



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**



**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA
PROFBIO/CAPES/UFPA**

**PROPOSTA DE ENSINO INVESTIGATIVO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO
ENSINO MÉDIO UTILIZANDO ROBÓTICA E ESPAÇOS NÃO FORMAIS DE
APRENDIZAGEM**

LUCIANA MONTEIRO DA COSTA

BELÉM – PA

2020

**PROPOSTA DE ENSINO INVESTIGATIVO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO
ENSINO MÉDIO UTILIZANDO ROBÓTICA E ESPAÇOS NÃO FORMAIS DE
APRENDIZAGEM**

LUCIANA MONTEIRO DA COSTA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Rede do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) da Universidade Federal do Pará (UFPA), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Orientadoras:

Profa. Dra. Jussara M. Martinelli Lemos

Profa. Dra. Luciana Pereira Xavier

BELÉM-PARÁ

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará

Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

-
- C837p Costa, Luciana Monteiro da
Proposta de ensino investigativo em educação ambiental no Ensino Médio utilizando robótica e espaços não formais de aprendizagem / Luciana Monteiro da Costa. — 2020.
104 f. : il. color.
- Orientador(a): Profª. Dra. Jussara Moretto Martinelli Lemos
Coorientação: Profª. Dra. Luciana Pereira Xavier Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, Belém, 2020.
1. Água. 2. Alfabetização científica. 3. Biologia. 4. Educação básica. 5. Robô. I. Título.

CDD 370.71

**PROPOSTA DE ENSINO INVESTIGATIVO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO
ENSINO MÉDIO UTILIZANDO ROBÓTICA E ESPAÇOS NÃO FORMAIS DE
APRENDIZAGEM**

LUCIANA MONTEIRO DA COSTA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Rede do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) da Universidade Federal do Pará - UFPA, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

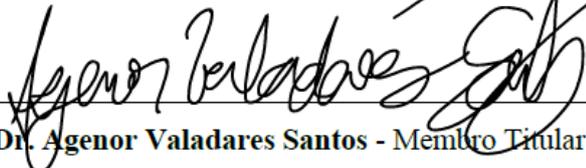
Belém, 26 de outubro de 2020

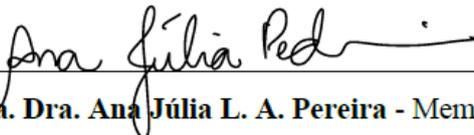
Membros da Banca Examinadora:


Prof. Dra. Jussara Moretto Martinelli Lemos
Universidade Federal do Pará
SIAPE: 2434430 

Prof. Dra. Jussara M. M. Lemos - Orientadora - Presidente da Banca - PROFBIO/UFPA.


Prof. Dra. Luciana P. Xavier - Coorientadora - PROFBIO/UFPA.


Prof. Dr. Agenor Valadares Santos - Membro Titular Interno - PROFBIO/UFPA.


Prof. Dra. Ana Júlia L. A. Pereira - Membro Titular Externo - PROFBIO/UNB.

Prof. Dra. Ana Cristina A. A. Dias - Membro Suplente - PROFBIO/UFPA.

BELÉM-PARÁ

2020

*Dedico este trabalho à minha avó
(in memoria), que deixou como maior
ensinamento a fé na educação.*

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES) – Finance Code 001.

RELATO DA MESTRANDA

Mestranda: LUCIANA MONTEIRO DA COSTA

O trabalho de pesquisa aqui desenvolvido é fruto da reflexão e da necessidade de mudança na minha prática de ensino ao longo de 17 anos de magistério na rede pública e privada. Motivada a tornar as aulas diferenciadas e mais próxima dos estudantes ingressei no grupo de robótica para docentes do Núcleo de Tecnologias Educacionais da Secretaria de Educação do Estado do Pará (SEDUC/PA) onde tive a oportunidade de conhecer um pouco mais sobre a Robótica Educacional. Essa experiência subsidiou parte da construção do produto desenvolvido nesta pesquisa. Porém, a mudança mais significativa sem dúvida, foi provocada com as aulas do Mestrado Profissional (PROFBIO), vivências em que foram oportunizadas atividades práticas que contemplam metodologias ativas de aprendizagem.

O Mestrado Profissional visa a capacitação profissional permitindo a reflexão sobre a prática docente. O PROFBIO não só permitiu esse processo de rever a metodologia de ensino empregada como também propiciou uma mudança de olhar sobre o processo de elaboração e concepção do ensino e da aprendizagem nas instituições em que atuo, modificando a minha prática docente.

Ao longo de todo o curso sempre fui tratada com respeito e valorizada pela bagagem de experiências adquiridas ao longo desses anos em sala de aula. As aulas no PROFBIO e a aplicação de temas a cada semestre serviram de estímulo para a mudança da minha prática pedagógica, encorajando-me a implementar novas metodologias de ensino, em especial utilizando abordagem investigativa.

O PROFBIO oportunizou a revisão e a atualização de conteúdos quanto aos muitos avanços científicos visto a dinâmica do conhecimento biológico provocando a mudança de olhar sobre a pesquisa científica. Os avanços não são somente percebidos sobre os conteúdos específicos, mas sensivelmente também sobre a prática docente e os conceitos sobre o ensino, aprendizado e motivação. Não posso deixar de ressaltar a contribuição pelo convívio com os demais professores de biologia (colegas de turma) de realidades muito distintas e que nos permitiu crescer através das discussões, e atividades desenvolvidas possibilitando o aprendizado pela troca de experiências.

O Mestrado Profissional propiciou o desafio de desenvolver um produto educacional com o objetivo de contribuir para a prática docente de professores de todo o país. Este processo de elaboração provocou a busca por mais conhecimento para que se pudesse oferecer um material de qualidade e aplicável às diversas realidades. A imersão aos estudos das vantagens e desafios de produzir um material que subsidiasse prática voltada para a iniciação científica e do ensino por investigação no ensino básico é um caminho sem volta e que muito tem a contribuir para a educação brasileira.

Não posso deixar de ressaltar o papel desempenhado pelo corpo docente da UFPA, em especial das minhas orientadoras que muito contribuíram no processo de aprendizagem, reflexão e conseqüentemente mudança na prática docente. As transformações, refletem hoje nas minhas aulas e na forma com que me vejo dentro e fora da sala de aula.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, pelo dom da vida e a oportunidade de crescimento.

À minha família que é a minha base.

Ao meu irmão e família pelo abrigo, apoio e incentivo ao longo de todo o mestrado.

Ao meu companheiro de vida, Ricardo Ferreira, pelo incentivo, paciência e apoio em todos os momentos.

Às minhas orientadoras, Professora Dra. Jussara Lemos e Dra. Luciana Xavier, fundamentais para realização deste trabalho, por acreditarem desde o início neste projeto e muito terem contribuído para o desenvolvimento e realização deste. Gratidão por compartilharem o enorme conhecimento, pelo olhar sensível e humano, pelo incentivo e apoio diante dos desafios.

À equipe gestora da Escola Estadual Eduardo Angelim, Barcarena-PA, pela anuência à execução do trabalho, por disponibilizar o espaço físico e dar suporte às práticas desenvolvidas.

Aos técnicos do Núcleo de Tecnologias Educacionais da Secretaria de Educação do estado do Pará, em especial ao coordenador Prof^o. Jó Elder Vasconcelos por apoiar e compartilhar seu conhecimento sobre robótica sempre de forma paciente.

Aos colegas professores(as) da Escola Eduardo Angelim, Dalila, Íris, Jane, Rosely, Anderson e Bianca pelo incentivo, torcida e apoio.

À amiga Josy Coimbra pelas contribuições.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudo do Mestrado.

À Comissão Nacional do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) pelo zelo ao Programa.

À Universidade Federal do Pará (UFPA) e o Instituto de Ciências Biológicas por oportunizar o meu retorno a esta instituição nesta pós graduação.

À coordenação do Mestrado Profissional (PROFBIO-UFPA) pela dedicação com o curso.

Aos (Às) professores(as) do Mestrado Profissional (PROFBIO-UFPA) pelo intenso aprendizado, pelo respeito e carinho com quem sempre fui tratada.

Aos (Às) colegas de turma pela parceria, pelo aprendizado, pela amizade, pelo carinho, pelos momentos divertidos e inesquecíveis que fizeram toda a diferença nessa caminhada de conhecimento e de crescimento pessoal e profissional.

À gloriosa Santa Rita de Cássia e Nossa Senhora de Nazaré que me mantiveram forte durante todo o curso.

Muito obrigada!

*“Mulheres e homens, somos os únicos seres que, social e historicamente, nos tornamos capazes de **aprender**. Por isso, somos os únicos em quem **aprender** é uma aventura criadora, algo, por isso mesmo, muito mais rico do que meramente repetir a **lição dada**. Aprender para nós é **construir**, reconstruir, **constatar para mudar**, o que não se faz sem abertura ao risco e à aventura do espírito”.*

(Paulo Freire, Pedagogia da autonomia, página 69)

RESUMO

A água enquanto elemento importante para a manutenção da vida e do equilíbrio biológico é um tema complexo e que exige uma abordagem contextualizada e interdisciplinar por parte do professor. A conexão do conhecimento a situações reais e ao uso de tecnologias são exigências para a formação atual do estudante do Ensino Médio, ao mesmo tempo em que desafia a prática pedagógica. Assim como nos desafia a mudança de paradigma no ensino e na aprendizagem quando são propostas Metodologias Ativas de Aprendizagem inserindo o estudante no centro deste processo, de forma ativa e com reconhecidos ganhos em motivação e aprendizagem. O objetivo principal da pesquisa foi o de investigar e analisar a aplicabilidade de uma proposta pedagógica com uso da robótica educacional como ferramenta integradora e motivacional no estudo da 'Água', na promoção da Educação Ambiental com uma abordagem investigativa em um afluente do Rio Murucupi, situado no entorno da Escola Estadual Eduardo Angelim, no Município de Barcarena-PA, região norte brasileira, incluindo a produção e a validação de um Roteiro Didático para professores de Biologia do Ensino Médio. As atividades investigativas foram elaboradas buscando contribuir não somente com a prática docente, mas também para a interação social, motivação na construção do conhecimento e na resolução dos desafios, autonomia e comunicação, despertando o olhar dos estudantes para o entorno da escola. A metodologia da pesquisa foi realizada com base em abordagem quantitativa complementada por abordagem qualitativa. Partindo de uma visão integrada do ambiente e dos conhecimentos prévios compartilhados, os(as) estudantes foram desafiados(as) a propor soluções para a construção de um robô que serviu de apoio a eletrodos que medem a temperatura, a turbidez e o pH da água do Rio Murucupi e da escola. Apesar da rica e significativa experiência e também do aprendizado docente na implementação de práticas inovadoras, a falta de estrutura é apontada como um desafio ainda a ser superado. Os alunos demonstraram motivação nas atividades, a construção colaborativa e o compartilhamento da aprendizagem com a comunidade na Feira de Ciências constatando melhora na aprendizagem bem como na auto estima individual, e principalmente no reconhecimento da importância da Educação Ambiental e da água para a comunidade. Todas as etapas serviram para realizar na prática, a vivência de uma investigação científica e validar o Roteiro Didático elaborado a partir destas experiências com os(as) estudantes.

Palavras chaves: água, alfabetização científica, biologia, educação básica, robô.

ABSTRACT

Water as an important element for life maintenance and biological balance is a complex subject matter and demands a contextualized and interdisciplinary approach from the teacher. The knowledge connection to real situations and technology usage is requirement for the current formation of High School students, together to challenges of pedagogical practice. The same way it is a challenge for us to change the teaching and learning paradigm when they are active methodological proposals for learning, inserting the student in the center of this process in an active way and with recognized gains in motivation and learning. The main focus of this research was to survey and analyze the applying of a pedagogical proposal using educational robotics as an integrative and motivational tool studying The Water to promote environmental education in an investigative approach to a tributary of Murucupi River placed around Eduardo Angelim School in the town of Barcarena, North of Brazil, including the production and validation of a didactic script for High School Biology teachers. The investigative activities were made in order to contribute not only for teaching practice, but also for social interaction, motivation for knowledge building and to solve challenges, autonomy and communication, making the students paying attention around the school. The research methodology was made according to a quantitative approaching together to a qualitative one. Starting from an integrated view of the environment and the previously shared studies, the students were challenged to think about ways to construct a robot that was base for electrodes to check the temperature, turbidity and water pH from Murucupi River and from school. Although it was a rich and significant experience for the teaching learning to implement new practices, the lack of structure is seen as a challenge to be overcome. The students seemed motivated in the activities, the collaborative construction and the sharing of learning with the community during the Science Fair, watching a better learning as individual self-esteem, and mainly in recognizing the importance of environment education and water for community. All the steps were useful to accomplish in practice, the experience of a scientific research and validate the didactic script made from the experiments with students.

Keywords: water, scientific literacy, biology, basic education, robot.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Localização da Escola Estadual Eduardo Angelim e seu entorno no Município de Barcarena – Pará	32
Figura 02 – Material utilizado no desenvolvimento do robô. A e B – Kit de Robótica Educacional. C – Plataforma ARDUINO. D – Sensores pra análise de água.....	44
Figura 03 - Avaliação das respostas dos(as) estudantes quanto ao interesse pela disciplina Biologia	46
Figura 04 - Avaliação das respostas dos(as) estudantes que se sentem motivados pelas aulas de Biologia	46
Figura 05 - Avaliação das respostas dos(as) estudantes que gostam de estudar conteúdos relacionados a temática ‘Água’	47
Figura 06 - Avaliação das respostas dos(as) estudantes que conhecem qual a fonte de água utilizada na escola	48
Figura 07 - Avaliação das respostas dos(as) estudantes que recebem água tratada em sua residência	48
Figura 08 - Avaliação das respostas dos(as) estudantes que sentem dificuldade para compreender o conteúdo de características físico-químicas da água	50
Figura 9 - Tubos de ensaio identificados por letras com substâncias incolores que ficaram coradas após o uso do identificador de ácido-base	51
Figura 10 - Béqueres organizados e identificados pela fonte, água da torneira, bebedouro, água mineral	52
Figura 11 – Estudantes durante a atividade prática de pH	52
Figura 12 - Histórias em quadrinhos produzidas pelos(as) estudantes	53
Figura 13 - Avaliação das respostas dos(as) estudantes que já ouviram falar em robótica educacional	54
Figura 14 - Avaliação das respostas dos(as) estudantes que já participaram de atividades relacionadas a robótica educacional	54
Figura 15 – Estudantes durante as oficinas de robótica	55
Figura 16 – Estudantes durante as oficinas de eletrônica e programação	55
Figura 17 – Visita ao local de coleta	59
Figura 18 – Afluente do Rio Murucupi nas proximidades da escola, local de coleta dos dados com o robô	59

Figura 19 – Estudantes durante a construção da estrutura externa do robô manipulando a fibra de miriti	60
Figura 20 – Face humanoide do robô ATHOM OsH construída pelos(as) estudantes	60
Figura 21 - Planilhas de dados coletados pelos sensores do robô produzido pelos(as) estudantes com o objetivo de monitorar a água do rio nas proximidades da escola	61
Figura 22 – Folheto (<i>folder</i>) desenvolvido pelos(as) estudantes	63
Figura 23: Gráficos produzidos pelos estudantes baseados nos dados coletados com o robô ATHOM OsH	65
Figura 24: Material utilizado na exposição na Feira de Ciências	65
Figura 25 – Estudantes durante a apresentação na Feira de Ciências da escola.....	66
Figura 26 - Dados da pesquisa sobre o monitoramento científico dos rios	67
Figura 27 - Dados sobre a importância do desenvolvimento de atividades de educação ambiental	68
Figura 28 - Avaliação das respostas dos(as) estudantes que declararam gostar de trabalhar em grupo antes (barra na cor azul) e após (barra na cor laranja) o desenvolvimento do projeto	70
Figura 29: Análise de similitude.....	72
Figura 30 – Nuvem de palavras construídas com o discurso dos(as) estudantes após a realização da intervenção pedagógica	72

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVOS	19
2.1. Objetivo Geral	19
2.2. Objetivos Específicos	19
3. REFERENCIAL TEÓRICO	20
3.1. Ensino de Biologia e Ensino Médio	20
3.2. Educação Ambiental	23
3.3. Concepções Construtivistas e Metodologias Ativas	25
3.4. Robótica Educacional	28
4. METODOLOGIA	31
4.1 Desenvolvimento da Pesquisa	31
4.1.1 <i>Locus</i> de Estudo	32
4.1.2 Participantes da Pesquisa	33
4.1.3 Coleta de Dados	34
4.1.4 Aspectos Éticos e/ou Ambientais	36
4.2 Desenvolvimento do Produto Educacional	36
4.2.1 Elaboração do produto	37
4.2.2 Aulas e Atividades com abordagem investigativa	42
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
5.1 Aula dialogada no contexto da Educação Ambiental: uso da água e problemas relacionados	45
5.2 Desvendando as características físico-químicas da água representando suas conclusões pelos olhos da HQ	50
5.3 Introdução à Robótica para o estudo da Educação Ambiental no Ensino Médio: ATHOM OsH e os desafios do Ensino Investigativo	53
5.4 Informar para transformar... Síntese sobre uma prática de Educação Ambiental no Ensino Médio	63
5.5 Compartilhando o Aprendizado	64
5.6 Produto Educacional	75
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
7. REFERÊNCIAS	79

8. ANEXO	85
9. APÊNDICES	87

INTRODUÇÃO

O mundo contemporâneo trás significativas mudanças sociais, ambientais e tecnológicas. Tais mudanças refletem na formação dos indivíduos. A escola, enquanto ambiente social de aprendizagem, segundo Azevedo (2013, p. 21), tem por objetivo “responder às necessidades de aprendizagem do aluno por meio da prática educativa”. Apesar disso, a escola ainda apresenta características tradicionais de ensino onde o professor detém o conhecimento transmitindo-o para o aluno (receptor), colocando o(a) estudante como um personagem passivo dentro do processo de aprendizagem, modelo descrito por Paulo Freire como “educação bancária” (FREIRE, 2009). Este modelo de ensino e aprendizagem há muito tempo tem sido abandonado por vários países com melhores índices de avaliação educacional que o Brasil, por gerar baixos níveis de aprendizagem, desmotivação, desinteresse e abandono. À título de citação, porque há inúmeras pesquisas com esta abordagem, segundo o último relatório da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) Contínua – Educação do IBGE 2019, um dos fatores de abandono no Ensino Básico é a falta de interesse dos jovens pelo estudo, o que demonstra a necessidade de se buscar metodologias diferenciadas nas práticas educativas realizadas no país.

As pesquisas recentes na área educacional apontam para a necessidade de rever os papéis desempenhados por professores e alunos no processo de aprendizagem. Como reforçam Scarpa e Campos (2018, p. 25) “[...]os estudantes estão no centro do processo de ensino e de aprendizagem [...] agindo ativamente na construção do conhecimento a partir de conhecimentos que já possuem sobre os fenômenos, por meio de oportunidades oferecidas pelos professores.” As metodologias ativas de ensino trazem uma nova perspectiva para o ensino de Biologia, pois colocam os estudantes como protagonistas do seu próprio aprendizado atuando de forma ativa dentro do processo. O professor desempenha o papel de mediador, orientando e favorecendo a construção do novo conhecimento através de conhecimentos prévios (SCARPA; CAMPOS, 2018; TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

É fundamental a discussão em sala de aula, de conceitos de conhecimentos científicos sobre a água e o seu uso. Segundo Bacci e Pataca (2008, p. 211) falar sobre o tema água “é falar da sobrevivência da espécie humana, da conservação e do equilíbrio da biodiversidade e das relações de dependência entre seres vivos e ambientes naturais”, o que reforça o tema água e a relação socioambiental como ponto crucial a ser trabalhado na escola nos diversos níveis educacionais.

São muitas as alternativas metodológicas a serem adotada em Educação Ambiental, porém Barcelos (2012) reforça que “[...]o mais importante não é o conhecimento científico e/ou a resolução do problema técnico enfrentado, mas, sim, a forma como nos relacionamos com ele. Que tipos de conhecimento e de saberes mobilizamos nesta relação; que métodos didáticos, pedagógicos e metodológicos empregamos” (BARCELOS, 2012, p. 64), demonstrando a importância do planejamento didático na escolha metodológica capaz de provocar a produção do conhecimento.

A temática que envolve ‘Água e Educação Ambiental’, além de importante e complexa, exige do professor, a habilidade “de explorar o ambiente de forma contextualizada”, como apontam as pesquisas de Bacci e Pataca (2008), acrescentando ainda que:

[...]os estudos podem partir do conhecimento das bacias hidrográficas como eixo norteador e resgatar a história ambiental local, a fim de desenvolver nos estudantes uma visão integrada dos diferentes fatores – naturais e antrópicos – que condicionam as transformações ambientais (BACCI; PATACA, 2008 p. 219)

Para Cascino (1999, p. 12), “a chamada Educação Ambiental não contém uma especificidade, isolada e desconectada” possibilitando uma diversidade metodológica.

Ainda para Bacci e Pataca (2008) o tema água aproxima diversos conhecimentos com capacidade de desenvolver uma prática interdisciplinar. A água como tema gerador dentro desta proposta interdisciplinar¹, segundo Bacci e Pataca (2008, p. 217) “apoiada nos conceitos fundamentais, no valor explicativo e na função das geociências, deve ser entendida pelos professores nas relações mais profundas entre esse conteúdo e a ação educativa, com envolvimento coletivo, dialógico e troca de saberes.” A busca por ações que levem a processos de investigação e pesquisa por alunos e professores permitem a produção de conhecimento (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2013, p. 77).

Neste contexto, a interdisciplinaridade neste trabalho é definida pela integração entre disciplinas a fim de superar a fragmentação do conhecimento no enfrentamento de uma temática complexa como é o estudo da água.

O ensino por investigação segundo Sasseron (2015), possibilita o protagonismo estudantil na busca pela compreensão dos conceitos científicos “podendo ser colocada em prática nas mais distintas aulas, sob as mais diversas formas e para os diferentes conteúdos” (SASSERON, 2015 p. 58). Para a autora, ao promover o engajamento dos estudantes na busca

¹ Metodologias que propiciam a integração de disciplinas no estudo da água é ideal para o ensino e a aprendizagem dos alunos, de forma a contextualizar os dados da realidade com os conteúdos (Bacci e Pataca, 2008 p. 218).

da resolução de um problema o professor oportuniza o contato com fenômenos naturais “exercitam práticas e raciocínios de comparação, análise e avaliação bastante utilizadas na prática científica” (SASSERON, 2015 p.58).

A Robótica Educacional surge como metodologia de ensino capaz de motivar e de aproximar os estudantes dos avanços tecnológicos possibilitando segundo Zilli, 2004 o desenvolvimento de habilidades e competências tais como: “trabalho de pesquisa, a capacidade crítica, o senso de saber contornar as dificuldades na resolução de problemas e o desenvolvimento do raciocínio lógico” (ZILLI, 2004 p. 14).

Este trabalho busca contribuir para o aprimoramento de competências e habilidades dos(as) estudantes em conformidade com a Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio (BRASIL, 2018) quanto à análise de fenômenos naturais e da dinâmica da vida, assim como de processos tecnológicos dentro de uma abordagem investigativa por meio de uma situação problema do cotidiano dos estudantes. A atividade propostas nesta pesquisa, aliando robótica e educação ambiental, possibilita aos estudantes comunicarem suas descobertas e conclusões à comunidade escolar através da participação na Feira de Ciências promovida pela própria escola. Dessa forma, a aproximação das disciplinas é vivenciada com conceitos tais como o estudo do ecossistema aquático e sua biodiversidade, a poluição da água, políticas ambientais e o desenvolvimento sustentável, presentes na BNCC (BRASIL, 2018 p. 554-560) tendo a Educação Ambiental como eixo integrador.

A Educação Ambiental é proposta nesta pesquisa como componente na formação de cidadãos críticos estimulando a formação de uma consciência ambiental dentro de uma perspectiva para o desenvolvimento sustentável.

Desta forma, é papel do professor favorecer esta conexão de conteúdos buscando contribuir para formação completa do cidadão de forma interdisciplinar. Nesta pesquisa a interdisciplinaridade foi promovida quando o eixo comum posto como desafio aos estudantes era investigar a qualidade da água da escola e propor uma solução para analisá-la usando a robótica educacional e, por conseguinte, o pensamento crítico. Baseada nesta intervenção foi elaborado e validado um Roteiro Didático de modo a orientar os professores queiram replicar a experiência.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar e avaliar a aplicabilidade de uma proposta pedagógica utilizando a Robótica Educacional como metodologia de ensino e motivacional no estudo da temática ‘Água’ dentro de uma abordagem investigativa em Educação Ambiental.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Elaborar planos de aula contendo atividades investigativas, adequadas para o Ensino Médio, sobre o tema abordado;
2. Realizar oficinas de robótica como metodologia de ensino contemplando: a) desenvolvimento de um robô, em modo colaborativo com base no ensino investigativo, com supervisão do professor; b) elaboração e aplicação de questionários diagnósticos e avaliativos em diferentes etapas da aplicação das atividades; c) a análise qualitativa dos aspectos favoráveis e desfavoráveis da experiência na aprendizagem significativa dos(as) estudantes do Ensino Médio; d) a análise quantitativa as respostas dos questionários e observar a relevância da inserção da proposta pedagógica no processo de ensino e de aprendizagem;
3. Desenvolver e validar um Roteiro Didático destinado aos(as) professores do Ensino Médio utilizando a robótica e o ensino investigativo que auxilie nas práticas educacionais sobre o uso e conservação da água a partir da experiência com os estudantes na coleta de água do Rio Murucupi.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Ensino de Biologia e o Ensino Médio

É essencial que a responsabilidade com o meio ambiente faça parte da formação dos estudantes para que o mesmo possa exercer seu papel enquanto cidadão. Com base no Capítulo II, Artigo 22 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) n. 9.394/96 (BRASIL, 1996), que descreve como finalidade da Educação Básica, “o desenvolvimento do educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da **cidadania** (...)”, além do Artigo 35 que trata das finalidades do Ensino Médio, “o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia e do pensamento crítico” devem ser prioridade. Portanto, o professor exerce um papel central para o desenvolvimento socioambiental dos educandos e na formação de um cidadão participativo e consciente de seu papel dentro dos núcleos sociais sejam eles urbanos ou rurais. Logo, para estudar a complexidade deste recurso natural não poderemos abordá-lo através de uma única visão.

