meio-ambiente/]. Acesso em 26 jun. 2023.

PARANÁ, **Plano de curso: 3025 - Robótica Paraná EF**. Disponível em: https://aluno.escoladigital.pr.gov.br/robotica/aulas/primeiros_passos. Acesso em: 22 fev. 2023.

Peixes-robôs são projetados para monitorar a qualidade da água. **Inovação tecnológica**, 30 nov. 2009. Disponível em [www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=peixes-robos-monitorar-qualidade-agua]. Acesso em 26 jun. 2023.

PEREIRA, R. B. **Robótica Educativa como Recurso Didático No Ensino de Física no Ensino Médio**. 2008. Monografia (Graduação em Física) Universidade do Estado de Mato Grosso – UEMT, Cárceres, 2008.

POTT, C. M.; ESTRELA, C. C. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 31, n. 89, p. 271-283, jan./abr. 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/ea/v31n89/0103-4014-ea-31-89-0271.pdf. Acesso em: 03 jan. 2024.

PRODANOV, C. C.; FREITAS E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Livro Eletrônico.

PUIG, N. S.; BARGALLÓ, C. M. Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. **Ápice. Revista de Educación Científica**, v. 1, p. 3-16. 2017. https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020. Acesso em: 22 fev. 2023.

PUGLIESE, G. O. **Os modelos pedagógicos de ensino e ciências em dois programas educacionais baseados em STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)**. 2017. 135 f. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Pós-graduação em Genética e Biologia Molecular, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.

PUGLIESE, G. O. Um panorama do STEAM education como tendência global. *In*: BACICH, L.; HOLANDA, L. **STEAM em Sala de Aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica**. Porto Alegre: Penso, 2020. p.13-28.

PROL, L. C. A. **Diferentes Materiais para uso na Robótica Educacional: A diversidade que pode promover o desenvolvimento de diferentes competências e habilidades**. 2005. Disponível em: http://www.educacional.com.br/downloadlivros/livro1/Tomo5b.pdf. Acesso em: 12 nov. 2014.

REIGOTA, M. Desafios à educação ambiental escolar. *In*: JACOBI, P. *et al.* (orgs.). **Educação, meio ambiente e cidadania: reflexões e experiências**. São Paulo: SMA, 1998. p. 43-50.

REIGOTA, M. **O que educação ambiental?** 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 2014.

R.I.A. **Robotics Industries Association**. Disponível em: <http://www.robotics.org/>. Acesso em: 11 mar. 2023.

Robô é usado para retirar plástico das praias. **Dias mais sustentáveis**, 27 ago. 2021. Disponível em: [<https://diasmaissustentaveis.com/robo-e-usado-para-retirar-plastico-das-praias/>]. Acesso em 26 jun. 2023.

Robô de plantio de sementes movido a energia solar ajuda no reflorestamento da Amazônia. **CNN Brasil**, 13 jun. 2023. Disponível em: [<https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/robo-de-plantio-de-sementes-movido-a-energia-solar-ajuda-no-reflorestamento-da-amazonia/>]. Acesso em 26/06/2023.

RODRIGUES, A. P. S.; ZAGO, M. R. R. S.; OLIVEIRA, N. G. N.; LIMA, L.; CASAGRANDE JUNIOR, E. F.; SILVA, M. C.; HULLER, A. Movimentos a Favor da Agricultura Urbana em Curitiba - Paraná e a Constituição de Práticas de Ensino Ambientais/Educativas. **Educação Ambiental em Ação**, v. 64, s/p, 2018.

SAUVÉ, L. Uma cartografia das correntes em educação ambiental. *In*: SATO, M.; CARVALHO, I. C. M. (org.) **Educação Ambiental: Pesquisas e desafios**. Porto Alegre: Artmed. 2005. p. 17-45.

SAVIANI, D. **Escola e Democracia**. São Paulo: Cortez: Autores Associados, 1991.

SAVIANI, D. **Pedagogia Histórico-crítica: Primeiras aproximações**. 9. ed. Campinas-SP: Autores Associados, 2005.