“A escola de Ensino Médio deve ter na interdisciplinaridade e contextualização do conteúdo, na flexibilidade do currículo e no trabalho em equipe, as estratégias fundamentais de organização e funcionamento” como dito por Carneiro (2011, p. 283) permitindo certa autonomia aos docentes e possibilitando uma educação inovadora como Moran, Masetto e Behrens (2013) descrevem:

Uma educação inovadora se apoia em um conjunto de propostas com alguns eixos que lhes servem de guia e de base: o conhecimento integrador e inovador; o desenvolvimento da autoestima e do autoconhecimento (valorização de todos); a formação de alunos empreendedores (criativos, com iniciativa) e a construção de alunos-cidadãos (com valores individuais e sociais) (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2013, p. 13).

Segundo Perez (2018) não há um consenso sobre o que é interdisciplinaridade, apesar de ser uma tendência entre os teóricos que se contrapõem ao ensino fragmentado. A autora acrescenta que “a definição mais comum acerca da interdisciplinaridade remete à integração entre as disciplinas e à superação da fragmentação do conhecimento” (PEREZ, 2018 p. 470). Para Fazenda (2008), “Na interdisciplinaridade escolar, as noções, finalidades, habilidades e técnicas visam favorecer sobretudo o processo de aprendizagem, respeitando os saberes dos alunos e sua integração” (FAZENDA, 2008 p. 21).

Para Thiense (2008), no processo de construção e organização do conhecimento:

“o enfoque interdisciplinar aproxima o sujeito de sua realidade mais ampla, auxilia os aprendizes na compreensão das complexas redes conceituais, possibilita maior significado e sentido ao conteúdo da aprendizagem, permitindo uma formação mais consistente e responsável” (THIENSE, 2008 p. 551).

O item IV do Artigo 35 da Lei 9.394/96 de Diretrizes e Bases da Educação (BRASIL, 1996) sobre as finalidades do Ensino Médio trata da compreensão dos fundamentos científicos-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. Ela é reforçada pela Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) que descreve como competência específica das Ciências da Natureza e suas tecnologias, a análise de fenômenos naturais e processos tecnológicos baseados na interação e na relação entre a matéria e a energia propondo ações individuais e coletivas que aperfeiçoem os processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

Carneiro (2011) explicita que um dos objetivos do Ensino Médio é dar sentido ao uso da tecnologia promovendo no estudante a capacidade de associar o conteúdo com as aplicações tecnológicas, a partir da contextualização do conhecimento independente da área ou disciplina, exigindo do professor a busca de novos métodos que possibilite o acompanhamento dessa nova geração de alunos tão familiarizados com dispositivos tecnológicos.

No Ensino Médio, segundo a BNCC (BRASIL, 2018), o estudante deve ultrapassar o aprendizado de conceitos da área da Ciências da Natureza e suas Tecnologias reforçando a importância da alfabetização científica na Educação Básica. Para tanto, se faz necessário “discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente” (BRASIL, 2018 p. 549).

Neste contexto, são objetivos do Ensino de Biologia segundo Krasilchik (2008): “aprender conceitos básicos, analisar o processo de investigação científica e analisar as implicações sociais da ciência e da tecnologia” (KRASILCHIK, 2008 p. 20), considerando, as dimensões: ambientais, filosóficas, culturais, históricas, médica e ética.

Porém, a disciplina Biologia, é criticada por valorizar a memorização e a descrição, trazendo pouco significado para o estudante. Para Marandino, Selles e Ferreira (2009) “[...] temos valorizado conteúdos e métodos de ensino que devem ser aprendidos para que os estudantes apenas saibam os próprios conhecimentos biológicos, sem maiores conexões com finalidades de caráter mais pedagógico e/ou utilitário” (MARANDINO; SELLES; FERREIRA,

2009 p. 87). Isto leva a necessidade de reflexão, por parte dos docentes, da prática pedagógica atualmente exercida pelos professores de Biologia.

As principais mudanças na educação nos últimos anos são quanto à concepção do processo de ensino e aprendizagem (SCARPA; CAMPOS, 2018) alterando uma conjuntura instalada há décadas, onde o professor está no centro do processo por ser o “detentor do conhecimento”, capacitado em transmitir este conhecimento de forma “unidirecional” para o aluno. Para as autoras supracitados, atualmente o aluno está no centro deste processo de construção do conhecimento, devendo ser mediado pelo professor.

Moran, Masetto e Behrens (2013) acrescentam que:

A escola pode abrir-se cada vez mais para o mundo, começando pelo seu entorno: abrir-se para o seu bairro, dialogando com as principais pessoas e com as organizações da região[...] ademais, ela pode integrar-se com os espaços interessantes do cotidiano[...]. Se os alunos fizerem pontes entre o que aprendem intelectualmente e as situações reais, experimentais e profissionais ligadas aos seus estudos, a aprendizagem será mais significativa, viva e enriquecedora (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2013 p. 13 e 14).

O processo de investigação na área de Ciências da Natureza é destacado na BNCC. Deste modo, deve-se a aproximar os estudantes das estratégias e ferramentas de investigação, por possibilitar a capacidade de:

“identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área”. (BRASIL, 2018 p. 550)

A abordagem investigativa, favorece o protagonismo estudantil na aprendizagem e nas ferramentas utilizadas na produção científica e tecnológica. Segundo a BNCC:

Nessa etapa da escolarização, ela deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental. Dessa maneira, intensificam-se o diálogo com o mundo real e as possibilidades de análises e de intervenções em contextos mais amplos e complexos [...]. Vale a pena ressaltar que, mais importante do que adquirir as informações em si, é aprender como obtê-las, como produzi-las e como analisá-las criticamente (BRASIL, 2018 p. 551).

O Ensino Médio deve oportunizar o entendimento do “fazer” científico possibilitando a formação de cidadãos críticos capazes de “entender, avaliar, comunicar e divulgar o

conhecimento científico, além de lhes permitir uma maior autonomia em discussões, analisando e argumentando” (BRASIL, 2018 p. 551 e 552) sobre as temáticas que envolvam a Ciência e a Tecnologia.

Um episódio narrado por PAULO FREIRE em seu livro *Pedagogia da Autonomia* nos leva a reflexão:

Certa vez, numa escola da rede municipal de São Paulo[...], visitei uma sala em que se expunham fotografias das redondezas da escola. Fotografias de ruas enlameadas, de ruas bem-postas também. Fotografias de corpos andando com dificuldade, lentamente, alquebrados, de caras desfeitas, de olhar vago. Um pouco atrás de mim dois professores faziam comentários em torno do que lhes tocava mais de perto. De repente, um deles afirmou: ‘Há dez anos ensino nesta escola. Jamais conheci nada de sua redondeza além de suas ruas que lhe dão acesso. Agora, ao ver esta exposição* de fotografias que nos revelam um pouco de seu contexto, me convenço de quão precária deve ter sido a minha tarefa formadora durante todos esses anos’. Como ensinar, como formar sem estar aberto ao contorno geográfico, social, do educando?

*As fotos que compunham a exposição haviam sido feitas por um grupo de professores da área. (FREIRE, 2009 p. 136 e 137)

Demonstra a importância da reflexão sobre a prática docente quanto ao conteúdo trabalhado em sala de aula considerando o contexto em que os estudantes estão inseridos a fim de dar significado ao que é ensinado.

3.2 Educação Ambiental

A Lei nº 9.795/99 instituiu a Educação Ambiental no Brasil estabelecendo através do Decreto nº4.281/2002 a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) regulamentando a sua prática educativa (BRASIL, 1999). O principal objetivo das atividades ambientais nas redes de ensino é o desenvolvimento da consciência ambiental de modo a provocar mudança de atitudes relacionadas ao meio ambiente. Como destaca Barcelos (2012):

A educação ambiental, como uma exigência da pós modernidade, está baseada na busca de metodologias de trabalho que privilegiam a construção de conhecimento com base na solidariedade, na tolerância, na paz, e em um conhecimento prudente de si, para si, e que tenha como horizonte a construção de um mundo social e ecologicamente, mais justo (BARCELOS, 2012 p. 68).

A importância do espaço escolar na conscientização ambiental da sociedade foi ressaltada por Silveira (2002) quando afirma que “[...]a educação ambiental no ensino formal, tem um papel destacado, por ser um processo permanente e participativo [...]” (SILVEIRA,

2002 p.03), enfatizando a necessidade de atenção as práticas educativas desenvolvida nas escolas.

A extensão pedagógica da Educação Ambiental é reforçada pela Lei nº6.938/81 que institui a Política Nacional de Meio Ambiente onde intensifica a necessidade de promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino, incluindo a educação da comunidade, objetivando prepará-la para ativamente participar da defesa do meio ambiente (Art. 2º, inciso X) (BRASIL, 2008), ressaltando a importância da participação da comunidade nas práticas educativas.

Professores de Biologia, geralmente, são sensíveis às questões ambientais apresentando pouca dificuldade em desenvolver práticas educativas dentro desta temática. Provavelmente pelo conhecimento em Ecologia onde são estudadas as interações entre os seres vivos e o meio ambiente. Usando como base sua pesquisa com professores Silveira (2002) destaca que apesar dos professores de Biologia não apresentarem dificuldades com o conteúdo, os assuntos abordados nas práticas educativas de Educação Ambiental estão desconectados dos grandes temas da sociedade apresentando ideias tradicionais que culminam no desenvolvimento de uma consciência conservacionista do meio ambiente. O que demonstra, segundo a mesma autora, há necessidade da implementação de práticas pedagógicas inovadoras em educação ambiental (SILVEIRA, 2002). As práticas pedagógicas em Educação Ambiental são abrangentes e multidisciplinares podendo ser abordadas por todas as disciplinas.

A Educação Ambiental nesta pesquisa é adotada de forma crítica, focada na forma com que nos relacionamos com a natureza. Buscando no trabalho pedagógico, a *práxis*, nos problemas sociais e ambientais. Propiciando o desenvolvimento de cidadãos críticos, conscientes do seu papel no processo de transformação social. (GUIMARÃES, 2000 p. 17)

Fracalanza (2004) reforça a necessidade do desenvolvimento de práticas pedagógicas em Educação Ambiental no ensino formal, porém alerta, que a prática educativa das escolas deve se aproximar da realidade dos estudantes para que tenha significado. O distanciamento entre estes três eixos: sociedade, escola e aluno é apontado pelo autor como o maior problema escolar no Brasil. Além da realidade, segundo Silveira (2002), o professor deve utilizar os conhecimentos prévios dos estudantes de forma global e integrada na elaboração da atividade, considerando os componentes políticos, econômicos, sociais e culturais.

Diante do exposto, ressalta-se a importância da abordagem da temática 'Água' mediada pela Robótica Educacional, utilizados neste trabalho com o intuito de contribuir com o processo

de ensino e de aprendizagem na busca de uma formação crítica, já que a escola do público-alvo e sua comunidade estão inseridas em um pólo industrial, como aponta Silva (2012):

O município de Barcarena, por se tratar de um polo industrial, decorrente de sua atividade de transformação mineral das empresas Alumínio Brasileiro S.A (Albrás), Alumina do Norte do Brasil S.A. (Alunorte) e Imerys, vem sendo palco de diversos acidentes ambientais. Dessa forma, expõe a fragilidade da gestão ambiental, particularmente a hídrica, tanto por parte das empresas, como dos órgãos ambientais fiscalizadores, de âmbito estadual e municipal. Situação esta, que contribuiu, para a degradação dos recursos naturais e do modo de vida da população que mora na área da bacia hidrográfica do Rio Murucupi, que em meio a essa realidade, também se utiliza dos recursos naturais da área desta bacia hidrográfica (SILVA, 2012 p. 17-18).

Espaços não formais de aprendizagem aliados à Educação Ambiental, tais como: aulas de campo, experimentações, visitas orientadas, etc., têm demonstrado segundo Araújo et al. (2019) que podem promover a formação do cidadão crítico e alfabetizado cientificamente. Silveira (2002) em pesquisa realizada junto a professores de Biologia verificou a necessidade de “dinamizar as propostas educacionais relativas ao meio ambiente”. Para a autora, as novas propostas devem permitir a construção do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades que gerem “atitudes efetivas” dos estudantes no processo de manutenção do equilíbrio do meio ambiente.

Portanto, concordamos com Travassos (2001) ao julgar importante a produção de conteúdo e atividades de Educação Ambiental que orientem práticas pedagógicas reflexivas sobre às questões ambientais possibilitando o desenvolvimento de cidadãos conscientes.

3.3 Concepções Construtivistas e Metodologias Ativas

O construtivismo é uma teoria que para Becker (2009), significa que “nada, a rigor, está pronto, acabado, e de que, especificamente, o conhecimento não é dado, em nenhuma instância, como algo terminado” (BECKER, 2009 p. 02). Para o autor, algumas práticas pedagógicas reforçam “fazer repetir, recitar, aprender, ensinar o que já está pronto, em vez de fazer agir, operar, criar, construir a partir da realidade vivida por alunos e professores, isto é, pela sociedade” (BECKER, 2009 p. 03).

A essência do construtivismo é a interação nos dois sentidos (ida e volta), professor e estudante (BORGES, 2008). Logo, o conhecimento é compreendido, segundo Rosito (2008) como produto da interação do sujeito com a realidade e vice-versa. Por isto, este processo

necessita ser concebido além do nível individual, demonstrando a importância da interação na construção do conhecimento (BECKER, 2009).

Baseado no construtivismo, Seymour Papert fundou o construcionismo, que segundo Arendt (2003) é originada na Psicologia do desenvolvimento e busca “dar conta das construções que os indivíduos elaboram coletivamente” focando na maneira de aprender e diferenciando-se do construtivismo que “busca dar conta da construção das estruturas cognitivas que o indivíduo elabora no decorrer do seu desenvolvimento” (ARENDRT, 2003 p. 05).

A interação entre os indivíduos em um contexto sócio-histórico cultural é proposto por Vygotsky a teoria sócio- interacionista, segundo Silva (2000), “propõe que a unidade do conhecimento se encontra na relação entre o homem e meio, sujeito e objeto, num movimento dialético” (SILVA, 2000 p. 141). Para a autora, ao apropriar-se destas teorias o professor ao trabalhar em conjunto o social e o individual beneficia o ensino e a aprendizagem.

Na perspectiva de renovação das práticas educativas as metodologias ativas de aprendizagem surgem como propostas pedagógicas centrada nos estudantes, favorecendo o aprendizado e a apropriação de conceitos e teorias das Ciências da Natureza através de vivências proporcionadas pelos professores (SCARPA; CAMPOS, 2018). Esta metodologia valoriza a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem, desenvolvendo autonomia e capacidade de avaliar e resolver problemas (TRIVELLATO; TONIDANDEL, 2015).

Nicola e Paniz (2016), pesquisando a importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de Ciências e Biologia, demonstraram que os estudantes tem ganhos significativos no processo de ensino e aprendizagem, apresentando motivação e interesse quando lhes é despertado a vontade de construir o conhecimento. Sabe-se que aprendemos quando o conteúdo tem significado e nos sentimos motivados. O Ensino de Ciências por Investigação pode contribuir para além da aprendizagem de conceitos por envolver uma abordagem que contemple os eixos estruturantes da Alfabetização Científica (SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017). De modo que o aluno é conduzido a “[...] investigar para aprender o que não sabe.” (AZEVEDO, 2013 p. 49).

O Ensino por Investigação nas aulas de ciências segundo Solino, Ferraz e Sasseron (2015) é uma abordagem didática capaz de formar sua identidade cultural ao promover a aproximação entre as culturas escolar e científica. Essa aproximação permite a conscientização de que a ciência é um processo em construção. Para Trivelato e Tonidandel (2015), “a educação científica deve permitir que o cidadão analise situações cotidianas, compreenda problemas e

desafios socioeconômicos e ambientais e tome decisões considerando conhecimentos técnico-científicos” (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015 p. 99), que muito tem a contribuir para a mudança do pensamento negacionista científico crescente.

Na abordagem investigativa os estudantes são desafiados com situações problemas de modo a engajá-los na Alfabetização Científica. Para tanto, é imprescindível que “sejam apresentados a problemas cujas soluções, ainda que não evidentes, são possíveis de serem alcançadas, considerando os conhecimentos que já possuem” (SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017 p. 15). Essas questões quando fazem parte do cotidiano segundo Scarpa e Campos (2018) propiciam o desenvolvimento da capacidade de relacionar conceitos, modelos e ideias científicas relevantes no exercício da cidadania.

Na concepção de Sasseron e Carvalho (2011), o ensino de Ciências pode propiciar a alfabetização científica quando o professor planeja e desenvolve práticas que:

“[...] permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modifica-los e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico” (SASSERON; CARVALHO, 2011 p. 61).

Para as autoras ao buscar iniciar a alfabetização científica dos estudantes, é importante que o professor modifique sua prática na resolução de problemas relacionados aos fenômenos naturais. Conforme afirmação das autoras, é preciso que o manuseio de instrumentos não seja o principal foco do ensino e que busque favorecer “questionamentos e discussões que tragam à pauta as múltiplas e mútuas influências entre o fenômeno em si, seu conhecimento pela comunidade científica, o uso que esta comunidade e a sociedade como um todo fazem do conhecimento” (SASSERON; CARVALHO, 2011 p. 73 e 74), exercitando a reflexão sobre as consequências para a sociedade e o meio ambiente.

Ao elaborar propostas didáticas que almejam promover a Alfabetização Científica no Ensino Básico, segundo Sasseron e Carvalho (2011), o professor deve contemplar os três eixos estruturantes, quais sejam: (1) **Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos**, possibilitando aos estudantes aplicar e compreender situações do cotidiano; (2) **Compreensão da natureza das Ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática**, levando para a sala de aula o caráter humano e social das investigações científicas assim como, propiciar a reflexão e análise antes da tomada de decisão; e (3) **Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente**, de modo a compreender a íntima relação entre estes, suas contribuições e consequências na busca de um

futuro sustentável (SASSERON; CARVALHO, 2011 p. 75-76). Estes eixos são defendidos pelas autoras por fornecerem a base para a elaboração e planejamento de aulas que visam a iniciação da Alfabetização Científica.

Segundo Scarpa e Silva (2017), “desenvolver as habilidades que permitam ao indivíduo maior familiaridade com as inovações científicas e tecnológicas presente em seu cotidiano é uma das preocupações do ensino de Ciências no enfoque da alfabetização científica” (SCARPA; SILVA, 2017 p. 131). Logo, os objetivos do ensino de Ciências por Investigação estão em consonância com a Alfabetização Científica sintetizada na afirmação: “ensinar conceitos e a natureza do conhecimento científico e promover a argumentação” (SCARPA; SILVA, 2017 p. 133).

A fim de alcançar o objetivo de ensino investigativo e a iniciação científica neste trabalho, optou-se pelo uso do roteiro didático que entre as muitas definições é um recurso pedagógico que visa orientar, trazer um modo de fazer uma atividade didática. O roteiro proposto nesta pesquisa contempla atividades com uma abordagem investigativa onde os estudantes protagonizam a investigação de situações-problemas dentro da temática água. Este material contempla orientações para a prática docente visando dar condições básicas para o desenvolvimento de práticas pedagógicas distintas do senso comum.

3.4 Robótica Educacional

A robótica pedagógica ou educacional, surge como uma alternativa viável e capaz de proporcionar o desenvolvimento de competências e habilidades, como já demonstrado em diferentes trabalhos em diversas áreas da ciência, como por exemplo na Educação Básica (RUSK et al., 2008) no ensino de Biologia (GARCIA, 2015; SOARES; VASCONCELOS, 2018), Química (PEREIRA-JUNIOR, 2014), Matemática (MAFRA et al., 2017, SILVEIRA-JÚNIOR; COELHO; SANTOS, 2017), Física (ABREU; PINTO, 2015; MORALES; GIACOMELLI; COSTA, 2017), Programação (FERNANDES et al., 2018), entre outras. Neste contexto, a Robótica Educacional se mostra como uma alternativa para se buscar a conexão entre temas ambientais e a inserção da tecnologia como ferramenta educacional auxiliar que ultrapasse o ambiente competitivo, porém investigativo com foco em um tema, como propõe RUSK et al. (2008).

De acordo com o trabalho de Baldow, Silva-Júnior e Leão (2017), sobre as tendências de pesquisas em robótica no Ensino de Ciências de 2006 a 2015, avaliando congressos da área de Ensino de Ciências no Brasil, os autores descrevem que os materiais mais utilizados nesses estudos foram os Recursos Tecnológicos Didáticos, categorizados como fundamentação teórico/metodológica. A análise demonstrou também que houve benefícios descritos sobre o uso de protótipos de Robótica no Ensino de Ciências. Entretanto, poucos foram os trabalhos encontrados neste período, o que segundo os autores reforça a necessidade de mais pesquisas sobre Robótica na área de Ensino de Ciências no Brasil.

Pereira e colaboradores (2016) avaliando a utilização da robótica no ensino de ciências para alunos do Ensino Fundamental obtiveram resultados positivos e relatam que o uso de tecnologia da informação e da robótica potencializaram a aprendizagem e valorizaram raciocínio lógico. Portanto, de acordo com os autores, a robótica educacional se mostra como uma ferramenta capaz de promover a aprendizagem de forma motivadora e desafiadora.

Para Fernandes et al. (2018), a robótica educacional oferece um ambiente onde o aluno pode manusear, criar, programar por si mesmo e, com esta prática lúdica, desenvolve o raciocínio lógico, o qual é importante para diversas áreas de conhecimento da ciência. Zilli (2004) descreve que o raciocínio lógico, a formulação e o teste de hipóteses, relações interpessoais, a investigação e compreensão; a busca por resolução de problemas por meio de erros e acertos; criatividade e a capacidade crítica do processo são competências que podem ser desenvolvidas com a robótica educacional.

O desenvolvimento destas competências converge com o protagonismo proposto no Ensino por investigação onde os(as) estudantes participam do processo de construção e apropriação dos conceitos científicos possibilitando o desenvolvimento de habilidades relacionadas a investigação científica como a elaboração de hipóteses, a argumentação e a experimentação.

Ainda sobre a Robótica Educacional, Miranda, Sampaio e Borges (2010) descrevem que:

A robótica educacional é uma atividade desafiadora e lúdica, que utiliza o esforço do educando na criação de soluções de hardware e software visando a resolução de uma situação-problema proposto. Alguns projetos pedagógicos de robótica em sala de aula fazem uso, por exemplo, da teoria construtivista de Jean Piaget para auxiliar o processo de ensino permitindo ao aluno, no processo de construção do conhecimento, a oportunidade de participar de uma aprendizagem mais efetiva e desenvolver uma percepção mais acurada dos fenômenos científicos (MIRANDA; SAMPAIO; BORGES, 2010 p.47).

O construtivismo é defendido por Moraes (2000) como uma postura epistemológica que compreende “[...] que o conhecimento se origina na interação do sujeito com a realidade ou

desta com o sujeito, seja ela a realidade física, social ou cultural” (MORAES, 2000 p. 116). O processo de construção do conhecimento para o autor, ocorre em conjunto pela interação entre os indivíduos.

A Robótica Educacional como se refere Maisonnette (2002), propicia o questionamento e o raciocínio, desafiando o estudante a encontrar soluções dentro da realidade que o cerca, expandindo o ambiente de aprendizagem ao promover a interação entre disciplinas, o contato com a tecnologia e com o método científico. Como demonstram esses pesquisadores a Robótica Educacional surge como uma ferramenta estimulante, envolvendo uma experiência integradora do currículo e da tecnologia.

A Robótica Educacional baseia-se na teoria Construtivista, com ativa participação dos(as) estudantes no processo de construção do conhecimento (LOPES; FAGUNDES, 2006). Para que a aprendizagem realmente tenha significado é importante levar em consideração conhecimentos prévios que servirão de âncora para a nova aprendizagem dando significado ao novo conceito (ZILLI, 2004 p. 77 e 78; SILVEIRA JÚNIOR et al., 2017).

Bacci e Pataca (2008) discutem que para uma educação efetiva, é necessário desenvolver uma visão integrada do mundo que nos cerca, uma visão que nos leve a compreender as diversas esferas (hidrosfera, biosfera, litosfera e atmosfera) e suas inter-relações, bem como as interferências geradas pelo homem no meio em que vive.

Assim, as aulas de campo surgem como auxiliares para uma educação efetiva, Bacci e Pataca (2008) descrevem que estas atividades, proporcionam o conflito entre o conteúdo e a realidade promovendo a compreensão de fenômenos e conceitos através da observação da natureza.

Desse modo, apresenta-se como estratégia inovadora aliar a Robótica Educacional, que reconhecidamente traz benefícios à aprendizagem dos alunos, com a expansão do ambiente de aprendizagem, e principalmente com a inclusão da realidade geográfica e social dos educandos.

METODOLOGIA

Este trabalho se propôs a desenvolver a temática de “educação ambiental” com foco na utilização e conservação da água da escola e do seu entorno utilizando a robótica educacional, a fim de promover o conhecimento mais amplo e dinâmico dentro de uma realidade dos estudantes da Escola Estadual Eduardo Angelim, no interior da Amazônia brasileira. Propôs-se um estudo investigativo por parte dos estudantes, sobre as condições da água em um afluente do Rio Murucupi que corre a poucos metros da instituição. Para tal, os estudantes foram desafiados a proporem soluções para construção de um robô com eletrodos que aferem a temperatura, a turbidez e o pH da água do rio e também deveriam monitorar a água servida na escola quanto à turbidez e pH.

A pesquisa, portanto, abordou o ensino investigativo dentro da realidade do estudante, com uso da robótica educacional. Ao final, o(a) estudante realizou a integração dos conhecimentos de química (pH e turbidez), física (temperatura), biologia (turbidez e paisagem/ecossistema), matemática (elaboração de gráficos e tabelas com os resultados obtidos na coleta de campo), geografia (localização da escola e do rio no mapa) e divulgação (exposição dos trabalhos na Feira de Ciências da Escola), bem como o levantamento de dados históricos sobre a região. Todas essas etapas serviram para se concretizar a prática e, a vivência de uma investigação científica ainda no Ensino Médio. Ao longo do processo buscou-se analisar a aplicação e a eficácia das atividades propostas baseadas na percepção: dos(as) estudantes e da professora (aplicadora e mediadora) quanto ao processo de ensino e aprendizagem, seus desafios e potencialidades.

Como produto, desenvolvido com base na avaliação crítica dos resultados, foi produzido e validado um Roteiro Didático, o qual se destina à professores de Biologia do Ensino Médio que queiram instrumentar o ensino e a aprendizagem com auxílio da robótica educacional.

4.1 Desenvolvimento da Pesquisa

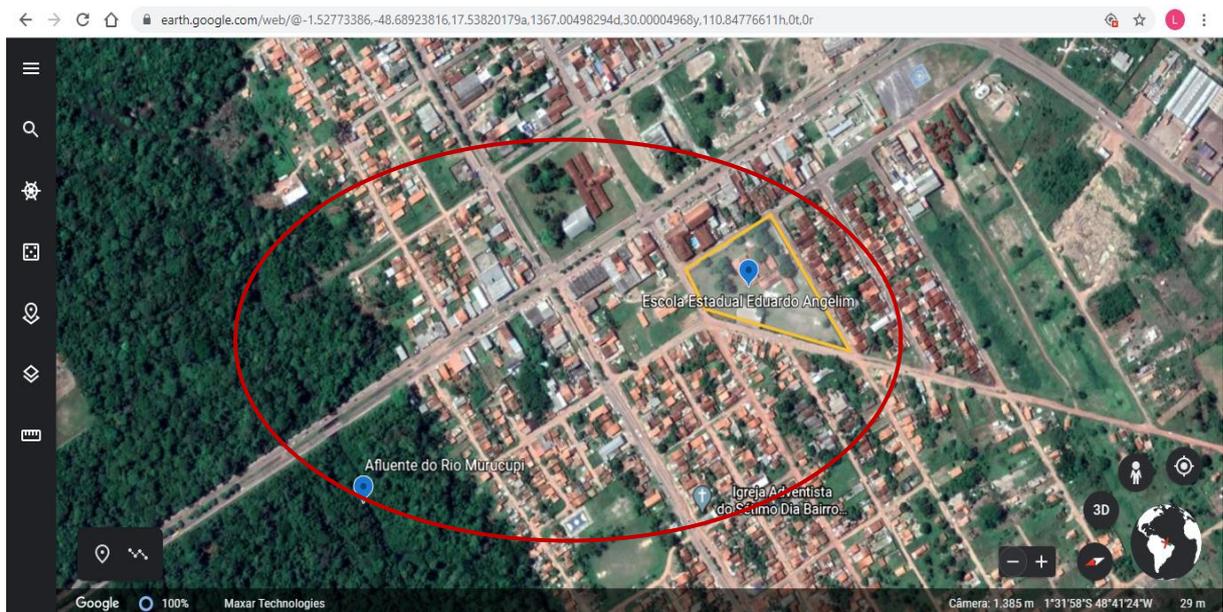
A fim de analisar aspectos objetivos e subjetivos no transcorrer das atividades, a abordagem metodológica utilizada para o desenvolvimento deste trabalho foi a pesquisa quantitativa complementada por dados qualitativos, que de acordo com Minayo e Sanches (1993), ambas podem ser utilizadas em conjunto como complementares dentro do processo de investigação.

A aplicação em conjunto da abordagem metodológica qualitativa e quantitativa é defendida por Souza e Kerbauy (2017), pois acreditam que estes dois modelos utilizados de forma segmentada “podem ser insuficientes para compreender toda a realidade investigada”. Estas metodologias, se inter-relacionam possibilitando “mais elementos para descortinar as múltiplas facetas do fenômeno investigado, atendendo os anseios da pesquisa” (SOUZA; KERBAUY, 2017 p. 40).

4.1.1 *Locus* da Pesquisa

A escola escolhida para o desenvolvimento desta pesquisa foi a Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Eduardo Angelim, localizada no Município de Barcarena, Estado do Pará, distante aproximadamente à 112 Km da capital, Belém, na Amazônia brasileira. A escolha se deu por ser o campo de trabalho da pesquisadora como professora de Biologia. A paisagem no entorno da Escola é bem diversificada, com áreas de floresta amazônica preservada, área urbana, praias de água-doce e empreendimentos industriais de grande porte de transformação e refinaria de minério e um porto de abastecimento internacional.

Figura 01 - Localização da Escola Estadual Eduardo Angelim e seu entorno no Município de Barcarena – Pará. O círculo vermelho ressalta o entorno.



Fonte: Google Earth, 2019.

A escola apresentava no ano letivo de 2019, quando a pesquisa foi desenvolvida, 36 turmas distribuídas em três turnos com 12 turmas por turno, atendendo uma média de 1.448 alunos das diversas comunidades do entorno do município nas séries finais do Ensino

Fundamental 2º Ciclo e Ensino Médio (Fonte: Secretaria da Escola). A escola apresenta um IDEB² baixo (3,2 em 2017 para o Ensino Médio) (<https://www.qedu.org.br/escola/25432-eeefm-eduardo-angelim/ideb>) com alto índice de abandono escolar e índices crescente de violência. A estrutura física da escola é composta por 12 salas de aula, sala de vídeo, sala de Atendimento Educacional Especializado (AEE), laboratório multidisciplinar (subutilizados), laboratório de informática (desativado), biblioteca e bloco administrativo com salas destinadas à gestão, coordenação e secretaria. A estrutura física encontra-se deteriorada por falta de reformas dos ambientes escolares e manutenção de equipamentos. Quanto ao corpo técnico a escola conta com apenas um coordenador pedagógico que atende toda demanda de pais, professores e estudantes nos três turnos escolares.

A pesquisa foi realizada durante as aulas de Biologia da professora-pesquisadora em sala de aula com carga horária de três (3) horas/aula com tempo de 45 minutos/aula no mesmo dia da semana no turno da manhã e no contraturno. As aulas no turno da tarde ocorreram no laboratório da escola reativado para as oficinas de robótica com a mesma carga horária de três (3) horas/aula/oficina. Também foram utilizados espaços de convívio comum, como o pátio, para exposição do projeto à comunidade.

4.1.2 Participantes da Pesquisa

Os participantes desta pesquisa foram os alunos de uma turma de 3º ano do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Eduardo Angelim, escolhidos intencionalmente.

Os critérios de seleção para escolha da turma foram: o fato de estarem em fase de conclusão do Ensino Médio, a faixa etária estar, entre 16 e 20 anos, visto que os mesmos participariam das oficinas de robótica no contraturno, e esperava-se possivelmente um grau maior de maturidade e compromisso. Os(as) estudantes são moradores dos bairros periféricos do entorno da escola e da área rural devidamente matriculados(as) no turno da manhã. Os(as) estudantes desta turma apresentavam baixo índice de aprendizagem e concentração.

Professores da turma e a técnica pedagógica da escola, também participaram da pesquisa avaliando o projeto. Os critérios de seleção foram a anuência à pesquisa e o acompanhamento do projeto.

² Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB): <http://ideb.inep.gov.br>

A professora, pesquisadora e elaboradora do roteiro de atividades também é membro participante da pesquisa atuando na aplicação, condução e avaliação do roteiro didático assim como da coleta e registro dos dados que ocorreram de forma simultânea.

4.1.3 Coleta de Dados

A coleta dos dados ocorreu durante os meses de maio à dezembro de 2019, simultaneamente ao processo de aplicação das atividades didático-pedagógicas que compõe o roteiro (APÊNDICE A).

Baseada no referencial apresentado, organizou-se uma reunião com os(as) estudantes e seus responsáveis para esclarecimentos sobre o projeto e a entrega do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (APÊNDICE B) e do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE (APÊNDICE C) conforme previsto junto ao Comitê de Ética em Pesquisa (parecer substanciado nº 4.085.802) (ANEXO A).

A coleta de dados sobre a percepção dos estudantes, foi realizada com a aplicação de questionários e depoimentos espontâneos dos estudantes que concordaram em participar da pesquisa. Os depoimentos foram gravados, transcritos e analisados qualitativamente quanto aos aspectos destacados pelos(as) estudantes. Também foram utilizados os dados dos registros efetuados pela professora no diário de campo, imagens, vídeos e áudios produzidos durante as diversas atividades e autorizado pelos estudantes. Os registros salvos em aparelho telefônico móvel da professora-pesquisadora foram utilizados para análise crítica reflexiva quanto ao empenho, compromisso, interação e interesse dos(as) estudantes na metodologia aplicada a fim de validar as atividades que compõe o Roteiro Didático.

Os(as) estudantes responderam ao primeiro questionário (APÊNDICE D), antes das atividades propostas no roteiro, com o objetivo de obter informações quanto ao interesse pela disciplina Biologia, os conhecimentos prévios sobre a temática e às condições socioambientais dos(as) estudantes.

Após a conclusão das oficinas de robótica, onde foi trabalhado o conhecimento básico de eletrônica, circuitos e programação, coletou-se o áudio de quatro estudantes sobre as oficinas e suas expectativas quanto á produção do robô e a ligação dos sensores para monitoramento das características físico químicas do afluente do Rio Murucupi. Os depoimentos foram selecionados levando em conta a participação nas oficinas e a disposição para expressar livremente sua opinião. Realizou-se a transcrição dos áudios do depoimento e a organização

dos dados para análise quanto ao conteúdo onde objetivou-se buscar o sentido expressado pelos(as) estudantes sobre as oficinas de robótica e às expectativas para a produção do robô.

O segundo questionário (APÊNDICE E) foi aplicado após a conclusão de todas as atividades, com perguntas que versaram sobre a motivação, o interesse e também sobre questões na temática ambiental. Os questionários foram elaborados com escala Likert adaptada (cinco itens por questão), objetivando facilitar o processo de coleta e análise de dados. O resultado da análise dos dados obtidos foi utilizado para a validação das atividades que compõe o produto educacional desenvolvido neste trabalho, que é um roteiro destinado a professores de Biologia do Ensino Médio (APÊNDICE A).

Os dados coletados foram analisados, obtendo-se média e desvio padrão, utilizando o *software* Excel versão 2019, objetivando facilitar o processo de coleta e análise de dados.

Além dos questionários todo o processo foi acompanhado pela professora-pesquisadora por meio de observações crítica-reflexiva sobre o desenvolvimento das aulas e o interesse demonstrado pelos(as) estudantes, sobre as dificuldades e facilidades, sobre as reações positivas e negativas, sobre as interações, quanto ao trabalho em grupo, dados estes que foram registrados no diário de campo (BORTONI-RICARDO, 2013). Toda a prática realizada com os(as) estudantes foi registrada em imagens e gravação de áudios, tomados com a devida permissão (APÊNDICES B e C).

Para compor a análise qualitativa do projeto desenvolvido foi solicitado os(as) estudantes como atividade avaliativa uma narrativa individual última questão do questionário 2 (APÊNDICE E) em que o(a) mesmo(a) deveria discorrer sobre a prática executada com a robótica e com as saídas em campo sobre Educação Ambiental. Eles foram orientados(as) a relatar, quais aprendizados foram mais marcantes, o que poderia ser melhorado e como avaliavam todas as etapas desenvolvidas. Essa atividade foi proposta à todos os(as) estudantes que participaram do processo e que tinham manifestado anuência no TCLE e TALE. Os textos produzidos foram analisados com o Programa Iramuteq (IRaMuTeQ © 2008-2019 Pierre Ratinaud, [http://www. Iramuteq.org](http://www.Iramuteq.org)), sendo apresentado os resultados na forma de análise de similitude e nuvem de palavras permitindo uma visão dimensional dos resultados obtidos.

A fim de obter informações quanto a percepção da equipe de professores e técnicos a respeito da atividade desenvolvida, foi aplicado um questionário (APÊNDICE F) após a exposição à Feira de Ciências onde os critérios de escolha foram ter acompanhado o desenvolvimento do projeto e a aceitação em participar da pesquisa com anuência ao TCLE (APÊNDICE G). Os dados coletados foram analisados quanto ao conteúdo buscando o sentido

das expressões e agrupando por similaridade a fim de propiciar uma melhor visualização destas informações.

4.1.4 Aspectos Éticos e/ou Ambientais

O projeto desta pesquisa foi devidamente registrado na Plataforma Brasil (CAAE: 30999619.8.0000.0018) e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da UFPA (parecer substanciado nº 4.085.802) (ANEXO A).

A pesquisa com participação dos alunos, foi feita após a entrega do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE, assinado pelos(as) estudantes maiores de 18 anos, ou Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE, assinado pelos responsáveis legais, para os alunos menores de 18 anos, permitindo de livre e espontânea vontade a participação destes estudantes na pesquisa. A execução do projeto na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Eduardo Angelim foi iniciada após a autorização por escrito do representante legal da escola. Todas as atividades executadas foram elaboradas de acordo com as normas vigentes no país (RESOLUÇÃO Nº 466, de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde- CNS).

4.2 Desenvolvimento do Produto Educacional

O produto desenvolvido com base nesta pesquisa é um Roteiro Didático definido por Leffa (2008) como um conjunto de atividades que se destina a instrumentar o ensino e a aprendizagem. Este material é destinado aos(às) professores(as) de Biologia do Ensino Médio objetivando contribuir para mudança do paradigma educacional de educação bancária para uma forma inovadora unindo tecnologia, meio ambiente e metodologias ativas de ensino e de aprendizagem em um conjunto de atividades didático-pedagógicas fundamentadas no Construtivismo (Piaget), no Construcionismo (Piaget e Papert), e no Interacionismo (Vygotsky), com uma abordagem investigativa. Em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável³ estabelecidos pelas Nações Unidas (ODS: 4, 6 e 14) e com a Agenda 2030, estimulamos os estudantes a investigarem às condições da água da comunidade em que estão

³ ODS e Agenda 2030: <http://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>

inseridos e à produção de um robô para aferir parâmetros físico-químicos da água que lhes auxiliassem no processo investigativo.

4.2.1 Elaboração do Produto

Na seleção e elaboração das atividades que compõe o Roteiro Didático foram consideradas o referencial teórico apresentado, sendo estruturado nas etapas básicas do Ensino Investigativo propostos por Scarpa e Campos (2018, p. 30), quais sejam: problematização, sistematização, contextualização do conhecimento e o fechamento didático (avaliação). Foi utilizada uma problemática do cotidiano dos estudantes para a significação da aprendizagem com base nas estratégias bem sucedidas propostas por Rusk et al. (2008): 1. Utilizar de uma temática ao invés de apenas o desafio de construção de um dispositivo tecnológico; 2. Unir arte e engenharia no processo; 3. Propiciar o desenvolvimento da construção de histórias; 4. Priorizar a organização de exposições, em vez de competições nestas práticas pedagógicas possibilitando um maior engajamento e aprendizagem dos(as) estudantes.

O roteiro elaborado está ancorado numa concepção: construtivista de Piaget, em que a aprendizagem não acontece de forma passiva pelo(a) aluno(a), sendo mediado pelo(a) professor(a) na criação de atividades que promovam situações problemas que permitam o conflito cognitivo. No Construcionismo, proposto por Seymour Papert (1994) baseado nos princípios de Jean Piaget e que constitui uma estratégia de trabalho protagonizado pelos educandos na aprendizagem à medida que constrói algo permitindo a interação entre indivíduos. E na interação pela troca de informações (interacionismo) segundo Vygotsky (2000), é a base para que ocorra o aprendizado, pois como propôs, a aprendizagem é essencialmente uma experiência social.

O processo de concepção e elaboração deste roteiro baseou-se no referencial teórico apresentado considerando as etapas julgadas como indispensáveis na produção de material didático-pedagógico descritas por Leffa (2008), quais sejam: a análise, o desenvolvimento, a implementação e a avaliação do produto. Para este autor, o ideal é que as etapas formem um “ciclo recursivo”, onde a avaliação “leve a uma nova análise, reiniciando um ciclo” (LEFFA, 2008, p. 16). Logo, após a aplicação e validação com os(as) estudantes o roteiro foi reestruturado e submetido à avaliação por uma banca composta por 5 pesquisadores na área de Ensino de Biologia e 10 professores da rede de Educação Básica com o objetivo de verificar aspectos quanto ao conteúdo, o projeto gráfico do material, a linguagem, o alcance motivacional

e a metodologia de ensino proposta a fim de avaliar o produto e fazer os ajustes necessários ao produto na sua versão final.

O roteiro é composto de cinco (5) atividades dentro da temática ‘Água’ com abordagem investigativa. Na elaboração das atividades utilizou-se como referência o proposto por Sasseron e Carvalho (2011), em que os(as) professores(as) devem estimular, os(as) estudantes, a pensar, questionar e discutir os assuntos em sala de aula através da manipulação de materiais e ferramentas, visando a observação de dados e estimulando-os a responder situações problemas com certo grau de autonomia e como autores dentro do processo de aprendizagem.

Quadro 1 – Resumo das atividades desenvolvidas junto aos estudantes do 3º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Eduardo Angelim

ATIVIDADE	TEMA	OBJETIVOS	TEMPO
1	Aula dialogada no contexto da Educação Ambiental: uso da água e problemas relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • Resgatar conhecimentos prévios acerca dos problemas ambientais; • (Re) conhecer as condições da água no local em que se vive; • Identificar situações-problema em relação ao abastecimento na comunidade e na escola. • Sensibilizar os estudantes para a problemática em torno da água no mundo. 	6 horas/aula
2	Desvendando as características físico-químicas da água representando suas conclusões pelos olhos da HQ ⁴	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer que as substâncias apresentam pH distintos; • Identificar e comparar as variações de pH da água no ambiente escolar. 	3 horas/aula
3	Introdução à robótica para o estudo da Educação Ambiental no Ensino	<ul style="list-style-type: none"> • Aproximar o estudo da Educação Ambiental ao cotidiano do(a) estudante; 	21 horas/aula

⁴ HQ= Histórias em Quadrinhos

	Médio: ATHOM OsH e os desafios do Ensino Investigativo	<ul style="list-style-type: none"> • Re(conhecer) conteúdos básicos de elétrica; • Produzir um robô capaz de captar dados para monitoramento da água de um rio. 	
4	Informar para transformar... Síntese sobre uma prática de Educação Ambiental no Ensino Médio – (Produção do <i>folder</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Exercitar a capacidade de síntese; • Buscar por informações científicas para embasamento da produção do <i>folder</i>; • Ler, interpretar e selecionar informações relevantes a temática estudada. 	9 horas/ aula
5	Compartilhando o aprendizado (Exposição na Feira de Ciências)	<ul style="list-style-type: none"> • Socializar o conhecimento adquirido com o estudo da água; • Apresentar o robô construído coletivamente; • Compartilhar os dados coletados da água do rio com o auxílio do robô; • Promover a cooperação entre estudantes, professores e comunidade; • Desenvolver a criticidade sobre o desenvolvimento do projeto e as condições ambientais em questão. 	12 horas/ aula

Fonte: Dados elaborados pela autora.

A elaboração do Roteiro Didático-Pedagógico iniciou-se com a pesquisa bibliográfica em livros, legislação educacional e ambiental, teses e dissertações, periódicos e artigos científicos que demonstraram a escassez de material que subsidie o trabalho do(a) professor(a) dentro da temática escolhida. A pesquisa permitiu a delimitação do problema, a metodologia a ser desenvolvida e o planejamento das atividades que compõe o Roteiro Didático. Para as

atividades que envolvem o uso da robótica, além do referencial teórico buscou-se a parceria com os técnicos do Núcleo de Tecnologias Educacionais (NTE) da Secretaria de Educação do Estado do Pará (SEDUC/PA) a fim de planejar e elaborar a sequência de oficinas assim como o material necessário para a construção do robô que auxiliou a coleta de dados físico-químicos da água.

A plataforma escolhida para o desenvolvimento das atividades que envolvem a robótica foi o ARDUINO (<https://www.arduino.cc>) por sua facilidade de utilização, e sua imensa comunidade de usuários que compartilham seus códigos e diagramas de circuito permitindo que pessoas que não sejam técnicas possam aprender o uso básico, criar e executar projetos próprios em um curto espaço de tempo (McROBERTS, 2015).

Partindo do princípio de um pensamento construtivista, onde admite-se que o educando já possui uma bagagem de conhecimento e utiliza diferentes formas para identificar e interpretar o acervo de conhecimento como proposto por Krasilchik (2008), foi aplicado o primeiro questionário (APÊNDICE D) que utiliza uma escala adaptada de Likert. O objetivo deste primeiro questionário é obter informações quanto ao interesse pela disciplina Biologia, os conhecimentos prévios sobre a temática e às condições socioambientais dos(as) estudantes permitindo a realização da análise relevante na produção do roteiro.

A primeira etapa constituiu da estruturação e elaboração da primeira versão das atividades que compõe o roteiro com base no referencial apresentado, nos objetivos e orientações dos técnicos do NTE (oficinas de robótica), assim como os resultados obtidos na aplicação do primeiro questionário aos(as) estudantes, onde foram levantados os conhecimentos prévios sobre a temática. A implementação das atividades ocorreu durante as aulas de Biologia da professora-pesquisadora responsável pela aplicação e mediação, dentro de três (3) horas/aula consecutivas com tempo de 45 minutos/aula, exceto as atividades de robótica educacional que ocorreram no laboratório da escola no contraturno com a mesma carga horária (3 horas/aulas/oficina). As atividades foram desenvolvidas seguindo a sequência de complexidade gradativa visando a apropriação dos conteúdos e foram dispostas detalhadamente no roteiro didático (APÊNDICE A).

Na etapa de aplicação e validação desta atividade realizada pelos(as) estudantes, levamos em conta a aplicação “intuitiva” designada por Leffa (2008), onde o professor aplicador e elaborador do material complementa oralmente as atividades possibilitando alcançar os objetivos delimitados. Os acertos e falhas na implementação foram registradas com o objetivo de avaliar e orientar a reformulação das atividades. Como memória destas, foi escrito

um diário de campo da pesquisadora que permitiu o registro de todo o processo de aplicação de forma a propiciar a avaliação da aplicabilidade de cada atividade pedagógica para posteriores modificações. A segunda etapa de produção se deu pela análise dessa intervenção servindo para a reformulação das Unidades Didáticas que compõe o Roteiro Didático. Na reformulação do material também foi levado em consideração o objetivo final, a elaboração do material a fim de subsidiar a aplicação por professores(as) de Biologia do Ensino Médio. Segundo o mesmo autor, “quando o material vai ser usado por outro professor, há necessidade de instruções de como o material deve ser apresentado e trabalhado pelos alunos” (LEFFA, 2008 p. 35). Nesta versão, buscou-se estruturar cada unidade de forma independente possibilitando que o professor pudesse selecionar a(s) unidades didáticas respeitando as diferentes realidades educacionais. Em particular na Unidade Didática três, referente à construção do robô, tomou-se o cuidado de disponibilizar a montagem de cada sensor de forma individual, assim como em conjunto, possibilitando a seleção por parte do docente dos dispositivos que vão compor o robô montado a partir do roteiro. Assim como, a sugestão de montagem do dispositivo pelo próprio professor, visando a redução do tempo de montagem e com o desenvolvimento do processo investigativo por parte dos estudantes a partir da coleta de dados.

A versão revisada e estruturada graficamente após a aplicação foi disponibilizada para validação por uma banca de especialistas composta por professores(as) de Biologia do Ensino Médio e docentes do Ensino Superior selecionados intencionalmente pelos seguintes critérios: público-alvo e estudos na temática desenvolvida. Este processo foi realizado por questionário enviado aos participantes após a anuência de participação à pesquisa através da assinatura do TCLE (APÊNDICE H)

A terceira etapa foi iniciada com a reformulação e com a organização do Roteiro Didático objetivando atender os(as) professores(as) de Biologia do Ensino Médio incorporando as contribuições realizadas no processo de validação deste produto pela banca de especialistas supracitada.

Quadro 2 - Etapas do processo de desenvolvimento do produto educacional, Roteiro Didático intitulado: “Educação Ambiental: proposta investigativa utilizando robótica e espaços não formais de aprendizagem no Ensino Médio”.

	1ª ETAPA	2ª ETAPA	3ª ETAPA
--	-----------------	-----------------	-----------------

Objetivos	Elaborar as atividades do Roteiro	Reformulação do Roteiro Didático baseado nas percepções de estudantes e da professora-pesquisadora	Formulação da versão final do Roteiro Didático baseado na avaliação dos especialistas
Análise e Desenvolvimento	Análise dos conhecimentos prévios da turma e implementação das atividades	Versão elaborada para a aplicação por professores de Biologia	
Validação	Validação do produto pelos estudantes	Validação realizada pelos especialistas	
Avaliação	Avaliação do produto	Avaliação do produto	

Fonte: Dados elaborados pela autora.