SAVIANI, D. **Pedagogia Histórico-Crítica**. 10. ed. Campinas: Autores Associados, 2008. (Coleção Educação Contemporânea).

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO DO PARANÁ. **Referencial Curricular do Paraná**. Disponível em: <http://www.referencialcurricular.doparana.pr.gov.br/>. Acesso em: 25 fev. 2023.

SIEBRA, C. A.; LINO, N. C. Q. An Experimental Study on the Use of Robotics as an Educational Tool. *In*: XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, João Pessoa, 2010. **Anais [...]** João Pessoa, 2010.

SILVA, S. A. H. **Percepção do impacto ambiental da indústria petrolífera no Recôncavo Baiano: subsídios para uma proposta de Educação Ambiental**. 1999. 157 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1999.

SORRENTINO, M. Desenvolvimento sustentável e participação: algumas reflexões em voz alta. *In*: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. de (Orgs.). **Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2002. p. 15-21.

SORRENTINO, M. Desenvolvimento Sustentável e Participação: algumas reflexões em voz alta. *In*: LOUREIRO C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. de, (Orgs.). **Educação Ambiental: repensando o espaço da cidadania**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

TOZONI-REIS, M. F. C. **Educação ambiental: natureza, razão e história**. Campinas: Autores Associados, 2004.

TOZONI-REIS, M. F. C. Contribuições para uma pedagogia crítica em educação ambiental: reflexões teóricas. *In*: LOUREIRO, C. B. F. **A questão ambiental no pensamento crítico: natureza, trabalho e educação**. Rio de Janeiro: Quartet, 2007.

TOZONI-REIS, M. F. C.; JANKE, N. Políticas públicas para a educação no Brasil: contribuições para compreender a inserção da educação ambiental na escola pública. *In*: TOZONI-REIS, M. F. C.; MAIA, J. S. S. (Org.). **Educação Ambiental a várias mãos: Educação escolar, currículo e políticas públicas**. 1. ed. Araraquara: Junqueira & Marin, 2014. p. 110-124.

VARNEY, M. W.; JANOUDI, A.; ASLAM, D. M.; GRAHAM, D. Building Young Engineers: TASEM for ThirdGraders in WoodcreekMagnetElementarySchool. **IEEE Transactions on Education**, v. 55, n. 1, p. 78-82, fev. 2012.

ZAWIESKA, K., Social Robots: Fostering Creativity through the Illusion of Life. *In*: **IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots (HUMANOIDS 2014)**. Madrid, Spain, 2014.

ZAWIESKA, K.; DUFF, B. R. The Social Construction of Creativity in Educational Robotics. *In*: SZEWCZYK R.; ZIELIŃSKI R.; KALICZYŃSKA M. **Progress in Automation, Robotics and Measuring Techniques, Advances in Intelligent Systems and Computing**. Springer International Publishing, 2015. p. 329-338.

ZILLI, S. **Apostila de Robótica Educacional**. Expoente Informática. Curitiba: Gráfica Expoente, 2002.

Apêndice 1



Formulário 1 - Educação Ambiental

[Redacted] [Mudar de conta](#) 

* Indica uma pergunta obrigatória

Enviar por e-mail *

Registrar gesinelly.**[Redacted]** como o e-mail a ser incluído na minha resposta

Digite seu nome completo:

Sua resposta _____

1- Você conhece ou já ouviu falar de Educação Ambiental? *

Sua resposta _____

2 - Como você poderia conceituar a Educação ambiental? *

Sua resposta _____

3 - Sua escola desenvolve projetos de Educação Ambiental? *

Sua resposta _____

4 - Os professores trabalham o conceito de EA em sala de aula?

Sua resposta _____

Apêndice 2



Formulário 2 - Educação Ambiental

 [Mudar de conta](#) 

* Indica uma pergunta obrigatória

Enviar por e-mail *

Registrar  como o e-mail a ser incluído na minha resposta

Digite seu nome completo:

Sua resposta _____

1 - Com base em nossos estudos como você definiria a Educação ambiental? *

Sua resposta _____

2 - Você acredita que a robótica pode ajudar na educação ambiental? De que maneira? *

Sua resposta _____

Enviar [Limpar formulário](#)

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.