4.2.2 Aulas e Atividades com Abordagem Investigativa

As aulas expositivas-dialogadas foram acerca da importância da água para a sobrevivência dos seres vivos e de como é utilizada no cotidiano, partindo do conhecimento prévio dos(as) estudantes. A observação e pesquisa quanto ao uso da água na escola e problemáticas que as cercam foram estimuladas, como por exemplo, o esverdeamento do filtro do bebedouro da escola. De onde vem a água utilizada? Se ocorre ou não desperdício? Qual a qualidade da água? Quais as causas do esverdeamento do filtro? Qual a importância destes organismos? Em que condições são capazes de proliferar? Diferenças entre a água de poço utilizada anteriormente (e ainda presente nos lares dos estudantes) e a água da companhia de abastecimento da cidade. Também foi proposta uma pesquisa individual a partir de consulta à internet em artigos de jornais e revistas, vídeos e livros, e discussão em roda de conversas sobre as condições da água no Município de Barcarena envolvendo as atividades econômicas, sociais, a geomorfologia e o ecossistema de entorno, bem como os impactos sentidos na comunidade e

a importância do monitoramento e das pesquisas científicas. Todas essas atividades foram mediadas pela professora de Biologia.

Utilizando os conhecimentos da aula dialogada, os(as) estudantes foram convidados a conhecer e reconhecer condições físico-químicas de substâncias do seu cotidiano. Com base nestes conhecimentos foram desafiados(as) a estimar o pH da água da escola em suas diferentes fontes e a confrontar seus valores. Utilizou-se como situação problema: O pH das substâncias difere uma das outras? O pH da água é o mesmo em toda e qualquer fonte? Para tal, indicamos uma experiência de baixo custo para identificação do pH, com a utilização de extrato de repolho roxo como indicador acidobásico realizada no laboratório da escola. Os resultados das observações foram expressados em histórias em quadrinhos elaboradas e produzidas pelos próprios estudantes e exposto no mural da escola.

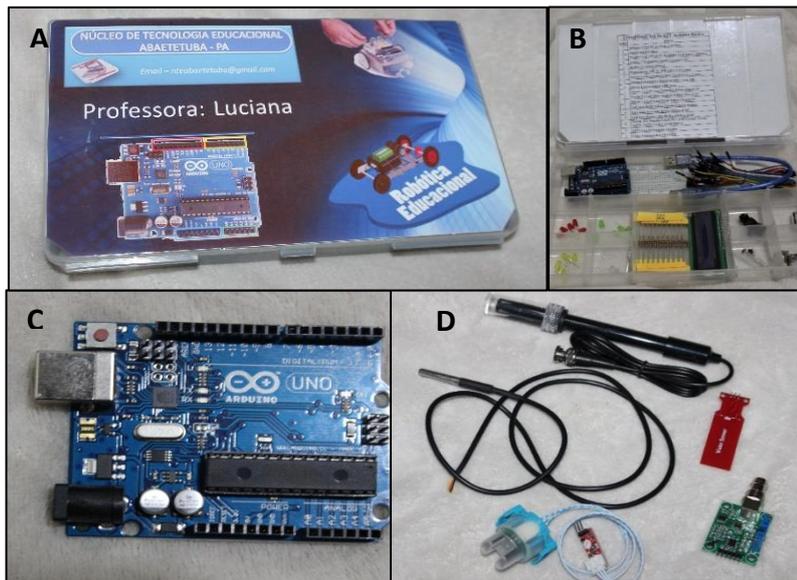
As Oficinas de Robótica (APÊNDICE A, página 52 e 53) sobre eletrônica básica, circuitos e programação aconteceram no contraturno como subsídio para montagem do protótipo usados no monitoramento da água com equipes de 5 a 6 alunos. Inicialmente foi elaborado um projeto do robô sugerido pelos(as) estudantes como estratégia de inspeção do Rio Murucupi levando em consideração a viabilização do mesmo e o tempo para execução da atividade. Mediante as regras pré-estabelecidas pela professora de que o material utilizado para a confecção do robô deveria ser feito a partir de reaproveitamento de produtos, foi incentivada a prática ecológica de uso dos recursos, a partir disso, os estudantes partiram para uma tempestade de ideias e planejaram o reaproveitamento de material descartado no lixo, sensores e fibras naturais tais como como o miriti⁵ para compor o robô. Uma vez definido o projeto, a confecção do robô contendo sensores para aferição de temperatura, pH e turbidez da água foi realizada pelos(as) estudantes com auxílio de professores durante as aulas do contraturno unindo arte e engenharia.

As coletas de amostras de água para análise do Rio Murucupi e dos bebedouros da Escola foram realizadas em dias distintos, três vezes por semana, pelos(as) estudantes acompanhados da professora de Biologia. Para esta atividade prática os(as) estudantes observaram às condições atmosféricas do dia, as características visíveis da água e fizeram a descrição de como é o entorno do rio em termos de paisagem. Os dados coletados da água (turbidez, pH e temperatura) foram obtidos por sensores ligados à placa Arduino

⁵ Miriti (*Mauritia flexuosa*): A árvore de miriti, ou miritizeiro, nomenclatura mais popularmente utilizada no Estado do Pará, é uma palmeira da família Arecacea, abundante na região de várzea e áreas alagadiças com ocorrência também em outros estados do Brasil. Trata-se de uma palmeira de grande importância sociocultural na vida de muitas populações tradicionais e também dos povos indígenas, devido sua capacidade de poder ser utilizada de diversas formas para várias finalidades (Ferreira et al., 2019).

disponibilizada pela professora (Figuras 2C e 2D) e registrados no diário de bordo para análise em sala de aula. Os (As) estudantes foram estimulados(as) a organizar os dados em tabelas e gráficos para discussão dos padrões a serem encontrados, possibilitando uma ponte com os conteúdos da disciplina de matemática, propiciando a interdisciplinaridade que uma investigação pressupõe.

Figura 02 - Material utilizado no desenvolvimento do robô. **A e B** - Kit de Robótica Educacional. **C** – Plataforma ARDUINO. **D** – Sensores pra análise de água.



Fonte: Imagens produzidas pela autora.

Com o intuito de divulgar os dados coletados com as práticas desenvolvidas sobre a água e os conhecimentos adquiridos com as atividades anteriores a esta, os(as) estudantes foram estimulados a produzir um folheto (*folder*) por permitir uma maior inclusão visual de informações com uma variedade de formas de apresentação das mesmas. A produção deste gênero de comunicação possibilita a vivência de uma prática, oportunizando estratégias de compreensão dos aspectos linguístico-discursivos.

Os gráficos e tabelas construídas, bem como fotografias de alguns momentos das atividades e o *folder* construído durante o processo de aprendizagem foram expostos na Feira de Ciências da Escola aberta à comunidade escolar. Assim como proposto por Rusk et al. (2008), as atividades de robótica não foram limitadas pela forma estreita como a robótica é tipicamente introduzida, mas sim diversificando estratégias em novas experiências de aprendizagem. A discussão dos resultados encontrados e produzidos ocorreu de forma reflexiva sobre o papel da água e da ciência na investigação do cotidiano.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa contou com a participação inicial de 30 estudantes devidamente matriculados(as) no 3º ano do Ensino Médio, matutino. Ao longo da pesquisa seis (6) estudantes foram desligados, sendo quatro (4) por motivos de transferência e dois (2) por abandono escolar.

Desde o início do projeto os(as) estudantes mostraram-se motivados(as), com adesão de todos os membros da turma. As oficinas de robótica foram realizadas no contraturno. Logo após o início destas atividades, dois estudantes pediram desligamento alegando ter dificuldades de participar das atividades por residirem na área rural e terem dificuldade de deslocamento neste horário e outros dois por terem conseguido emprego coincidindo com o horário programado para a realização das oficinas, finalizando o número de participantes em 20 estudantes. Esse cenário faz parte da realidade comum de muitos estudantes das escolas públicas principalmente nas séries finais da Educação Básica como apontado no último relatório da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) Contínua – Educação 2019 (IBGE, 2020 p. 11). Essa pesquisa revela como uma das principais causas de abandono escolar a necessidade de trabalhar. Apesar de não participarem das atividades no contraturno, estes estudantes participaram das atividades realizadas durante as aulas de Biologia no turno em que estão matriculados. Isso denota que as atividades no turno oposto constituem um desafio a mais a ser contornado.

Os resultados obtidos foram apresentados e discutidos, em cinco tópicos conforme o desenvolvimento das atividades em ordem cronológica, quais sejam: 1) Aula dialogada no contexto da educação ambiental: uso da água e problemas relacionados, 2) Desvendando as características físico-químicas da água representando suas conclusões pelos olhos da HQ, 3) Introdução à robótica para o estudo da Educação Ambiental no Ensino Médio: ATHOM OsH e os desafios do Ensino Investigativo, 4) Informar para transformar... Síntese sobre uma prática de Educação Ambiental no Ensino Médio e 5) Compartilhando o aprendizado.

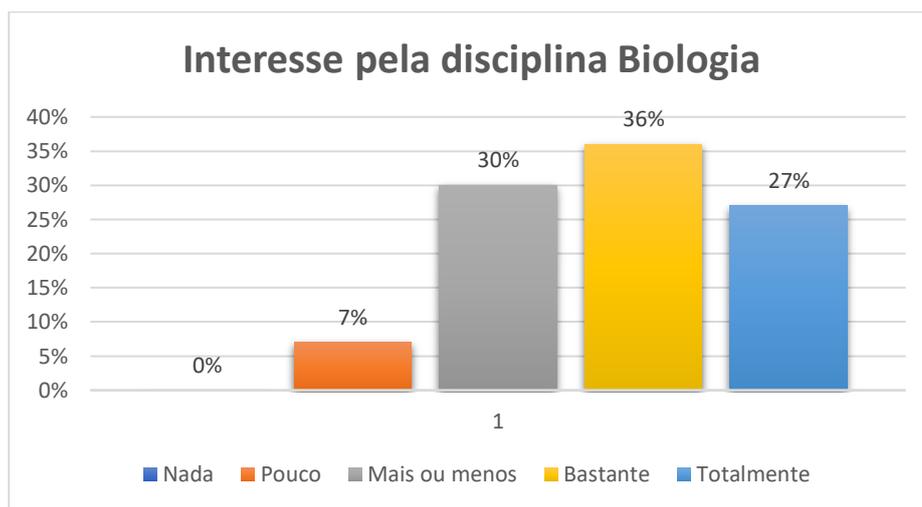
5.1 - Aula dialogada no contexto da educação ambiental: uso da água e problemas relacionados

Após o levantamento de informações sobre o entendimento dos(as) estudantes em relação ao conhecimento prévio sobre a temática ‘Água’ e também quanto ao interesse da turma pela disciplina Biologia, suas motivações condições socioambientais as quais os(as) estudantes estão submetidos(as), foram levantados subsídios para o desenvolvimento de uma aula

dialogada. Essa atividade, além de resgatar os conhecimentos prévios acerca dos problemas ambientais e (re) conhecer as condições da água no Município de Barcarena, objetivou identificar situações-problema em relação ao abastecimento na comunidade e na escola, assim como sensibilizar os(as) estudantes para a problemática em torno da água no mundo.

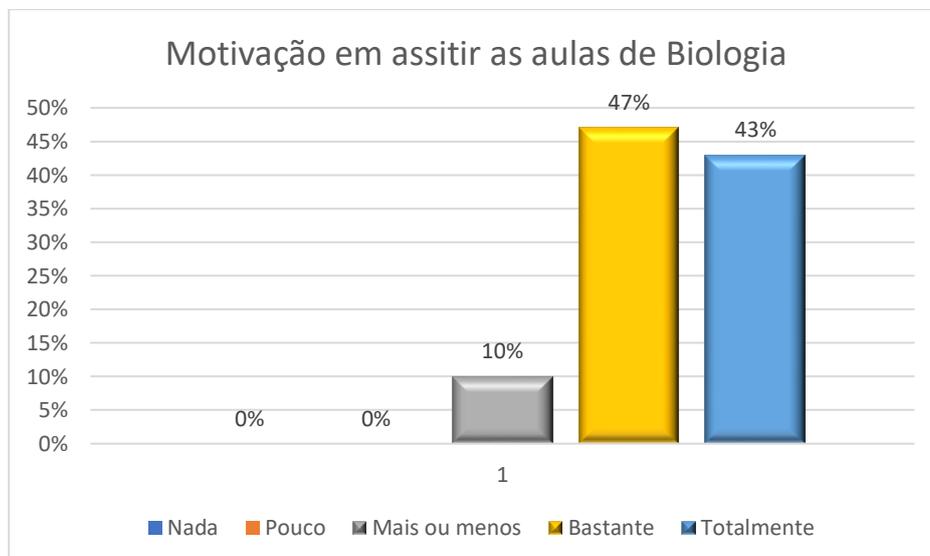
Do total de 30 estudantes participantes do 3º ano do Ensino Médio, 63% consideram ter bastante ou total interesse pela disciplina Biologia (Figura 03) e 90% sentem-se motivados em assistir as aulas (Figura 04).

Figura 03 - Avaliação das respostas dos(as) estudantes quanto ao interesse pela disciplina Biologia



Fonte: Dados coletados pela própria autora.

Figura 04 - Avaliação das respostas dos(as) estudantes que se sentem motivados pelas aulas de Biologia



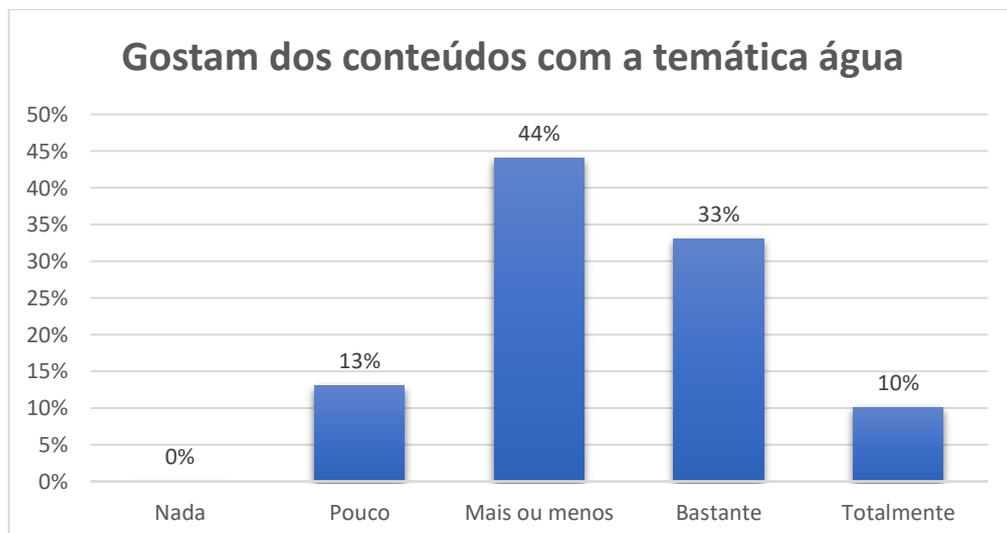
Fonte: Dados coletados pela própria autora.

Percebemos que os estudantes apresentaram interesse e motivação pelas aulas de Biologia. Para Moraes e Varela, 2007 “O interesse mantém a atenção, no sentido de um valor que deseja. O motivo, porém, se tem energia suficiente, vence as resistências que dificultam a execução do ato” (MORAES; VARELA, 2007 p. 6). Logo, o bom resultado obtido configura um fator facilitador por possibilitar uma maior abertura para trabalhar uma metodologia diferenciada com abordagem investigativa. O interesse e a motivação são aspectos importantes no engajamento dos(as) estudantes as atividades propostas por promover segundo as mesmas autoras, “energia para a aprendizagem, o convívio social, os afetos, o exercício das capacidades gerais do cérebro, da superação, da participação, da conquista, da defesa, entre outros” (MORAES; VARELA, 2007 p. 9). Este aspecto auxiliou na manutenção das diretrizes do projeto. Do contrário, talvez houvesse necessidade de revisão e ampliação destas.

Os resultados obtidos, não permitiram o entendimento do porquê dos(as) estudantes se interessarem e se sentirem motivados a assistir as aulas de Biologia não sendo, no entanto, o foco principal da pesquisa. Entretanto um dos estudantes em diálogo informal afirmou gostar da disciplina por despertar a sua curiosidade.

Quando perguntados sobre os conteúdos que envolvem a temática ‘Água’, 43% dos(as) estudantes declararam gostar bastante ou totalmente de estudar este assunto (Figura 05), porém 44% assumiram gostar parcialmente desta temática.

Figura 05 - Avaliação das respostas dos(as) estudantes que gostam de estudar conteúdos relacionados a temática ‘Água’



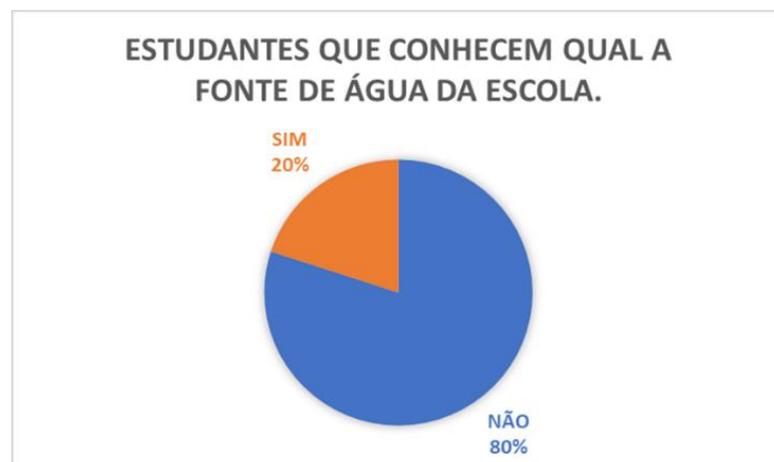
Fonte: Dados coletados pela própria autora.

Este resultado reflete uma relação de proximidade com a temática por ser utilizada em vários conteúdos desenvolvidos nas disciplinas da área das Ciências da Natureza. Os(As)

estudantes demonstraram reconhecer os assuntos apesar de um certo grau de desinteresse pela temática. Como reforçam Bacci e Pataca (2008) o estudo da água deve priorizar a dimensão espacial e temporal pois “sem elas não é possível enfrentar a fragmentação do conhecimento que predomina no ambiente escolar, impedindo a análise integrada de problemas reais, dificultando a relação de conceitos, procedimentos e atitudes nas diferentes disciplinas” (BACCI; PATACA, 2008 p. 212).

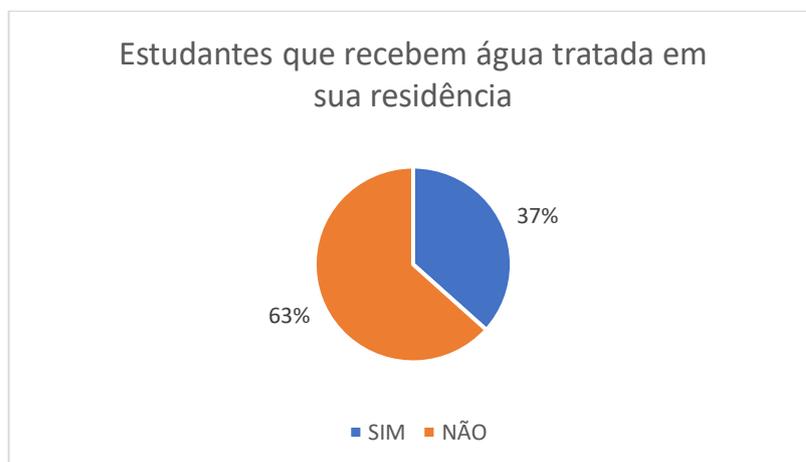
Uma porcentagem de 80% sequer conhece a origem da água utilizada na escola (Figura 06). Há cerca de um ano, a escola passou a receber água tratada pela operadora que abastece o município. Até então, a fonte de água da Escola provinha de um poço artesiano, prática comum na região onde 63% das moradias dos(as) estudantes dessa turma não recebe água tratada em casa (Figura 07).

Figura 06 - Avaliação das respostas dos(as) estudantes que conhecem qual a fonte de água utilizada na escola



Fonte: Dados coletados pela própria autora.

Figura 07 - Avaliação das respostas dos(as) estudantes que recebem água tratada em sua residência



Fonte: Dados coletados pela própria autora.

Nesta primeira atividade, onde buscou-se resgatar conhecimentos prévios e sensibilizar os(as) para a problemática da água, os(as) estudantes participaram ativamente do diálogo mostrando conexão com a realidade vivida no município apontando diversas ações antrópicas que resultam na degradação deste recurso. As atividades citadas foram: a falta de tratamento de água e esgoto, despejo de material químico, o uso na atividade agrícola, a contaminação gerada pela decomposição dos animais após o naufrágio na área portuária, o uso dos rios no transporte de produtos beneficiados no município como os lingotes de alumínio bem como o de pessoas e suas consequências, entre outros. Como exposto por Barcelos (2012) ao tentar compreender um problema ecológico de forma ampla rompe-se com a visão reducionista de causa e efeito que permeiam o estudo das questões ecológicas.

Como proposto por Krasilchik (2008), os(as) estudantes carregam uma gama de conhecimento e utilizam diferentes forma de expressar, interpretar e identificar este conteúdo. Isso foi perceptivo durante toda aula, onde os(as) estudantes dialogaram sobre situações de degradação do meio ambiente no município e reconheceram a ação antrópica como um fator decisivo nesse processo.

A escola atende diversas comunidades com realidades bem distintas, estudantes que residem nas áreas urbana e rural, nas praias, e próximo à área portuária. Segundo Barcelos (2012), “o mesmo problema ou questão ecológica e/ou ambiental pode ser visto, interpretado, representado, de forma diferente, pela pessoa envolvida” (BARCELOS, 2012 p. 89). O estímulo à troca de experiências e informações através do diálogo mostrou-se prática enriquecedora para o grupo por compartilharem diferentes realidades e percepções contribuindo para uma visão mais ampla da complexidade do tema no município. Esse resultado ancora-se na visão das autoras Bacci e Pataca (2008), quando afirmam que:

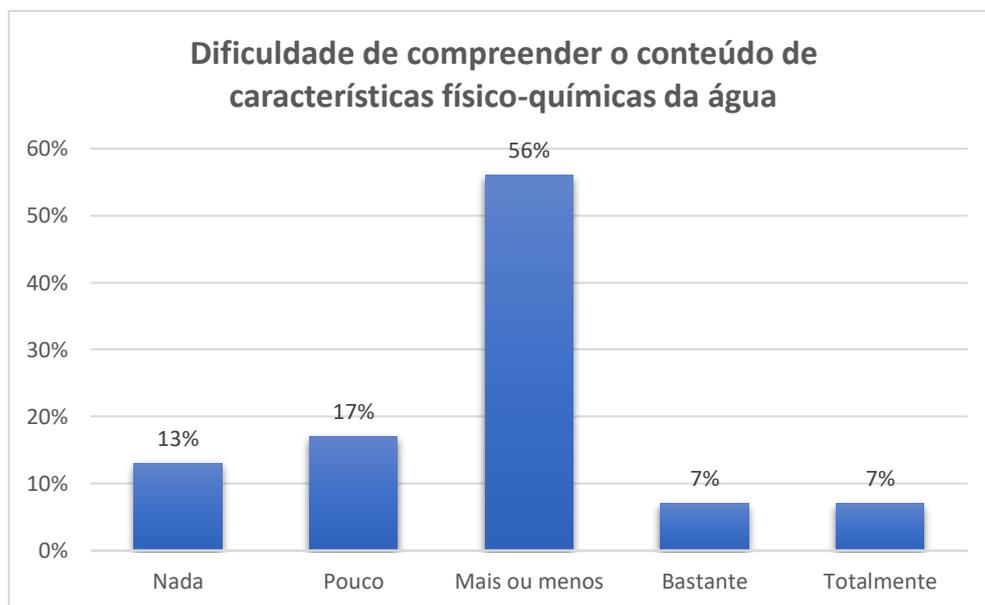
“As bacias hidrográficas são espaços que se caracterizam pelos seus fatores físicos, mas são influenciadas diretamente pela ocupação humana e pela ação dos diversos grupos sociais que nela se instalam. Seja em meio rural seja em urbano, os usos da água na bacia hidrográfica são determinados pelos grupos que a ocupam, e sua interferência no meio físico ocorre em razão dos interesses desses grupos. As bacias são, então, palco de processos naturais ao mesmo tempo que sofrem modificações pelo homem” (BACCI; PATACA, 2008 p. 219).

Os impactos sociais no estudo das questões ambientais relacionadas a água permite uma visão mais ampla da relação entre o homem e a natureza de modo a proporcionar a reflexão e a mudança de comportamento.

5.2 - Desvendando as características físico-químicas da água representando suas conclusões pelos olhos da HQ

Apesar dos estudantes gostarem da temática água, a maioria (70%) apresentou algum tipo de dificuldade na compreensão de conteúdos relacionados durante as aulas da disciplina como por exemplo quanto às características físico-químicas da água (Figura 08). Baseada nesta realidade foi desenvolvida uma atividade prática que pudesse conectar este conteúdo ao cotidiano dos(as) estudantes objetivando reconhecer que as substâncias apresentam pH distintos assim como, estimulando-os(as) investigar, identificar e a comparar as variações de pH da água no ambiente escolar.

Figura 08: Avaliação das respostas dos(as) estudantes que sentem dificuldade para compreender o conteúdo de características físico-químicas da água



Fonte: Dados coletados pela própria autora.

Esta atividade, inspirada nas aulas do Mestrado Profissional de Ensino de Biologia (PROFBIO - UFPA), constituiu no desenvolvimento de uma história em quadrinhos (HQ) elaborada e produzida pelos(as) próprios(as) estudantes após a investigação do pH de substâncias presentes no nosso cotidiano a exemplo da água sanitária, limão, detergente para lavar louças e também fazendo uso das diversas fontes de água da escola. O envolvimento foi muito intenso durante toda a atividade que foi desenvolvida em grupos de seis (6) estudantes, o que favoreceu a troca de informações durante o processo. Por se tratar de uma atividade experimental realizada no laboratório da escola, os(as) estudantes ficaram muito motivados(as)

e envolvidos(as) na investigação da questão-problema lançada. O conflito de ideias foi muito valioso no processo de definir o pH das substâncias baseada nos conhecimentos prévios, na tentativa de classificar corretamente as substâncias em: ácidas, básicas e neutras. Após a atividade prática pode-se verificar quais questões foram respondidas corretamente ou não e foi possível descobrir onde estavam os equívocos conceituais (Figura 9).

Figura 9 - Tubos de ensaio identificados por letras com substâncias incolores que ficaram coradas após o uso do identificador de ácido-base (extrato de repolho-roxo)



Fonte: Arquivo pessoal.

Na verificação do pH da água da escola foi perceptivo que os(as) estudantes demonstravam dominar o conceito de pH mas, não sabiam precisar qual o pH da água utilizada na escola. No processo de discussão observou-se entre os(as) estudantes a tentativa de classificar e de justificar a classificação, a tentativa de correlacionar o pH com o conhecimento já consolidado sobre as substâncias, levantando hipóteses quanto ao pH. Capecchi (2004) afirma que as discussões em sala de aula, bem como as experimentações, permitem um ensaio da linguagem científica, adequado ao contexto escolar. Esse ensaio foi claramente perceptivo durante todo o percurso da atividade. Ao comparar os tipos de água mineral pelo rótulo dos diversos fabricantes, alguns estudantes mostraram surpresa em descobrir que o valor era menor que 7 e, portanto, ácido. Os (As) estudantes demonstraram muito interesse em descobrir, classificar e comparar a água das diversas fontes da escola: torneira do banheiro, do jardim, do bebedouro e como também da água comercializada na escola (Figuras 10 e 11).

Figura 10 - Béqueres organizados e identificados pela fonte, água da torneira, bebedouro, água mineral



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 11 – Estudantes durante a atividade prática de pH



Fonte: Arquivo pessoal.

Como forma de incentivar a criatividade foi solicitada para a aula seguinte a elaboração e produção de uma história em quadrinhos baseada na atividade experimental. A produção desta atividade, bem como sua qualidade gráfica e de contextualização foi utilizada como avaliação desta prática. Na elaboração da HQ evidenciou-se muita criatividade na construção do enredo. Os(As) estudantes utilizaram as informações discutidas durante a atividade prática e relataram dificuldade com a produção do desenho, desde a falta de material para colorir quanto em relação à habilidade em desenhar. O uso de ferramentas digitais que facilitem este processo pode ser uma alternativa para contornar estas dificuldades. As HQs produzidas (Figura 12) foram expostas no mural da escola. Essa ação repercutiu como valorização do trabalho desenvolvido e gerou orgulho por parte dos(as) estudantes autores(as). Além disso, despertou a curiosidade das outras equipes e de outros estudantes, não somente para a leitura das produções como também em relação à própria atividade desenvolvida pela professora.

Figura 12 - Histórias em quadrinhos produzidas pelos(as) estudantes



Fonte: Arquivo pessoal.

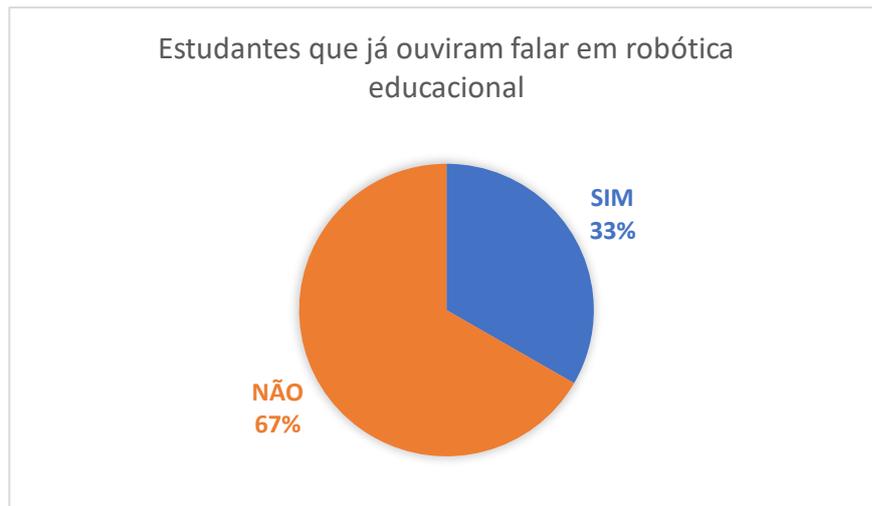
Concordamos com Sasseron e Carvalho (2008) ao defender que a manipulação de materiais e ferramentas, visando a observação de dados e estimulando-os a responder situações-problema dentro de uma abordagem investigativa propicia o desenvolvimento do pensamento crítico, o questionamento e a discussão de assuntos em sala de aula contribuindo para a educação científica dos estudantes. Estes aspectos foram perceptivos na intervenção realizada junto aos(as) estudantes dentro desta pesquisa.

5.3 - Introdução à robótica para o estudo da Educação Ambiental no Ensino Médio: ATHOM OsH e os desafios do Ensino Investigativo

Com os objetivos de aproximar o estudo da Educação Ambiental ao cotidiano do(a) estudante pelo processo investigativo, promoveu-se a produção de um robô capaz de captar dados para monitoramento da água de um rio nas proximidades da escola realizada no contraturno. Para tanto, buscou-se levantar alguns dados relacionados a experiência dos estudantes com a robótica educacional.

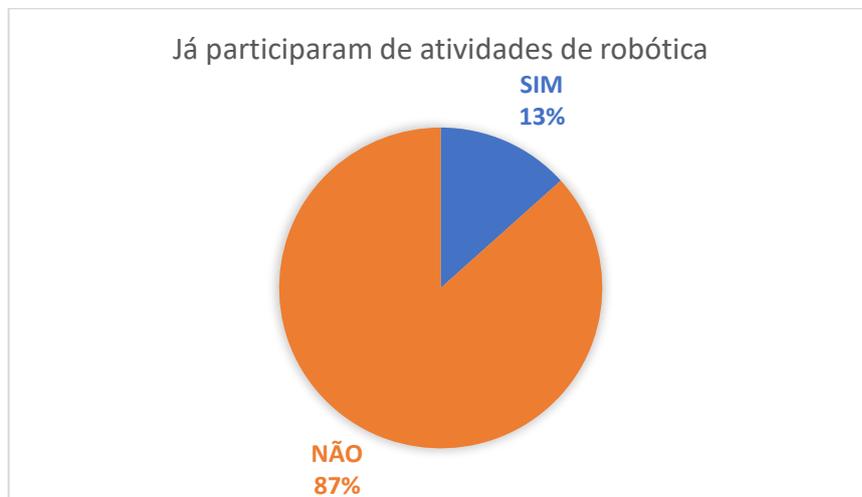
Quanto à robótica educacional, apenas 33% destes estudantes já ouviram falar a respeito desta modalidade educacional (Figura 13). E apenas, 13% já participaram de alguma atividade relacionada à robótica em cursos técnicos promovidos na região (Figura 14)

Figura 13 - Avaliação das respostas dos(as) estudantes que já ouviram falar em robótica educacional



Fonte: Dados coletados pela própria autora.

Figura 14 - Avaliação das respostas dos(as) estudantes que já participaram de atividades relacionadas a robótica educacional



Fonte: Dados coletados pela própria autora.

Diante desse cenário tem-se uma noção do desafio que foi a introdução às oficinas de robótica na escola, pois além de ser uma prática inédita para a maioria dos estudantes, a infraestrutura é muito limitada. Como a escola não tem computadores ou acesso à internet, esta situação teve que ser contornada com o uso de equipamentos pessoais (aparelhos telefônicos, multimídia e notebook) tanto da professora, em parte, quanto dos(as) estudantes. Foram realizadas ao todo sete oficinas no contraturno (Figura 15).

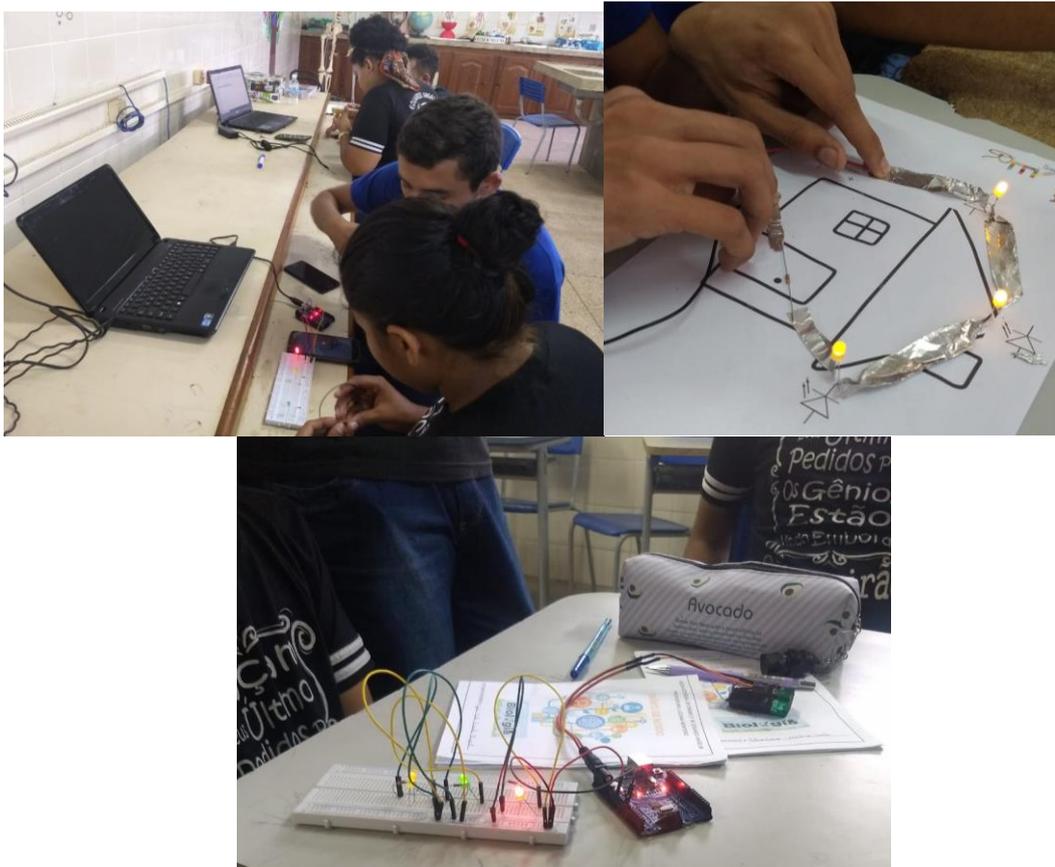
Figura 15 – Estudantes durante as oficinas de robótica



Fonte: Arquivo pessoal.

Por ser a robótica uma metodologia motivadora e desafiadora, buscou-se verificar o nível de estímulo e envolvimento com as oficinas realizadas em maio e junho/2019 onde foram trabalhados os conhecimentos básicos de eletrônica e programação (Figura 16).

Figura 16 – Estudantes durante as oficinas de eletrônica e programação



Fonte: Arquivo pessoal.

Quanto à percepção os relatos dos(as) estudantes convergiram para uma avaliação positiva quanto às oficinas, como por exemplo:

As oficinas têm sido muito boas. Eu estou aprendendo bastante nelas (sic) e divertindo muito [...] eu estou gostando muito. (Estudante 02)

Houve destaque para novas informações que a atividade proporcionou e sobre a expectativa gerada, como destacado a seguir:

As oficinas têm sido bastante informativas para as áreas de robótica, como elétrica, tenho esperado com muita empolgação. (Estudante 01)

Mesmo empolgado o estudante 01 demonstrou um maior grau de dificuldade, inicialmente apresentada quanto à linguagem da programação, que é totalmente nova para estes estudantes como observado no discurso:

Eu estou aprendendo bastante nelas (sic) e me divertindo muito apesar de ser um pouco cansativo em algumas partes, principalmente na programação que eu me embolo um pouco, mas eu estou gostando muito. (Estudante 01)

Como já apontado por Kalil et al. (2013 p. 741), concordamos com a afirmação dos autores quando discorrem sobre a atividade de programação utilizando a plataforma Arduino mostrar-se desafiadora para alguns estudantes levando a falta de interesse pela atividade. Segundo os autores, a necessidade de um conhecimento básico de expressões em língua inglesa e de noções de lógica é apontado como possível causa destas dificuldades. Estes mesmos obstáculos foram observados pela professora pesquisadora durante a oficina de programação. O levantamento desta informação levou a adequação da oficina de programação quanto ao grau de sua complexidade, levando-nos à escolha de um código de programação simplificado e que ainda assim estimulasse a prática. Isso caracterizou-se como um desafio a mais para a prática docente, porém o retorno foi muito gratificante.

Em linhas gerais, foi comum mencionarem a expectativa quanto à produção do robô, sintetizada na fala do Entrevistado 2:

Sobre o robô eu tenho as melhores expectativas quando nós formos montar ele (sic). Eu espero aprender bastante com isso e espero aprender ainda mais no decorrer de todo o trabalho. (Estudante 02)

Os (As) estudantes expressaram estarem com grande expectativa para o trabalho em grupo como evidenciado no discurso a seguir:

Tenho esperado com muita empolgação a construção do robô e a participação de toda equipe[...]estarei presente, e oferecendo o melhor de mim para o projeto, com muito ânimo. (Estudante 01)

Observa-se que o uso da tecnologia propiciou a motivação nos(as) estudantes para a construção do robô como proposto por Zilli (2004).

O fato de o trabalho construído ao longo das aulas ter como culminância a exposição na Feira de Ciências da escola acabou gerando maior preocupação à medida que o tempo passava. Principalmente por ser uma atividade inédita, sem manual de instruções, que demanda construção coletiva a partir do protagonismo do aluno e que exige muita socialização dos problemas que surgem ao longo do tempo para a tomada de decisões, os estudantes constantemente afirmavam:

Só que estou preocupado com o tempo que não está a nosso favor, e os membros que estão dispersos. (Estudante 01)

No mesmo discurso, podemos observar a preocupação com o compromisso dos(as) demais colegas de equipe em relação às oficinas em especial. Demonstrando que as atividades tem acrescentado conhecimentos julgados importantes neste processo de construção.

A busca por solução aos desafios na construção do robô aproximou os(as) estudantes por ser genuinamente um trabalho em equipe, o que favoreceu a relação entre os mesmos e também com a professora mediadora. Com progresso no desenvolvimento das atividades observou-se gradual autonomia conforme os(as) estudantes se apropriavam do conhecimento

eletrônico, assim como na busca por vídeos na internet de aparelhos de telefone móvel que pudessem ajudar na montagem do robô. Durante o planejamento da estrutura e construção do robô os(as) estudantes exercitaram a imaginação, a criatividade e alguns conhecimentos da área de física.

O resultado encontrado está de acordo com o encontrado por Zilli (2004) ao observar que as oficinas de robótica educacional além de possibilitar a aproximação dos(as) estudantes à tecnologia também propicia o desenvolvimento de habilidades e competências tais como: trabalho de pesquisa, investigação, criticidade, capacidade de resolver problemas, desenvolvimento do raciocínio lógico, das habilidades manuais e estética, e a comunicação possibilitando a utilização dos conhecimentos adquiridos em outras áreas do conhecimento.

Durante o planejamento para o desenvolvimento do dispositivos gostaria de destacar o momento em que os(as) estudantes se deram conta de que, para aferir os parâmetros da água do rio era necessário algo que submergisse o robô tendo que considerar a distância entre a superfície da água e a ponte de onde ele seria baixado. Essa questão os levou a perceberem a importância de (re)conhecer o local de coleta (Figuras 17 e 18) para uma melhor estrutura robótica que suportasse a corrente da água, mas também que alcançasse a água do rio. Como podemos observar no diálogo transcrito:

ESTUDANTE 01: *Meu pensamento é que devíamos usar um sistema semelhante ao da vara de pescar para lançar o robô na água de lá da ponte.*

ESTUDANTE 02: *Sim, mas temos que usar algo para fixar essa “vara” ou molinete para poder descer o robô.*

ESTUDANTE 03: *Vocês conhecem aquelas presilhas que tem máquina de massa de pastel? A minha mãe tem uma que fixa na mesa com um parafuso e uma borboleta. Acho que dá para usar algo parecido. Não sei.*

ESTUDANTE 04: *Sim, qual a altura da ponte? Alguém sabe ou tem pelo menos uma noção? Precisamos disso para poder saber quanto de linha ou corda vamos usar.*

ESTUDANTE 01: *E o peso?*

ESTUDANTE 02: *Temos que levar em consideração a maré. A distância da ponte para água pode aumentar ou diminuir dependendo da maré. Esses dias passei por lá e estava cheio quando voltei já estava lá embaixo.*

ESTUDANTE 05: *Tem que levar em conta o peso desse robô; o vento; temos que verificar tudo isso. Quem topa ir lá?*

ESTUDANTE 01: *Vamos precisar impermeabilizar o robô. Mesmo os sensores serem a prova d'água, tem o Arduino e a bateria.*

Figura 17 – Visita ao local de coleta



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 18 – Afluente do Rio Murucupi nas proximidades da escola, local de coleta dos dados com o robô



Fonte: Arquivo pessoal.

A definição da estrutura externa do robô envolveu a elaboração e muita discussão quanto ao material a ser utilizado. Os (As) estudantes escolheram utilizar a fibra de miriti por ser um material capaz de flutuar e ser biodegradável, diminuindo o impacto da produção do robô para o meio ambiente. A alternativa encontrada pelos(as) estudantes para proteger as fibras do miriti durante o contato com a água foi realizar a impermeabilização com resina utilizada em madeira

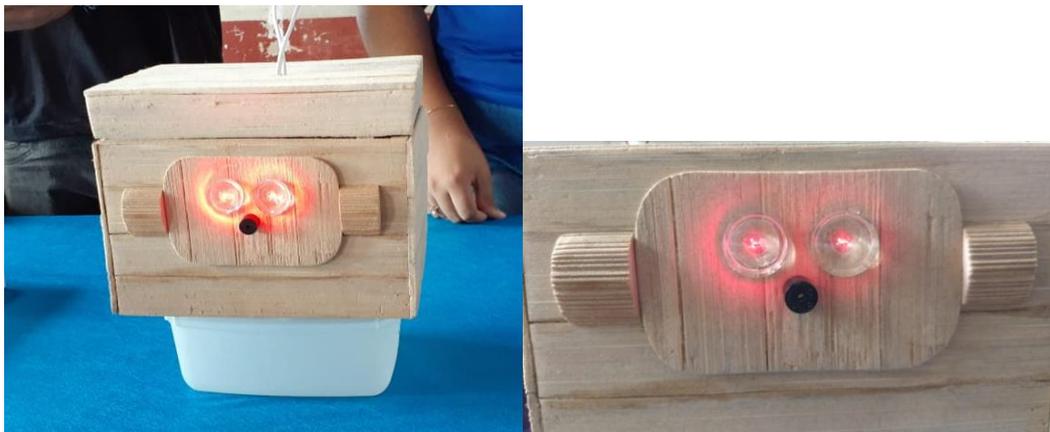
comercializada em lojas de material de construção. O modelo elaborado levou em consideração o peso do sistema para garantir a flutuação na água e proteção dos componentes eletrônicos. Na montagem da estrutura externa do robô os(as) estudantes optaram por criar uma face humanóide e um nome que remetesse à fórmula da água: ATHOM OsH, eleito por votação entre os(as) estudantes (Figuras 19 e 20).

Figura 19 – Estudantes durante a construção da estrutura externa do robô manipulando a fibra de miriti



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 20 – Face humanoide do robô ATHOM OsH construída pelos(as) estudantes



Fonte: Arquivo pessoal.

Concordamos com Rusk et. al (2008), ao descreverem que para uma estratégia ser bem sucedida nas atividades que envolvam a robótica educacional no ensino básico devemos combinar arte e engenharia, por propiciar o desenvolvimento cognitivo e a criatividade perceptível no processo de elaboração e execução do projeto de construção do robô.

A coleta e a organização dos dados em tabelas (Figura 21) despertaram nos(as) estudantes atenção às condições do rio tais como: condição de maré⁶, presença ou ausência de substâncias no entorno do rio, de lixo, de fauna e a correlação destes com os dados coletados, além de promover a conexão entre os conhecimentos de matemática envolvidos. Como demonstra o trecho da fala de um(a) estudante:

Eu vi pássaros e caranguejinhos (sic) lá hoje. Pensei que não tinha mais nada lá. (Estudante 07, 2019)

Figura 21 - Planilhas de dados coletados pelos sensores do robô produzido pelos(as) estudantes com o objetivo de monitorar a água do rio nas proximidades da escola

Column1	Column2	Column3	Column4	Column5
2644	4	2138	5806	
2656	4	2362	6946	
2662	4	2336	7109	
2669	5	2370	7163	
2675	4	2386	7217	
2694	3	2402	7081	
2700	4	2410	7136	
2700	4	2502	7353	
2712	5	2552	7190	
2719	5	2559	7054	
2719	5	2531	7000	
2731	5	2426	6810	
2725	5	2531	6946	
2737	5	2487	7000	
2731	3	2465	6946	
2750	3	2552	7027	
2737	4	2545	6946	
2744	4	2509	7027	
2762	5	2573	7081	
2762	5	2538	7054	
	5		5942	
	5		5698	

Temperatura °C	Umidade (%)	Turbidez	PH
26,4	4,0	21	5,8
26,6	4,0	24	6,9
26,6	4,0	23	7,1
26,7	5,0	24	7,2
26,8	4,0	24	7,2
26,9	3,0	24	7,1
27,0	4,0	24	7,1
27,0	4,0	25	7,4
27,1	5,0	26	7,2
27,2	5,0	26	7,1
27,2	5,0	25	7,0
27,3	5,0	24	6,8
26,0	5,0	2989	6,0
27,4	5,0	25	7,0
27,3	3,0	25	6,9
27,5	3,0	26	7,0
27,4	4,0	25	6,9
27,4	4,0	25	7,0
27,6	5,0	26	7,1
27,6	5,0	25	7,1
	5,0		5,9
	5,0		5,7

Data	Hora	Temperatura °C	Umidade (%)	Turbidez	PH
05/12/2019	08:00	27,2	5	25	7,1

Fonte: Imagens coletadas pela autora.

A análise dos dados coletados tanto pelos sensores quanto pelas observações dos(as) estudantes foi de grande valia nas discussões e no levantamento de hipóteses sobre a atual condição do rio e das alternativas de mudança.

A fim de retomar os conhecimentos sobre a água da escola, novas amostras de água foram coletadas e testadas com o robô. Ao todo foram realizadas 10 visitas ao rio para coleta dados. Com o objetivo de obter informações sobre às condições gerais do rio as coletas foram

⁶ Apesar do Rio Murucupi ser de água doce como todo rio, ele sofre efeito da maré modificando seu volume. Na região amazônica a força das marés atinge mais de 40 Km sentido mar-rio adentro, um evento único que em muitos locais causa a conhecida pororoca.

realizadas em dias e horários alternados buscando observar períodos de maré baixa e alta. Estes dados foram comparados com os dados da segunda atividade, onde foram coletadas amostras de água da escola. Uma ampla discussão foi realizada conjuntamente sobre às condições da água na natureza e a água que recebe tratamento. Esta prática possibilitou uma maior compreensão sobre a relação entre o homem e o recurso natural (água) como exposto por Bacci e Pataca (2008) é “primordial entender a complexidade da relação homem-natureza na realidade local na formação de indivíduos críticos, participativos, prontos a enfrentar os problemas ambientais e uma possível crise dos recursos naturais disponíveis, dentre eles a água” (BACCI; PATACA, 2008 p. 224).

A experiência de coleta e interpretação de dados aproximou os(as) estudantes na prática do fazer científico reconhecendo a sua importância. Um total de 35% dos(as) estudantes julgaram bastante importante o monitoramento de áreas ambientais, enquanto que 65% disseram ser importante essa ação. Além disso, a observação da paisagem, das alterações do rio em diferentes momentos (baixa e alta maré, por exemplo), levou-os(as) a questionamentos e tomadas de decisão que ampliaram a visão dos(as) mesmos(as) para além de apenas reconhecer a importância do monitoramento.

Durante o processo de estudo e organização dos dados obtidos com o robô, construído pelos(as) estudantes, para a apresentação na Feira de Ciências um dos(as) estudantes indagou a professora:

Quanto será o pH do óleo? No dia da coleta tinha muito óleo lá. Olha quanto deu o pH hoje. (Estudante 02)

No dia, ao qual o(a) estudante estava se referindo percebeu-se o menor valor de pH da água coletada no Rio Murucupi (PA). Tal postura demonstra que além da atenção ao entorno do rio o estudante foi capaz de correlacionar com os dados coletados e retomar conceitos discutidos em aulas anteriores. Como aponta Moran (2015) que ao buscar resposta para o seu questionamento o estudante aprende pela sua descoberta.

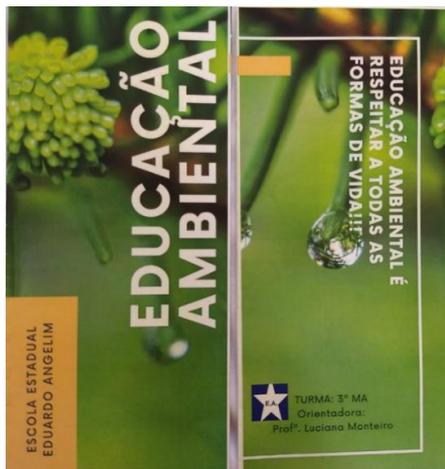
Sem dúvida o funcionamento do robô, concretizando todo o aprendizado e a superação dos desafios foi um dos momentos mais marcante para todos(as) com muita comemoração, expressos por aplausos e assobios. Os estudantes mostraram orgulho em ter conseguido produzir o robô.

5.4 - Informar para transformar... Síntese sobre uma prática de Educação Ambiental no Ensino Médio

A produção do *folder* foi escolhida como forma de divulgação dos dados coletados pelos(as) estudantes com o objetivo de exercitar a capacidade de síntese, favorecendo a leitura, a interpretação e a seleção das informações científicas relevantes para a temática estudada.

A pesquisa bibliográfica possibilitou aos(às) estudantes confrontar as suas hipóteses e os dados obtidos na pesquisa com as informações científicas. Assim como perceber os limites destas informações que foram restritas a uma determinada área e período não representando toda extensão do rio. Com a aproximação do conhecimento científico observou-se o reconhecimento da importância dos dados obtidos e a relação com ambientes degradados. A maior dificuldade por parte dos(as) estudantes foi percebida no processo de seleção das informações relevantes de forma simplificada, algo que é compartilhado com a própria dificuldade dos(as) pesquisadores em publicizar suas descobertas à comunidade. Os(As) estudantes demonstraram preocupação com a estética do material produzido para que o mesmo pudesse ser atrativo ao leitor (Figura 22).

Figura 22 – Folder desenvolvido pelos(as) estudantes



Fonte: Imagens coletadas pela autora.

Concordamos com Moran (2015) quando afirma que:

Os desafios bem planejados contribuem para mobilizar as competências desejadas, intelectuais, emocionais, pessoais e comunicacionais. Exigem pesquisar, avaliar situações, pontos de vista diferentes, fazer escolhas, assumir alguns riscos, aprender pela descoberta, caminhar do simples para o complexo (MORAN, 2015 p. 18).

A produção do material informativo destinado à comunidade permitiu a consolidação do conhecimento adquirido sobre as condições ambientais de um trecho do Rio Murucupi exercitando a pesquisa em fontes científicas e possibilitando a discussão dos resultados obtidos e do desenvolvimento de habilidades dos(as) estudantes. Como proposto por Scarpa, Sasseron e Silva (2017) onde as investigações de situações contextualizadas propicia a construção da pergunta científica assim como exercita a capacidade de delinear a forma de adquirir a resposta, a coleta, a organização e a interpretação dos dados. Para as autoras, os estudantes conseguem elaborar argumentos científicos quando desenvolvem a capacidade de confrontar as variáveis e elaborar explicações baseadas em evidências.

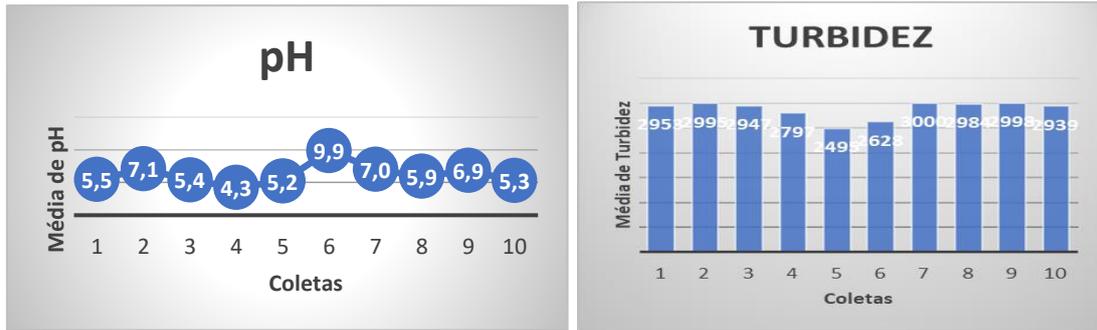
5.5 - Compartilhando o aprendizado

Com o objetivo de socializar o conhecimento adquirido com o estudo da água, apresentar o robô construído coletivamente, compartilhar os dados coletados da água do rio com o auxílio do robô, promover a cooperação entre estudantes, professores e comunidade, desenvolver a criticidade sobre o desenvolvimento do projeto e as condições ambientais em questão organizou-se a turma em equipes para a apresentação na Feira de Ciências da escola.

Os(as) estudantes em conjunto com a professora selecionaram os tópicos mais relevantes para compor a apresentação na Feira de Ciências. A dinâmica de apresentação buscou propiciar que todos(as) os(as) estudantes pudessem participar. A maior parte das informações já havia sido pesquisada e registrada ao longo do período de desenvolvimento do projeto, o que facilitou a elaboração do texto de apresentação. Uma parcela significativa dos(as) estudantes relataram estar melhor preparados(as) para a exposição por considerar que uma atividade que foi desenvolvida por etapas permitiu um melhor aproveitamento e aprendizado permitindo assim um maior domínio do assunto. O estudo de forma investigativa das condições do rio utilizando diversas ferramentas como proposto por Nicola e Paniz (2016) propiciou a motivação e o interesse favorecendo a apropriação e consolidação dos conteúdos proporcionando segurança das informações obtidas e que foram transmitidas durante a Feira de Ciências.

Os dados coletados pelos(as) estudantes permitiram a produção de gráficos (Figura 23) sobre as coletas realizadas no Rio Murucupi que visualmente facilitaram a compreensão, a discussão e a apresentação no evento. Os(As) estudantes também produziram o material de exposição (Figura 24).

Figura 23: Gráficos produzidos pelos estudantes baseados nos dados coletados com o robô ATHOM OsH



Fonte: Dados coletados pela autora.

Figura 24: Material utilizado na exposição na Feira de Ciências

ESCOLA ESTADUAL EDUARDO ANGELIM
Projeto de Educação Ambiental

Meio Ambiente, ciências e tecnologia na investigação da água da escola Eduardo Angelim e de um afluente do Rio Murucupi

OFICINAS DE ROBOTICA

DADOS DO ATHOM OsH

CONCLUSÕES

ESCOLA ESTADUAL EDUARDO ANGELIM
Projeto de Educação Ambiental

Meio Ambiente, ciências e tecnologia na investigação da água da escola Eduardo Angelim e de um afluente do Rio Murucupi

Introdução

Resultados e Discussão

Objetivos

Material e Método

Referências Bibliográficas

AGRADECIMENTOS

ESCOLA ESTADUAL EDUARDO ANGELIM
Projeto de Educação Ambiental

Meio Ambiente, ciências e tecnologia na investigação da água da escola Eduardo Angelim e de um afluente do Rio Murucupi

ÁGUA

FONTE

USO E DESPERDÍCIO

PROBLEMA

TESTANDO O pH

ESCOLA ESTADUAL EDUARDO ANGELIM
Projeto de Educação Ambiental

Meio Ambiente, ciências e tecnologia na investigação da água da escola Eduardo Angelim e de um afluente do Rio Murucupi

EDUCAÇÃO AMBIENTAL

EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ESCOLA

PRESERVAÇÃO DA ÁGUA

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

AGRADECIMENTOS

Fonte: Dados coletados pela autora.

Como reforçam Scarpa, Sasseron e Silva (2017) o Ensino por investigação por meio das discussões favorece o desenvolvimento da habilidade argumentativa o que “envolve o reconhecimento de afirmações contraditórias e o estabelecimento de relações entre as afirmações e as evidências” (SASSERON; CARVALHO; SILVA, 2017 p. 17). Esta capacidade argumentativa foi observada durante a pesquisa com estes estudantes.

A expectativa e o desejo de fazer uma apresentação de excelência gerou muita ansiedade e pequenos conflitos entre os(as) estudantes. Essa situação requer mediação e orientação pelo docente. Foi notória a busca por preparação e aprofundamento do estudo para domínio do conteúdo por parte dos(as) estudantes que responderam a contento todos os questionamentos realizados pelo público visitante da Feira (Figura 25).

Figura 25 – Estudantes durante a apresentação na Feira de Ciências da escola.



Fonte: Arquivo pessoal.

Essa experiência denota a importância da mediação e coordenação por parte do professor, como afirmam Solino, Ferraz e Sasseron (2015), que “dependerá do grau de liberdade que lhes é dado para que, em grupo, participem de maneira mais ativa na tarefa”.

Os depoimentos após a apresentação demonstram que o projeto foi bem aceito pelos(as) estudantes de modo que contribuiu para o aprendizado. Os(As) estudantes consideraram que a prática educativa vivenciada contribuiu com o aprendizado. Essa constatação fica evidente quando relatam que o monitoramento do rio foi importante. A aproximação do conteúdo da disciplina à realidade em que vivem não apenas motivou o estudo como também estreitou o laço afetivo entre estudantes:

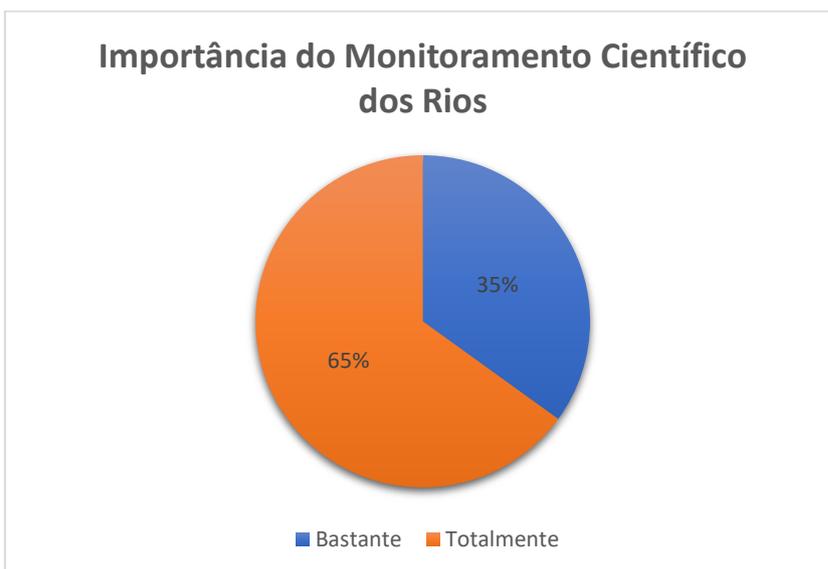
O projeto de educação ambiental da água me ajudou a compreender e descobrir o que realmente está acontecendo com o rio e o quanto é importante a preservação e a conscientização da população não só da

cidade de Barcarena como também do mundo todo. Gostei de participar de tudo. Fazer o OsH nos aproximou como turma, ficamos mais unidos. (Estudante 04, 2019)

O Construcionismo destaca a importância da elaboração e construção de ideias. O compartilhamento de ideias interfere no processo de aprendizagem fato este, observado na interação entre os(as) estudantes na construção do robô (OsH).

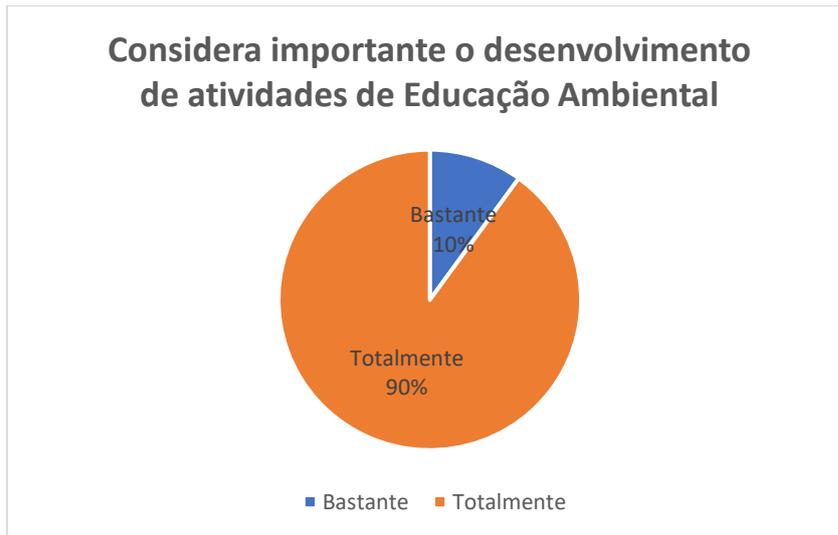
Ao final da intervenção pedagógica os(as) estudantes afirmaram terem aprendido a reconhecer a importância do monitoramento do ambiente aquático (Figura 26) e do desenvolvimento de práticas educativas (Figura 27) que favoreçam a educação ambiental. Em termos gerais, a socialização dos(as) estudantes aumentou progressivamente à medida em que avançavam as atividades, concluindo os desafios que lhes eram apresentados e fazendo novos questionamentos acerca do próximo passo. Destaca-se a melhora na socialização dos(as) estudantes, assim como a emoção e alegria expressadas ao concluírem com sucesso cada etapa.

Figura 26 - Dados da pesquisa sobre o monitoramento científico dos rios



Fonte: Dados coletados pela autora.

Figura 27 - Dados sobre a importância do desenvolvimento de atividades de educação ambiental



Fonte: Dados coletados pela autora.

A mudança de olhar dos(as) estudantes sobre o rio foi notória e a divulgação do trabalho realizado durante meses contribuiu para o aumento da percepção da comunidade escolar e dos visitantes da Feira de Ciências para o entorno da escola. Esses resultados ancoram-se na reflexão de Paulo Freire (2009) quando discorre sobre a experiência transformadora dos(as) professores(as) que reconhecem suas falhas na tarefa formadora ao ignorar o entorno da escola.

De forma unânime, os(as) estudantes disseram acreditar que a proposta desenvolvida contribuiu para a aprendizagem e a indicariam para outros estudantes. Acreditamos que este resultado é em grande medida função do caráter inovador e dinâmico da proposta, que os(as) mantiveram entretidos(as) e estimulados(as) na resolução de problemas, sentindo-se parte do processo de construção de uma solução para a análise da água da escola e do entorno. Como citado por Krasilchik (2008) “O envolvimento do aluno depende da forma de propor o problema e suas instruções[...] enfatiza o aprendizado por meio da descoberta” (KRASILCHIK, 2008 p. 28). Além do mais, as atividades desenvolvidas quebraram a rotina de aulas tradicionais e fizeram pontes com os conteúdos abordados em matemática, física e química possibilitando uma aproximação dos professores dessas disciplinas com o conteúdo e com a turma.

As atividades de Robótica Educacional como a desenvolvida utilizando ao invés de apenas um desafio, uma temática, como proposto por Rusk et al. (2008) permitiu o desenvolvimento dos(as) estudantes agregando conhecimento de uma problemática do cotidiano da turma. As atividades diferenciadas propiciaram motivação na construção do aprendizado de forma investigativa utilizando diversas ferramentas como textos, experiências

de testagem do pH, as condições físico-químicas da água, informações pertinentes aos dados levantados, elaboração das informações e comunicação. As atividades em educação ambiental como reforça Barcelos (2012) necessitam ser elaboradas de forma mais interdisciplinar podendo serem realizadas tanto dentro quanto fora da sala de aula diversificando a abordagem e a discussão dessa temática nas suas “múltiplas dimensões” (BARCELOS, 2012 p. 72 e 73).

Para tanto, os(as) estudantes demonstraram muito envolvimento e busca por informações científicas que dessem suporte à apresentação do trabalho na exposição. Esta atividade mostrou-se ser uma boa forma de avaliar todo o processo. Assim como gerou muito elogio dos visitantes à Feira de Ciências, como ressaltado no depoimento de uma das professoras da escola quando perguntada se o projeto contribuiu para o aprendizado dos(as) estudantes:

Muito, muito mesmo. Percebi o entusiasmo e o domínio na fala deles. Eles adoraram, capricharam na apresentação. Se orgulham do que fizeram. (Professora Coordenadora)

Ao possibilitar o protagonismo dos estudantes na investigação de uma situação problema gerou-se o conflito de ideias, através dos questionamentos e discussões o que possibilitou o desenvolvimento de habilidades como proposto por Sasseron e Carvalho (2011) e que permitiram aos(as) estudantes apropriarem-se dos conteúdos relacionados a temática Água.

O projeto teve como consequência a mudança de olhar sobre a paisagem, como podemos identificar no depoimento de um(a) estudante:

Tia Lú, eu nunca tinha olhado pra (sic) esse rio. Passo todo dia em cima dele. Agora é diferente, hoje vejo o rio. Faço questão de dar uma olhadinha nele. (Estudante 08)

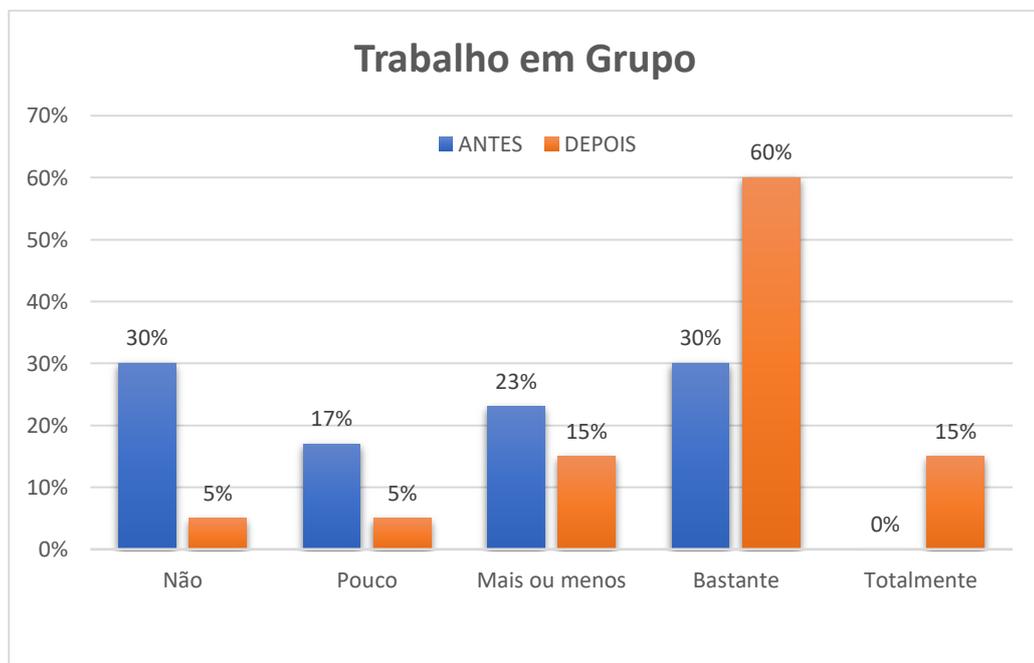
Outro(a) estudante fez referência a uma música paraense (“Esse rio é minha rua” de autoria de Paulo André Barata) que retrata o uso do rio no transporte na região e o resgate da relação com o rio:

Esse rio é a rua de trás da casa do meu avô, andamos de canoa lá. Minha mãe disse que tomava banho nele quando criança. Hoje não dá mais. (Estudante 12)

Para Moran, Masetto e Behrens (2013) “Se os alunos fizerem pontes entre o que aprendem intelectualmente e as situações reais, experimentais e profissionais ligadas aos seus estudos, a aprendizagem será mais significativa, viva e enriquecedora” (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2013 p. 13 e 14).

Quanto ao desenvolvimento de atividades em grupo antes e após a atividade de robótica, um total de 47% dos(as) estudantes não gostavam ou tinham pouca afinidade com as atividades desenvolvidas em equipe. Porém, após a realização da atividade 75% declararam que gostaram (bastante ou totalmente) de participar deste tipo de atividade (Figura 28).

Figura 28 - Avaliação das respostas dos(as) estudantes que declararam gostar de trabalhar em grupo antes (barra na cor azul) e após (barra na cor laranja) o desenvolvimento do projeto



Fonte: Dados coletados pela própria autora.

Estes resultados corroboram com a afirmativa de que a atividade investigativa contribui para aproximar os(as) estudantes do fazer científico como proposto por Scarpa, Sasseron e Silva (2017), possibilitando uma maior “compreensão da ciência e seus processos, quanto para a formação de um cidadão crítico aos assuntos do cotidiano que exijam um posicionamento frente às questões científicas” (SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017 p. 12).

Nos depoimentos coletados após o encerramento do projeto as falas em geral demonstram satisfação em realizá-lo apesar de desafiador, bem como indicam que a atividade contribuiu para o aprendizado e para a relação dos participantes.

“Foi um projeto de educação ambiental sobre a água que trouxe um maior entendimento para todos os alunos. Foi importante para o nosso desenvolvimento e uma melhor compreensão sobre a importância da água.”
(Estudante 07)

“Amei o projeto de educação ambiental sobre a nossa água. Acho que deveriam ocorrer mais atividades deste jeito. A água é um recurso precioso que deveria ser melhor utilizado pela sociedade. A robótica também foi muito legal”.
(Estudante 20)

“Este projeto educação ambiental da água teve como informar as pessoas o quanto é importante a água em nossa região e como a consumimos. Tive dúvida que conseguiria fazer o OsH mas conseguimos foi trabalho de equipe mesmo. Nunca pensei fazer algo assim. Todo mundo veio ver o nosso trabalho, fizeram perguntas, queriam saber como fizemos. Gostei de ver os dados no gráfico, ficou bem legal, me ajudou a entender”. (Estudante 03)

“O projeto Educação Ambiental da água foi muito intuitivo e criativo, um trabalho de grandes descobertas, conseguimos realizar e aprender o que será levado para toda a vida. Certamente foi incrível.” (Estudante 22)

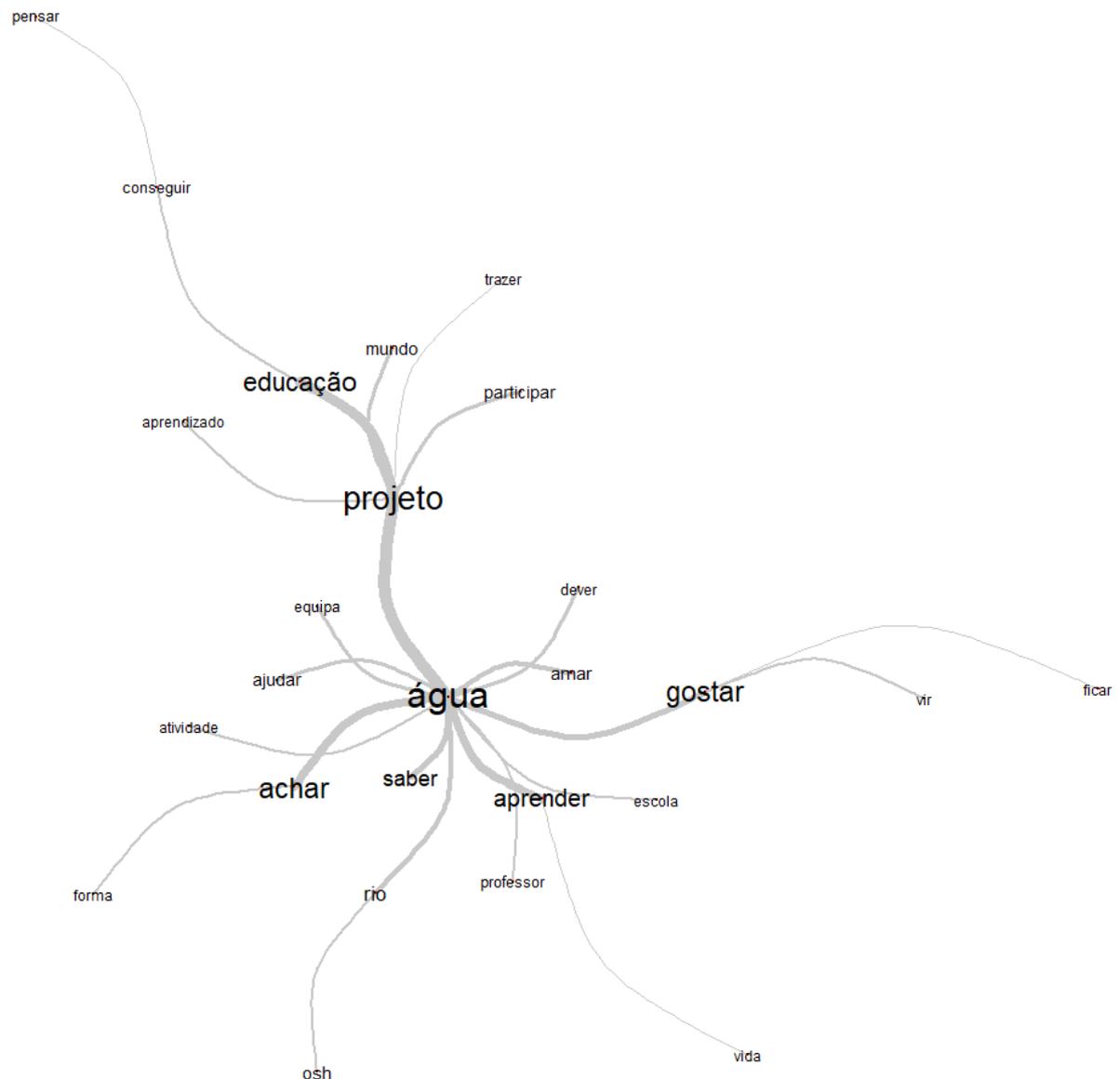
“É um projeto único, aprendemos muito e merecia mais apoio dos órgãos superiores. Se tivéssemos mais condições podíamos ter feito muito mais. Uns se dedicaram mais que os outros que é normal, no final todo mundo ajudou de alguma forma. Acho que todos participaram” (Estudante 14)

Nossos resultados apontam para o discurso de Nicola e Paniz (2016) de que o processo de ensino e de aprendizagem são promovidos quando o recurso didático pedagógico é capaz de

estimular nos estudantes o desejo de participar da construção do conhecimento gerando interesse e motivação.

O texto dos relatos de experiência vivenciado pelos(as) estudantes foram transcritos e analisados sendo apresentados na forma de análise de similitude e nuvem de palavras (Figuras 29 e 30), respectivamente.

Figura 29: Análise de similitude



Fonte: Dados coletados pela autora.

A análise permitiu identificar as palavras com maior ocorrência e as conexões entre as mesmas nos discursos dos(as) estudantes, possibilitando a identificação do conteúdo do *corpus* textual. Observa-se que as palavras que se destacam nos discursos são principalmente: “água”

e “projeto”. Da palavra **água** ramificam-se as palavras: “aprender”, “saber”, “atividade”, “gostar”, “equipe”, “ajudar” e “dever”. Da palavra **projeto** ramificam-se as palavras: “educação”, “mundo”, “participar”, “conseguir” e “aprendizado”. Nas extremidades das ramificações encontram-se as palavras: “professor”, “escola”, “OsH”, “vida” e “pensar”.

Desse modo, pode-se inferir que, de uma forma geral, os discursos dos participantes destacam a temática principal, a água e as diversas atividades realizadas no que foi definido pelos estudantes como projeto. Ou seja, os objetivos propostos foram alcançados. É possível reconhecer a relação da temática ao aprendizado e à afinidade. O conjunto de atividades os permitiu não ficarem restritos à sua localidade, mas abre-se ao “mundo” (Figura 29). Observa-se que a palavra “rio” e o robô (“OsH”) encontram-se conectadas. A descentralização da figura do professor também merece destaque, pois figura em uma ramificação na extremidade, assim como a escola e o robô, onde podemos concluir que a intervenção não teve como principal objetivo a robótica, mais sim a água como eixo norteador de toda a prática. O robô não tem o maior local de destaque, evidenciando que a robótica foi utilizada como uma ferramenta que possibilitou a investigação do rio.

Como afirmam, Sasseron e Carvalho (2011), o ensino por investigação não deve ser centrado na utilização de materiais, mas sim nas atividades que permitem os questionamentos e discussões sobre um fenômeno aproximando os conhecimentos científicos do uso pela sociedade. Evidenciou-se nas atividades desenvolvidas o protagonismo dos(as) estudantes.

Sob a perspectiva da nuvem de palavras (Figura 30), utilizando agora o tamanho destas, podemos observar o destaque para as palavras: “água”, “projeto”, “gostar”, “achar”, “aprender” e “educação”.

Figura 30 – Nuvem de palavras construídas com o discurso dos(as) estudantes após a realização da intervenção pedagógica realizada com o Programa Iramuteq.



Esta figura reforça a temática central do projeto por parte dos(as) estudantes assim como o aprendizado e a aprovação das atividades desenvolvidas. As atividades desenvolvidas alcançaram os eixos estruturantes da Alfabetização Científica.

Estas palavras permearam o discurso de alguns professores que acompanharam direta ou indiretamente alguma fase do projeto. O conteúdo dos discursos aponta para uma mudança perceptiva do cotidiano escolar, onde o que mais chamou a atenção dos professores foram a iniciativa, a produção, a criatividade e a motivação, assim como o material utilizado na construção do robô unindo a robótica e a educação ambiental. Os professores foram unânimes em apontar que o projeto favoreceu a aprendizagem despertando a criatividade e o pensamento crítico sobre a temática água ao ponto de recomendar que esta atividade fosse aplicada em outras instituições de ensino e também nos anos subsequentes, por considerar o projeto inovador e próximo ao cotidiano dos(as) estudantes.

Os professores observaram ainda que o projeto promoveu o interesse pela pesquisa.

“Sim, o projeto despertou de forma direta e indireta o interesse pela pesquisa em áreas do ensino como: matemática, física, química, etc. Gostaria que professores de outras disciplinas se engajassem e participassem.” (Professor 02)

A mensagem que a intervenção pedagógica passou para um dos professores foi de que:

“É possível práticas muito diferenciadas na educação ambiental e da necessidade de incorporar tecnologia às práticas pedagógicas e, dessa forma, ampliar as possibilidades até de escolhas profissionais de nossos alunos para os quais a tecnologia é muito importante.” (Professor 03)

Como mediadora da aprendizagem ressalto que a experiência agregou conhecimento sobre a temática, aprendi muito na interação com os(as) estudantes, com as alternativas encontradas por eles(as) na construção do robô. É uma nova forma de promover a aprendizagem tanto para professores(as) quanto para os(as) estudantes. Tenho muita satisfação com os resultados alcançados.

5.6 – Produto Educacional

Baseada na experiência destas atividades executadas junto aos estudantes da Escola Estadual Eduardo Angelim optou-se pela elaboração de um Roteiro Didático que pudesse orientar professores de Biologia da Educação Básica a desenvolverem atividades de Educação Ambiental diferenciadas, utilizando a robótica educacional com uma abordagem investigativa visando contribuir para a aprendizagem e para o desenvolvimento de uma consciência ambiental crítica sobre a temática água.

A produção do Roteiro Didático sofreu ajustes baseados na experiência de pilotagem da primeira versão elaborada pela pesquisadora e aplicada junto aos(as) estudantes. Os ajustes ocorreram quanto ao tempo programado para o desenvolvimento das atividades, reestruturação da oficina de programação para um formato mais prático e gradativo quanto à complexidade.

Concordamos com Leffa (2008) quanto à avaliação das atividades onde destaca que:

Isso só é possível quando o material é testado com os alunos para o qual se destina, quando então se pode constatar se houve ou não o ponto de contato entre o nível de conhecimento pressuposto pelo material e o nível real do aluno (LEFFA, 2008 p. 39).

Percebemos a importância de elaborar atividades diversificadas a fim de atender afinidades dos(as) estudantes estimulando a participação. Como reforça Barcelos (2012) é importante que as práticas em Educação Ambiental privilegiem a cooperação e não a competição assim como uma das estratégias propostas por Rusk et al. (2008) ao privilegiar as exposições ao invés das competições. Há estudantes com mais habilidade para os equipamentos eletrônicos, outros para a manipulação de material, outros mais criativos, mais comunicativos e assim por diante. O modelo proposto promoveu maior interação social entre os participantes. Observamos conflitos em alguns momentos da elaboração das atividades, mais nunca a falta de respeito. É uma atividade de tentativa, acertos e erros.

A versão readaptada do Roteiro Didático para a aplicação por professores do ensino básico (público-alvo) foi elaborada com a experiência adquirida durante a aplicação em sala de aula e submetida a avaliação por uma banca de 5 professores do Ensino Superior e 10 professores da Educação Básica das redes pública e privada que aceitaram participar da pesquisa após a leitura do material (APÊNDICE I).

Os dados coletados através do questionário (APÊNDICE J) revelam que 80% dos professores do Ensino Superior julgaram que o conteúdo abordado no material é coerente, adequado e que atende as necessidades do público-alvo; 60% acreditam que a distribuição do

conteúdo segue uma sequência didática lógica necessitando de pequena revisão. A tipografia (tipo e tamanho) da letra e a capa foram consideradas atraentes e adequada sendo que 80% concordaram que as imagens e as cores estão adequadas e despertam o interesse do leitor. Os participantes da avaliação aprovaram totalmente a linguagem e o vocabulário adotado considerando adequada, clara e compreensível e 80% responderam que o texto desperta interesse, necessitando de pequena revisão gramatical.

Sobre o alcance motivacional, o tema foi considerado de interesse do público a que se direciona, sendo que 60% dos avaliadores julgaram que o mesmo fornece um suporte básico necessário para a compreensão do tema despertando no leitor motivação tanto para a busca por conhecimento sobre o ensino investigativo quanto para a realização das atividades de investigação propostas. Quanto à metodologia do Ensino de Biologia os especialistas avaliaram que o Roteiro Didático proposto apresenta diferentes estratégias. Um total de 80% dos avaliadores também considerou que o material fornece possibilidades didático-pedagógicas capazes de diversificar as aulas de Biologia com uma abordagem investigativa adequada para o uso por professores de Biologia na sua prática de ensino, necessitando de pequenas revisões.

A maioria (80%) dos professores de Biologia da Educação Básica que aceitaram participar da pesquisa (APÊNDICE L) lecionam na rede pública de ensino. Para 90% dos participantes o material cumpre com o objetivo a que se propõe, estando adequado e coerente ao público-alvo. Também 80% concordam que o objetivo do Roteiro é claro e facilita a compreensão. Para 90% dos participantes da avaliação a distribuição do conteúdo segue uma sequência didática lógica, apresenta uma tipografia da fonte (tipo e tamanho) que favorece a comunicação e a leitura do conteúdo contendo uma capa atraente e adequada. Já, 60% julgaram que as imagens e as cores utilizadas são visivelmente agradáveis à leitura e favorecem o interesse visual.

Quanto à linguagem utilizada no material, 90% a consideraram adequada e que o texto desperta interesse, 80% concordaram que a linguagem se apresenta clara e compreensível; 90% dos participantes da pesquisa consideraram que o conteúdo abordado é de interesse do público-alvo e o leitor se sente motivado a buscar conhecimento sobre o ensino investigativo. Para, 80% dos avaliadores o material apresenta um suporte básico necessário para a compreensão do tema motivando o leitor a realizar atividades de investigação por acreditarem ser factíveis, 90% responderam que a metodologia apresentada possui uma abordagem investigativa e 80% reconheceram que o material apresenta diferentes estratégias metodológicas possibilitando diversificar as aulas de Biologia. Uma porcentagem de 60% dos entrevistados julgou o material

adequado para ser utilizado por professores de Biologia na sua prática de ensino, necessitando de revisão.

A análise dos dados levantados no processo de validação do Roteiro Didático nos permitiu verificar que segundo os professores do Ensino Superior e da Educação Básica o material necessita de pequena revisão. Os tópicos apresentados obtiveram uma aprovação de 60% dos participantes.

Na avaliação dos professores do Ensino Superior deve-se revisar dos seguintes tópicos: distribuição do conteúdo, ao suporte básico sobre o tema, de modo a motivar a busca por conhecimento e a realização de atividades com abordagem investigativa adequando-o para a prática de sala de aula por professores de Biologia.

Na avaliação dos professores do Ensino Básico apenas dois tópicos necessitam ser revisados são: as cores utilizadas nas imagens e adequação para a prática de sala de aula por professores de Biologia.

A versão final contemplará instruções mais detalhadas que possibilitem a execução da prática pedagógica proposta. Essa necessidade de adequação do roteiro é prevista por Leffa (2008) quando trata do ciclo recursivo na elaboração de um roteiro didático destinado a ser utilizado por outro professor.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração do produto pedagógico baseado na vivência adquirida na elaboração e na execução em sala de aula visou contribuir para a iniciação científica dos estudantes do 3º do Ensino Médio da Escola Estadual Eduardo Angelim. O material foi desenvolvido de forma a contemplar os três eixos estruturantes da alfabetização científica proposta por Sasseron e Carvalho (2011), ao possibilitar que os(as) estudantes aplicassem e compreendessem termos e conceitos científicos relacionados à temática Água; permitindo-os vivenciarem uma prática investigativa relacionando ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente visando contribuir com um futuro sustentável.

O trabalho desenvolvido com os(as) estudantes nesta pesquisa apesar de desafiador foi muito gratificante. Poucas vezes presenciei tanto envolvimento em uma prática pedagógica desde que me tornei professora. As atividades ocorreram de forma dinâmica, com participação efetiva, interação e envolvimento dos participantes durante as atividades, o que gerou uma maior aproximação entre os(as) envolvidos(as).

Possibilitar o protagonismo dos estudantes no processo de aprendizagem dentro desta intervenção permitiu o desenvolvimento de habilidades e competências. Aproximá-los do fazer científico certamente contribuiu para um posicionamento crítico quanto às questões ambientais contribuindo para uma sociedade mais pa

REFERÊNCIAS

ABREU, Márcia L. C., PINTO, Carla S. S. **A construção de conceitos físicos através de atividades lúdicas na robótica com os alunos da Educação Básica**. Resumos Expandidos do VI Seminário Mídias & Educação do Colégio Pedro II: “Dispositivos Móveis e Educação”. Número 1, 2015. Disponível em: <http://www.cp2.g12.br/ojs>. Acesso: 17 abril de 2019.

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 2019.

Arduino. <http://www.arduino.cc>, acesso em 26 fev. 2019.

ARENDDT, Ronald João Jacques. Construtivismo ou construcionismo? Contribuições deste debate para a Psicologia Social. Estudos de Psicologia 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epsic/v8n1/17230.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2020.

AZEVEDO, Maria Nizete de. **Ensinar Ciências e Pesquisa-Ação: Saberes Docentes em Elaboração**. Jundiaí, Paco Editorial:2013. 216p.

BACCI, Denise de La Corte; PATACA, Ermelinda Moutinho. **Educação para a água**. 2008. Estudos Avançados 22. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a14.pdf>. Acesso em: 02 março de 2019.

BALDOW, Rodrigo; SILVA JÚNIOR, Luiz Alberto; LEÃO, Marcelo Brito Carneiro. **Análise de Tendências sobre Robótica em congressos da área de Ensino de Ciências** XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0810-1.pdf>. Acesso: 17 abril de 2019.

BARBOSA E SILVA, Rodrigo; BLIKSTEIN, Paulo. **Robótica Educacional: experiências inovadoras na educação brasileira**. Série Tecnologia e inovação na educação brasileira. Porto Alegre: Penso, 2020. 299p.

BARCELOS, V. **Educação Ambiental: Sobre princípios, metodologias e atitudes**. 4ª Edição. Ed. Vozes, 2012

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei número 9394, 20 de dezembro de 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em 02 março de 2019.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/bncc-ensino-medio>, acesso em 02 março de 2019.

BRASIL. **Programa Nacional de Educação Ambiental**. Brasília: Ministério da Educação/Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm acesso em 02 março de 2019.

BRASIL, IBGE - **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) Contínua – Educação 2019 do IBGE.** Disponível em: (https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101736_informativo.pdf). Acesso em: 13 agosto de 2020.

BECKER, F. **O que é construtivismo?** Disponível em: <https://docplayer.com.br/9524353-Fernando-becker-o-que-e-construtivismo.html>. Acesso em: 05 março de 2019.

BORTONI-RICARDO, Stella M., **O professor pesquisador: introdução à pesquisa qualitativa.** 1ª Ed. 3ª Reimpressão. 2013.

CARNEIRO, Moaci Alves. **LDB fácil: leitura crítico-compreensiva**, artigo a artigo. 18ª ed. Atualizada e ampliada. Petrópolis, RJ: Vozes. 2011.

CASCINO, Fabio. **Educação Ambiental: princípios, história, formação de professores.** Editora Senac. São Paulo. 1999.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **O que é interdisciplinaridade?** / Ivani Fazenda (org.) São Paulo: Cortez, 2008. Disponível em: <https://filosoficabiblioteca.files.wordpress.com/2013/11/fazenda-org-o-que-c3a9-interdisciplinaridade.pdf>. Acesso em: 09 setembro de 2020.

FERNANDES, Manassés., SANTOS, Camila A. M., SOUZA, Edmar E. P., FONSECA, Marcos G., **Robótica educacional: Uma ferramenta para ensino de lógica de programação no ensino fundamental.** VII Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2018). Anais do XXIV Workshop de Informática na Escola, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.wie.2018.315>. Acesso em: 17 fevereiro de 2020.

FRACALANZA, Hilário **As pesquisas sobre Educação Ambiental no Brasil.** TAGLIEBER, J.E. e GUERRA, A.F.S. (orgs.) *Pesquisa em Educação Ambiental: pensamentos e reflexões de pesquisadores em Educação Ambiental.* Pelotas: Editora Universitária/ UFPel, 2004. p. 55-77.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa.** São Paulo. Paz e Terra. Coleção Leitura. 2009.

GUIMARÃES, M. **Educação ambiental: no consenso um debate?** Campinas, Papyrus, 2000.

KALIL, Fahad; HERNANDEZ, Helton; ANTUNEZ, Mateus Felipe; OLIVEIRA, Kevin; FERRONATO, Nelson; SANTOS, Márcia Rodrigues; Promovendo a robótica educacional para estudantes do ensino médio público do Brasil. Nuevas Ideas em Informática, 2013 Disponível em: <http://www.tise.cl/volumen9/TISE2013/739-742.pdf> Acesso em: 19 junho de 2020

KRASILCHIK, M. – **Prática de Ensino de Biologia.** 4ª edição- 2ª reimpressão. São Paulo, EDUSP, 2008.

LEFFA. V. J. **Como produzir materiais para o ensino de línguas.** Disponível em: http://www.leffa.pro.br/textos/trabalhos/prod_mat.pdf .Acesso em: 10 fevereiro de 2020.

LOPES, Daniel Q.; FAGUNDES, Lea C.; As Construções Microgenéticas e o Design em Robótica Educacional - Novas Tecnologias na Educação, 2006 Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/download/14150/8085>. Acesso em: julho de 2020.

MAISONNETTE, R.; **A utilização dos recursos informatizados a partir de uma relação inventiva com a máquina: a robótica educativa**. In. Proinfo -Programa Nacional de Informática na Educação –Paraná. 2002. Disponível em: <[www. Proinfo.gov.br](http://www.proinfo.gov.br)>. Acesso em: 20 fevereiro de 2019.

MAFRA, José Ricardo, ARAÚJO, Carlos Alberto P., SANTOS, Juliana da P., MEIRELLES, Juliane C. **Ensino de Matemática e a Robótica Educacional: uma proposta de investigação tecnológica na Educação Básica**. REMATEC/Ano 12/n. 26, p. 100-114. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2017.n26.p%p.id113>. Acesso em: 18 fevereiro 2019.

MARANDINO, Marta; SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Márcia Serra, **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos** – São Paulo: Cortez, 2009

MARCATTO, Celso, **Educação ambiental: conceitos e princípios** - Belo Horizonte: FEAM, 2002. 64 p.

McROBERTS, Michael. **Arduino Básico**. São Paulo. Novatec Editora Ltda. 2015.

MINAYO, Maria Cecília de S.; SANCHES, Odécio, **Quantitativo-Qualitativo: Oposição ou Complementaridade?** Cad. Saúde Públ., Rio de Janeiro, 1993 p. 239-248. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/csp/v9n3/02.pdf>. Acesso em: 12 abril de 2020.

MIRANDA, Leonardo C., SAMPAIO, Fábio F., BORGES, José Antônio S. **Robofácil: especificação e implementação de um kit de robótica para a realidade educacional brasileira**. Revista Brasileira de Informática na Educação, 18º volume, Número 3, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5753/rbie.2010.18.03.46>. Acesso em: março de 2019.

MORAN, José Manouel. MASETTO, Marcos T. BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 21ª ed. Ver. E atual. – Campinas, SP: Papyrus, 2013.

MORAN, José. Mudando a educação com metodologias ativas. Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. Vol. II Carlos Alberto de Souza e Ofelia Elisa Torres Morales (orgs.). PG: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015. Disponível em: http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/mudando_moran.pdf. Acesso em: 27 maio de 2020.

MORALES, Andréa C., GIACOMELLI, Patrícia, COSTA, Gabriela M., **Relações entre a Robótica Educacional e a Física do Ensino Médio**. Scientia Cum Industria, V.5, P121 – 128, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320072964_Relacoes_entre_a_Robotica_Educacional_e_a_Fisica_do_Ensino_Medio Acesso em: 20 fevereiro de 2019.

MORAES, Roque. **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000.

MORAES, Carolina Roberta; VARELA, Simone. Motivação do aluno durante o processo de ensino-aprendizagem. Revista Eletrônica de Educação. Ano I, No. 01, ago. / dez. 2007.

Disponível em:

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55285815/MOTIVACAO_DO_ALUNO_DURANTE_O_PROCESSO_DE_ENSINOAPRENDIZAGEM.pdf Acesso em: 18 agosto de 2020.

NICOLA, Jéssica Anese; PANIZ, Catiane Mazocco. **A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de ciências e biologia.** *Infor*, São Paulo/SP, v. 2, n. 1, p.355-381, 2016. ISSN 2525-3476. Disponível em: <https://ojs.ead.unesp.br/index.php/nead/article/view/infor2120167>. Acesso em: 08 maio de 2019.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática.** Edição Revisada. Artmed, Porto Alegre, 2008

PEREIRA, Karine Ribas; CAVERDINI, Patrícia; BERTAGNOLLI, Silvia de Castro **Estimulando a aprendizagem com a robótica educativa.** XVII Simpósio Internacional de Informática Educativa. SIIE, 2016, p. 207-210 Disponível em: <http://siie15.ese.ips.pt/ATASdoSIIE15.pdf>. Acesso em: 23 março de 2019.

PEREZ, Olívia Cristina. **O que é Interdisciplinaridade? Definições mais comuns em Artigos Científicos Brasileiros.** *Interseções*: Rio de Janeiro, v. 20 n. 2, p. 454-472, 2018. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/intersecoes/article/view/39041>. Acesso em: 09 setembro de 2020.

RIBEIRO, Isis B. M., RIBEIRO, Engrácia B. M. e RIBEIRO, Alberto Jorge C. **Robótica Educacional como ferramenta didática no fomento à motivação do ensino-aprendizagem.** Anais do IV Congresso Nacional de Educação – CONEDU. 2017. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2017/TRABALHO_EV073_MD1_SA19_ID8638_24092017132230.pdf. Acesso em: 25 março de 2019.

ROSITO, Berenice Alvares. **O ensino de Ciências e a experimentação.** In: MORAES, Roque (Org.). *Construtivismo e ensino de ciências: Reflexões epistemológicas e metodológicas.* 3ª ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008. p.195-208.

RUSK, Natalie; RESNICK, Mitchel; BERG, Robbie; PEZALLA-GRANLUND, Margaret. **New pathways into robotics: strategies for broadening participation.** *Journal of Science Education and Technology*, v.17, n1, p. 59 -69, 2008. Disponível em: <https://web.media.mit.edu/~mres/papers/NewPathwaysRoboticsLLK.pdf>. Acesso em: 23 abril de 2020

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. **Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica.** *Investigações em Ensino de Ciências – V16*, p. 59-77, 2011. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/844768/mod_resource/content/1/SASSERON_CARVALHO_AC_uma_revis%C3%A3o_bibliogr%C3%A1fica.pdf. Acesso em: 10 setembro de 2020.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. **Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação.** *Estudos Avançados* vol. 32 n.94 São Paulo, 2018

SCARPA, Daniela Lopes; SASSERON, Lúcia Helena; SILVA, Maíra Batistoni. **O Ensino por Investigação e a Argumentação em Aulas de Ciências Naturais**. Tópicos Educacionais, Recife, v. 23, n.1, p.7-27, jan/jun. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/topicoseducacionais/>. Acesso em: 16 maio de 2020.

SCARPA, Daniela Lopes; SILVA, Maíra Batistoni. **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. Ana Maria Pessoa de Carvalho (org.) – São Paulo: Cengage Learning, 2017

SILVA, Flávia Adriane Oliveira. **Por uma gestão das águas na Bacia Hidrográfica do Rio Murucupi- Barcarena-PA**. Dissertação (Mestrado). 2012. Disponível em: <http://docplayer.com.br/72886966-Por-uma-gestao-das-aguas-na-bacia-hidrografica-do-rio-murucupi-barcarena-pa.html>. Acesso em: 20 março de 2019.

SILVA, Alzira F. **RoboEduc: uma metodologia de aprendizado com robótica educacional**. Natal, RN, 2009. Tese (Doutorado). Disponível em: <ftp://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/btd/AlziraFS.pdf>. Acesso em: 20 março de 2019.

SILVEIRA, Felipa Pacífico Ribeiro de Assis. **A Educação Ambiental no Ensino de Biologia**. Trabalho apresentado no I Encontro Ibero-americano sobre Investigação em Educação em Ciências, Burgos, Espanha, 2002. Disponível em: http://www.epea.tmp.br/epea2001_anais/pdfs/plenary/tr25.pdf. Acesso em: 20 março de 2019.

SILVEIRA-JÚNIOR, Carlos R., COELHO, Jeovane D., SANTOS, Lays S. **Robótica nas aulas de matemática do Ensino Médio: uma proposta educacional e de baixo custo**. Experiências em Ensino de Ciências V.12, Nº 5. 2017.

SOLINO, Ana Paula; FERRAZ, Arthur Tadeu; SASSERON, Lúcia Helena. **Ensino por Investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares**. XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2015 Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/276295141>

SOUZA, Kellcia Rezende; KERBAUY, Maria Tereza Miceli, **Abordagem quanti-qualitativa: superação da dicotomia quantitativa-qualitativa na pesquisa em educação**. Educação e Filosofia, Uberlândia, v. 31, n. 61, p. 21-44, jan./abr. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/REVEDFIL.issn.0102-6801.v31n61a2017-p21a44>. Acesso em: 22 março de 2020.

THIESEN, Juarez da Silva. **A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem**. Revista Brasileira de Educação v. 13 n. 39 set./dez. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782008000300010>. Acesso em: 09 set. 2020.

TRAVASSOS, Edson Gomes. **A educação ambiental nos currículos: dificuldades e desafios** Revista de Biologia e Ciências da Terra, vol. 1, n. 2, 2001 Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50010202>. Acesso em: 20 abril de 2019.

TRIVELATO, S. L. F. TONIDANDEL, P. S. M. **Ensino por Investigação: eixos organizadores para sequências de Ensino de Biologia**. Revista Ensaio. Belo Horizonte, v.17

n.especial, p. 97-114. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00097.pdf>. Acesso em: 20 abril de 2019.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução: Paulo Bezerra São Paulo: Martins Fontes, 2000.

ZILLI, Silvana do R., **A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Prática**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Florianópolis. 2004. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/86930>. Acesso em: 12 março de 2019.

ANEXO

ANEXO A

UFPA - INSTITUTO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARÁ



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Proposta de Ensino Investigativo em Educação Ambiental no Ensino Médio utilizando robótica e espaços não formais de aprendizagem

Pesquisador: LUCIANA MONTEIRO DA COSTA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 30999619.8.0000.0018

Instituição Proponente: Instituto de Ciências Biológicas

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.085.802

Apresentação do Projeto:

A água enquanto elemento importante para a manutenção da vida e do equilíbrio biológico é um tema complexo e que exige uma exploração contextualizada e interdisciplinar por parte do professor. A conexão do conhecimento a situações reais e ao uso de tecnologias é uma das exigências na formação atual do estudante do ensino médio, ao mesmo tempo em que desafia a prática do professor. Propõem-se o desenvolvimento de uma pesquisa qualitativa sobre o uso da robótica pedagógica e de uma aula de campo em um aflente do Rio Murucupi, situado no entorno da Escola Estadual Eduardo Angelim, no município de Barcarena-PA, região norte brasileira. Partindo de uma visão integrada do ambiente e dos conhecimentos prévios e adquiridos, pelos estudantes, eles serão desafiados a proporem soluções para a construção de um braço robótico que sirva de apoio a eletrodos que medem a temperatura, a turbidez e o pH da água do rio, evitando assim, o contato direto das mãos com a água do Murucupi. A proposta de pesquisa aborda o ensino investigativo dentro da realidade do estudante, que além de desenvolver o braço robótico, também irá produzir uma maquete com a paisagem do entorno da escola. Ao final, o estudante terá realizado uma investigação dos conhecimentos de química (pH e turbidez), física (temperatura), biologia (turbidez e paisagem/ecossistema), matemática (elaboração de gráficos e tabelas com os resultados obtidos na coleta de campo), geografia (localização da escola em mapa, escala de elementos de paisagem) e divulgação (exposição dos trabalhos na Feira de Ciências da

Endereço: Rua Augusto Corrêa nº 01- Campus do Guamá ,UFPA- Faculdade de Enfermagem do ICS - sala 13 - 2º and.
Bairro: Guamá **CEP:** 66.075-110
UF: PA **Município:** BELEM
Telefone: (91)3201-7735 **Fax:** (91)3201-8028 **E-mail:** cepccs@ufpa.br

APÊNDICES

APÊNDICE A – Produto Educacional

Acesso pelo endereço:

https://drive.google.com/file/d/1jsz4ZeV9T_F6VzL1D_WEqwROk9e5jf3r/view?usp=sharing

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO EM BIOLOGIA**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada " Uso da robótica como ferramenta de ensino de Educação Ambiental no Ensino Médio ”, que se propõe levantar aspectos relevantes ao Ensino de Biologia com auxílio da Robótica Educacional , sob a responsabilidade das pesquisadoras: Profa. Dra. Jussara Moretto Martinelli Lemos (orientadora), Profa. Dra Luciana Pereira Xavier (co-orientadora) e Luciana Monteiro da Costa (mestranda), vinculados à Universidade Federal do Pará – UFPA. Nesta pesquisa nós estamos buscando compreender mecanismos de ensino-aprendizagem que a Robótica Educacional possui como recurso pedagógico motivacional nas aulas de Educação Ambiental no Ensino Médio e as principais potencialidades de validação deste instrumento para o Ensino de Biologia.

A sua colaboração na pesquisa será preencher o questionário com as perguntas norteadoras para a realização da pesquisa. Em nenhum momento você será identificado, o risco que poderá ter é você sentir-se constrangido ou incomodado com alguma pergunta, caso isso ocorra você não precisará responder. Os resultados da pesquisa serão publicados em revista científica e ainda assim a sua identidade será preservada. Você não terá gasto ou ganho financeiro por participar dessa pesquisa. Os benefícios serão de natureza acadêmica, com um estudo estatístico sobre os resultados obtidos. Caso aceite participar, você será livre para deixar de responder ao questionário a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação. Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.

Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: **Jussara Martinelli Lemos (orientadora), Luciana Xavier (co-orientadora) e Luciana Costa (orientanda)** por meio da Coordenação do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) do Instituto de Ciências Biológicas (ICB) da Universidade Federal do Pará (UFPA): Av. Perimetral, 2224, Campus Guamá, Belém-PA CEP: 66075-110; Fone: (91) 3201-7102. Bem como, com o CEP/ICS (Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Pará (CEP-ICS/UFPA) – Complexo de Sala de Aula/ICS – Sala 13 – Campus Universitário, nº 01, Guamá. CEP: 66.075-110 – Belém-Pará. Telefone: (91) 3201-8349 ; E-mail: cepccs@ufpa.br)

Belém, ____ de _____ de ____.

Assinatura do pesquisador

Eu, _____ aceito participar da pesquisa citada acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido(a).

Participante da pesquisa

APÊNDICE C – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO EM BIOLOGIA

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Senhor(a) responsável você está sendo consultado sobre a possibilidade de seu filho(a) participar da pesquisa intitulada " Uso da robótica como ferramenta de ensino de Educação Ambiental no Ensino Médio.", que se propõe levantar aspectos relevantes ao Ensino de Biologia através da utilização da Robótica Educacional sob a responsabilidade das pesquisadoras: Profa. Dra. Jussara Moretto Martinelli Lemos (orientadora), Profa. Dra. Luciana Pereira Xavier (co-orientadora) e Luciana Monteiro da Costa (mestranda), vinculados à Universidade Federal do Pará – UFPA. Nesta pesquisa nós estamos buscando compreender mecanismos de ensino-aprendizagem que a Robótica Educacional possui como recurso pedagógico nas aulas de Educação Ambiental no Ensino Médio, além da validação deste instrumento para o Ensino de Biologia.

A colaboração do(a) aluno(a) será preencher o questionário com as perguntas norteadoras para a realização da pesquisa. Essa atividade ocorrerá nas dependências da escola sob a supervisão de um professor. Em nenhum momento o(a) aluno (a) será identificado(a). O risco que poderá ter é do estudante sentir-se constrangido ou incomodado com alguma pergunta, caso isso ocorra o estudante não precisará responder. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a sua identidade será preservada. Você e o(a) aluno(a) não terão gasto ou ganho financeiro por participar da pesquisa. Os benefícios serão de natureza acadêmica com um estudo estatístico dos resultados. Você é livre para decidir se seu(sua) filho(a) colaborará com a pesquisa sem nenhum prejuízo ou coação. Uma via original deste Termo de consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.

Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: **Jussara Martinelli Lemos (orientadora), Luciana Xavier (co-orientadora) e Luciana Costa (orientanda)** por meio da Coordenação do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) do Instituto de Ciências Biológicas (ICB) da Universidade Federal do Pará (UFPA): Av. Perimetral, 2224, Campus Guamá, Belém-PA CEP: 66075-110; Fone: (91) 3201-7102. Bem como, com o CEP/ICS (Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Pará (CEP-ICS/UFPA) – Complexo de Sala de Aula/ICS – Sala 13 – Campus Universitário, nº 01, Guamá. CEP: 66.075-110 – Belém-Pará. Telefone: (91) 3201-8349 ; E-mail: cepccs@ufpa.br

Belém, ____ de _____ de ____.

Assinatura do pesquisador

Eu, _____ autorizo que meu/minha filho(a) _____ participe do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Assinatura do responsável

APÊNDICE D – Primeiro Questionário aplicado aos(as) estudantes participantes da pesquisa



QUESTIONÁRIO 1



Este questionário objetiva relacionar o conteúdo didático de “Água” e atividades/ferramentas auxiliares no Ensino de Biologia. Os dados obtidos poderão ser utilizados em uma Dissertação de Mestrado, e posteriormente poderá ser publicado. Nenhuma informação pessoal que possibilite a sua identificação será divulgada.

Data: ____ / ____ / ____ Escola Estadual de Ensino F. M. Eduardo Angelim

Qual o seu gênero? () Masculino () Feminino

Qual a sua idade? _____

Para cada pergunta na tabela, marque com um **X**, um número de **1** (nada ou não) a **5** (totalmente ou sim) que melhor a responde, utilize a escala apresentada abaixo.

Escala de Respostas



Perguntas

Respostas

- | | | |
|----|--|--------------------------|
| 1 | Quanto você se interessa por Biologia? | 1() 2() 3() 4() 5() |
| 2 | Quanto você gosta do conteúdo sobre a Água? | 1() 2() 3() 4() 5() |
| 3 | Quanto você sente dificuldade para compreender o conteúdo de características físico-química da Água em sala durante as aulas? | 1() 2() 3() 4() 5() |
| 4 | Sobre as características da água, você compreende o conceito de pH? | 1() 2() 3() 4() 5() |
| 5 | Sobre as características da água, você compreende o conceito de poluição? | 1() 2() 3() 4() 5() |
| 6 | Sobre as características da água, você compreende o conceito de água potável? | 1() 2() 3() 4() 5() |
| 7 | Sobre as características da água, você compreende o conceito solubilidade? | 1() 2() 3() 4() 5() |
| 8 | Você conhece de onde vem (fonte) da água utilizada nas suas atividades do dia a dia em casa e na escola? | 1() 2() 3() 4() 5() |
| 9 | A água utilizada em sua casa recebe tratamento para ser consumida? | S() N() |
| 10 | Sobre a robótica educacional, você já ouviu falar deste tipo de atividade? | S() N() |
| 11 | Sobre o uso da robótica na educação, você já participou de alguma atividade deste gênero? | S() N() |
| 12 | O quanto você acredita que este tipo de atividade pode contribuir com a educação? | 1() 2() 3() 4() 5() |
| 13 | Quanto você correlaciona o conteúdo de Biologia com o seu dia a dia (meio ambiente, uso de remédios, alimentos, roupas, produtos de higiene, etc)? | 1() 2() 3() 4() 5() |
| 14 | Sobre a qualidade, você compreende o conceito de pH? | 1() 2() 3() 4() 5() |

- 15 Em sala de aula, você se mostra participativo (pergunta ao professor, se aplica nas1()2()3()4()5() atividades propostas, etc) durante a aula?
- 16 Quanto você gosta de trabalhar em grupo? 1()2()3()4()5()
- 17 Quanto você se sente motivado em assistir as aulas de Biologia? 1()2()3()4()5()
- 18 Quando você realiza atividades/exercícios de Biologia se sente motivado? 1()2()3()4()5()
- 19 Você já participou de atividades lúdicas em sala de aula (como jogos educacionais, gincanas, caça-ao-tesouro, teatro, etc)? obs: se não participou pule para a pergunta 13. S() N()
- 20 Se já participou, quanto você se sentiu à vontade? 1()2()3()4()5()
- 21 Se já participou, quanto você sentiu que lhe auxiliou na aprendizagem? 1()2()3()4()5()
- 22 Se não participou, você gostaria de ter participado? S() N()
- 23 Você acha que atividades auxiliares do ensino (como jogos educacionais, brincadeiras com regras, competições, etc) podem ajudar na aprendizagem de Biologia? S() N()

APÊNDICE E – Segundo Questionário aplicado aos(as) estudantes participantes da pesquisa



QUESTIONÁRIO 2



Este questionário objetiva relacionar o conteúdo didático de “Água” e atividades/ferramentas auxiliares no Ensino de Biologia. Os dados obtidos poderão ser utilizados em uma Dissertação de Mestrado, e posteriormente poderá ser publicado. Nenhuma informação pessoal que possibilite a sua identificação será divulgada.

Data: ____ / ____ / ____ Escola Estadual de Ensino F. M. Eduardo Angelim

Qual o seu gênero? _____ Qual a sua idade? _____

Para cada pergunta na tabela, marque com um **X**, um número de **1** (nada ou não) a **5** (totalmente ou sim) que melhor a responde, utilize a escala apresentada abaixo.

Escala de Respostas



Perguntas

Respostas

- | | |
|--|--|
| <p>1 Após o desenvolvimento do projeto quanto você se interessa pelo conteúdo que envolve água?</p> <p>2 Quanto você acredita que o projeto contribuiu para o seu aprendizado?</p> <p>3 Quanto você acredita que a robótica contribuiu para o seu aprendizado?</p> <p>4 Sobre a importância do monitoramento científico do rio o quanto você considera importante?</p> <p>5 Sobre as características da água, você compreende o conceito de poluição?</p> <p>6 Sobre as características da água, você compreende o conceito de água potável?</p> <p>7 Sobre as características da água, você compreende o conceito solubilidade?</p> <p>8 Você conhece de onde vem (fonte) da água utilizada nas suas atividades do dia a dia em casa e na escola?</p> <p>9 O quanto você julga importante o desenvolvimento de atividades de educação ambiental?</p> <p>10 O quanto você acredita que este tipo de atividade pode contribuir com a educação?</p> <p>11 Quanto você gostou de trabalhar em grupo?</p> <p>12 Quanto você se sente motivado a participar de projetos como este?</p> <p>13 Quanto você se sente motivado a assistir as aulas de Biologia?</p> <p>14 Você indicaria este tipo de atividade para os alunos de 2020?</p> | <p>a1()2()3()4()5()</p> <p>1()2()3()4()5()</p> |
|--|--|

Utilize o espaço abaixo e escreva um texto sobre sua opinião (aspectos positivos e negativos) sobre o projeto.

APÊNDICE F – Questionário aplicado aos(as) professores e técnicos



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE MESTRADO EM ENSINO DE BIOLOGIA, EM REDE,
PROFISSIONAL**

Proposta de Ensino Investigativo em Educação Ambiental no Ensino Médio utilizando robótica e espaços não formais de aprendizagem

Luciana Monteiro da Costa, Luciana Xavier & Jussara Lemos

Percepção dos professores e equipe técnica da Escola Estadual Eduardo Angelim a respeito do trabalho desenvolvido

OBJETIVOS

- ✓ Verificar qual a percepção da equipe de professores e técnicos da escola quanto à eficiência do trabalho desenvolvido com os alunos do 3º ano do Ensino Médio.
- ✓ Descrever em que (ou quais) a atividade desenvolvida promoveu o ensino aprendizagem utilizando o método de investigação tendo os estudantes como protagonistas, e em que medidas o trabalho pode ser aperfeiçoado.

A dedicação de seu tempo ao responder as questões a seguir irá colaborar na melhoria do ensino-aprendizagem na Escola Estadual Eduardo Angelim, uma vez que, sua opinião será levada em consideração para as reflexões sobre as atividades desenvolvidas junto ao PROFBIO-UFPA. Quaisquer dúvidas ou sugestões, contactar a principal autora do trabalho, Prof.^a Luciana M. Da Costa, lumcostabio@yahoo.com

**ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA BASEADA EM
CINCO COMPONENTES (RUIZ et al, 2014)**

1. Identificação:

Nome: _____

Cargo: _____

Disciplina: _____

- 2. Percebeu mudança no cotidiano escolar a partir da implementação e durante o desenvolvimento do projeto promovido pelo PROFBIO-UFPA na escola? Qual (quais)? Detalhar.** _____
- _____

3. O que mais chamou sua atenção em relação a esse projeto? Por quê?

4. O que mudaria para melhorar o que não gostou?

5. Que mensagem o projeto desenvolvido passou para você?

6. Houve pouca, suficiente ou muita atividade envolvida para execução do projeto pelos estudantes?

7. Você foi envolvido na atividade? Participaria novamente em um momento futuro ou gostaria de participar?

8. Houve alguma dificuldade no contexto pedagógico que gostaria de compartilhar?

9. Houve algo, no decorrer da atividade que considera irritante ou ofensivo?

10. A linguagem utilizada durante a realização das atividades foi discriminatória?

11. Quanto você acredita que o projeto “**Proposta de Ensino Investigativo em Educação Ambiental no Ensino Médio utilizando robótica e espaços não formais de aprendizagem**” contribuiu para o aprendizado dos alunos do Ensino Básico?

12. Recomendaria que algum professor próximo a você realizasse essa atividade em sua respectiva escola? Por quê?

13. Que mensagem gostaria de deixar caso fosse iniciada essa atividade no próximo ano na escola que trabalha?

APÊNDICE G – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aos professores e técnicos em Educação



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO EM BIOLOGIA**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado professor(a), você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada " Uso da robótica como ferramenta de ensino de Educação Ambiental no Ensino Médio ", que se propõe levantar aspectos relevantes ao Ensino de Biologia com auxílio da Robótica Educacional , sob a responsabilidade das pesquisadoras: Profa. Dra. Jussara Moretto Martinelli Lemos (orientadora), Profa. Dra Luciana Pereira Xavier (co-orientadora) e Luciana Monteiro da Costa (mestranda), vinculados à Universidade Federal do Pará – UFPA. Nesta pesquisa nós estamos buscando compreender mecanismos de ensino-aprendizagem que a Robótica Educacional possui como recurso pedagógico motivacional nas aulas de Educação Ambiental no Ensino Médio e as principais potencialidades de validação deste instrumento para o Ensino de Biologia.

A sua colaboração na pesquisa será preencher o questionário com as perguntas norteadoras para a realização da pesquisa. Em nenhum momento da divulgação dos dados da pesquisa você será identificado, o risco que poderá ter é você sentir-se constrangido(a) ou incomodado(a) com alguma pergunta. Caso isso ocorra basta não responder a pergunta. Os resultados da pesquisa serão publicados em revista científica e ainda assim a sua identidade será preservada. Você não terá gasto ou ganho financeiro por participar dessa pesquisa. Os benefícios serão de natureza acadêmica, com um estudo estatístico sobre os resultados obtidos. Caso aceite participar, você será livre para deixar de responder ao questionário a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação. Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.

Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: **Jussara Martinelli Lemos (orientadora), Luciana Xavier (co-orientadora) e Luciana Costa (orientanda)** por meio da Coordenação do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) do Instituto de Ciências Biológicas (ICB) da Universidade Federal do Pará (UFPA): Av. Perimetral, 2224, Campus Guamá, Belém-PA CEP: 66075-110; Fone: (91) 3201-7102. Bem como, com o CEP/ICS (Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Pará (CEP-ICS/UFPA) – Complexo de Sala de Aula/ICS – Sala 13 – Campus Universitário, nº 01, Guamá. CEP: 66.075-110 – Belém-Pará. Telefone: (91) 3201-8349 ; E-mail: cepccs@ufpa.br)

Belém, 10 de dezembro de 2019.

Assinatura do pesquisador

Eu, _____ aceito participar da pesquisa citada acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido(a).

Participante da pesquisa

APÊNDICE H – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dos professores do Ensino Superior e Educação Básica.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO EM BIOLOGIA**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado professor(a), você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada " Uso da robótica como ferramenta de ensino de Educação Ambiental no Ensino Médio ", que se propõe levantar aspectos relevantes ao Ensino de Biologia com auxílio da Robótica Educacional , sob a responsabilidade das pesquisadoras: Profa. Dra. Jussara Moretto Martinelli Lemos (orientadora), Profa. Dra Luciana Pereira Xavier (co-orientadora) e Luciana Monteiro da Costa (mestranda), vinculados à Universidade Federal do Pará – UFPA. Nesta pesquisa nós estamos buscando compreender mecanismos de ensino-aprendizagem que a Robótica Educacional possui como recurso pedagógico motivacional nas aulas de Educação Ambiental no Ensino Médio e as principais potencialidades de validação deste instrumento para o Ensino de Biologia.

A sua colaboração na pesquisa será preencher o questionário com as perguntas norteadoras para a realização da pesquisa. Em nenhum momento da divulgação dos dados da pesquisa você será identificado, o risco que poderá ter é você sentir-se constrangido(a) ou incomodado(a) com alguma pergunta. Caso isso ocorra basta não responder a pergunta. Os resultados da pesquisa serão publicados em revista científica e ainda assim a sua identidade será preservada. Você não terá gasto ou ganho financeiro por participar dessa pesquisa. Os benefícios serão de natureza acadêmica, com um estudo estatístico sobre os resultados obtidos. Caso aceite participar, você será livre para deixar de responder ao questionário a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação. Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.

Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: **Jussara Martinelli Lemos (orientadora), Luciana Xavier (co-orientadora) e Luciana Costa (orientanda)** por meio da Coordenação do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) do Instituto de Ciências Biológicas (ICB) da Universidade Federal do Pará (UFPA): Av. Perimetral, 2224, Campus Guamá, Belém-PA CEP: 66075-110; Fone: (91) 3201-7102. Bem como, com o CEP/ICS (Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Pará (CEP-ICS/UFPA) – Complexo de Sala de Aula/ICS – Sala 13 – Campus Universitário, nº 01, Guamá. CEP: 66.075-110 – Belém-Pará. Telefone: (91) 3201-8349 ; E-mail: cepccs@ufpa.br

Belém, 10 de agosto de 2020.

Assinatura do pesquisador

Eu, _____ aceito participar da pesquisa citada acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido(a).

Participante da pesquisa

APÊNDICE I – Carta de apresentação à Especialistas no processo de validação**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO EM BIOLOGIA**

Estimado(a) Professor(a),

Convidamos-o(a) a participar da nossa pesquisa que visa contribuir com o ensino de Biologia na Educação Básica.

Encaminhamos uma primeira versão de um Roteiro Didático destinado a professores(as) da Educação Básica sobre ensino da temática “Educação Ambiental: Uma proposta investigativa utilizando robótica e espaços não formais de aprendizagem no Ensino Médio”. Foram elaboradas questões, cujas respostas nos auxiliarão a melhorar este produto educacional (Roteiro didático) que será disponibilizado aos(as) professores da rede. No entanto, ninguém melhor do que você, que está na prática diária do ensino, para nos auxiliar neste desafio. Sua identidade será mantida em sigilo e, caso não se sinta confortável ou não deseje responder alguma questão, basta selecionar o local correspondente à resposta. Caso não queira participar, ignore esta mensagem.

O trabalho de Mestrado no qual a análise desses resultados fará parte, será defendido em outubro de 2020 na UFPA. Após ajustes conforme orientação da banca examinadora e sugestões a partir deste formulário, produziremos uma versão final deste material e você receberá uma cópia por e-mail até o final deste ano. Qualquer dúvida, basta entrar em contato com Luciana Monteiro (lumcostabio@yahoo.com) e/ou Dr^a Jussara Lemos (jussara@ufpa.br) e/ou Dr^a Luciana Xavier (lpxavier@ufpa.br).

Este trabalho foi devidamente registrado na Plataforma Brasil (CAAE: 30999619.8.0000.0018) e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da UFPA (parecer substanciado nº 4.085.802)

Atenciosamente, Luciana, Jussara & Luciana.

APÊNDICE J – Questionário de Validação Especialista da área da Educação

INSTRUMENTO DE ANÁLISE DE PRODUTO EDUCACIONAL						
ESPECIALISTAS						
QUESTÕES		RESPOSTAS				
		Concordo Totalmente (1)	Concordo Parcialmente ou Necessita de pequena revisão (2)	Não concordo nem discordo (3)	Discordo ou Necessita de revisão para ser adequado (4)	Discordo Totalmente (5)
1. Quanto ao conteúdo do material						
1.1	O roteiro está adequado ao público-alvo.					
1.2	A distribuição do conteúdo segue uma sequência didática lógica.					
1.3	Atende às necessidades do público-alvo.					
1.4	Existe coerência entre o objetivo e o conteúdo abordado no material.					
2. Quanto ao <i>Layout</i> do material						
2.1	As imagens e cores utilizadas estão adequadas.					
2.2	A tipografia da fonte (tipo e tamanho) favorece a comunicação e a leitura do conteúdo.					
2.3	A distribuição do conteúdo segue uma sequência didática lógica.					
2.4	A capa está atraente e adequada.					
3. Quanto a linguagem do material						
3.1	A linguagem está adequada ao público-alvo					
3.2	A linguagem se apresenta clara e compreensível.					
3.3	O texto desperta interesse.					
3.4	O vocabulário está adequado.					
4. Quanto ao alcance motivacional						
4.1	O leitor se sente motivado a buscar conhecimento sobre Ensino Investigativo.					
4.2	O material apresenta um suporte básico necessário para a compreensão do tema.					
4.3	O conteúdo abordado é de interesse do público-alvo.					
4.4	O leitor se sente motivado a realizar as atividades de investigação por acreditar ser factível.					
5. Quanto a metodologia do Ensino de Biologia						

5.1	Fornecer possibilidades didático-metodológicas para diversificação das aulas.				
5.2	As metodologias apresentadas possuem uma abordagem investigativa.				
5.3	Está adequado para o uso por professores de Biologia na sua prática de ensino.				
5.4	Apresenta diferentes estratégias metodológicas.				
1. No espaço abaixo descreva os aspectos que você considera positivos e negativos do Roteiro Didático, bem como sugestões. Caso não queira responder, marque com X para finalizar a análise.					

APÊNDICE L – Questionário de Validação professores da Educação Básica

INSTRUMENTO DE ANÁLISE DE PRODUTO EDUCACIONAL						
PÚBLICO-ALVO						
QUESTÕES		RESPOSTAS				
		Concordo Totalmente (1)	Concordo Parcialmente ou Necessita de pequena revisão (2)	Não Concordo Nem Discordo (3)	Discordo ou Necessita de revisão para ser adequado (4)	Discordo Totalmente (5)
1. Quanto ao objetivo do material						
1.1	O objetivo é claro facilitando a compreensão do material.					
1.2	O material cumpri o seu objetivo.					
1.3	O objetivo proposto é adequado ao público-alvo.					
1.4	Existe coerência entre o objetivo e o público-alvo.					
2. Quanto a organização do material						
2.1	A distribuição do conteúdo segue uma sequência didática lógica.					
2.2	As imagens e cores utilizadas são visualmente agradáveis à leitura e favorecem o interesse visual.					
2.3	A tipografia da fonte (tipo e tamanho) favorece a comunicação e a leitura do conteúdo.					
2.4	A distribuição do conteúdo segue uma sequência didática lógica.					
2.5	A capa está atraente e adequada.					
3. Quanto a linguagem do material						
3.1	A linguagem está adequada ao público-alvo					
3.2	A linguagem se apresenta clara e compreensível.					
3.3	O texto desperta interesse.					
3.4	O vocabulário está adequado.					
4. Quanto ao alcance motivacional						
4.1	O leitor se sente motivado a buscar conhecimento sobre Ensino Investigativo.					
4.2	O material apresenta um suporte básico necessário para a compreensão do tema.					
4.3	O conteúdo abordado é de interesse do público-alvo.					
4.4	O leitor se sente motivado a realizar as atividades de investigação por acreditar ser factível.					

4. Quanto a metodologia do Ensino de Biologia					
5.1	Fornecer possibilidades didático-metodológicas para diversificação das aulas.				
5.2	As metodologias apresentadas possuem uma abordagem investigativa.				
5.3	Está adequado para o uso por professores de Biologia na sua prática de ensino.				
5.4	Apresenta diferentes estratégias metodológicas.				
<p>5. No espaço abaixo descreva os aspectos que você considera positivos e negativos do Roteiro Didático, bem como sugestões. Caso não queira responder, marque com X para finalizar a análise.</p>					