



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**  
**MESTRADO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS**

**JEFFERSON MATHEUS ALVES DO AMARAL**

**PRODUÇÃO DE KIT EDUCACIONAL PARA A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS**  
**SOBRE BIOMAS: a robótica na sala de aula**

**RECIFE – PE**

**2023**

JEFFERSON MATHEUS ALVES DO AMARAL

**PRODUÇÃO DE KIT EDUCACIONAL PARA A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS  
SOBRE BIOMAS: a robótica na sala de aula**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – PPGEC da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências.

**Orientadora:** Prof. Dra. Janaína de Albuquerque Couto.

**Linha de pesquisa:** Tecnologias no Ensino de Ciências e da Matemática.

RECIFE – PE

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

J46p      Amaral, Jefferson Matheus Alves do  
            Produção de Kit Educacional para a construção de conceitos sobre Biomas: a robótica na sala de aula /  
            Jefferson Matheus Alves do Amaral. - 2023.  
            171 f. : il.

            Orientador: Janaina de Albuquerque .  
            Inclui referências, apêndice(s) e anexo(s).

            Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em  
            Ensino das Ciências, Recife, 2023.

            1. Robótica Educacional. 2. Arduino. 3. Ciclo de Kelly. 4. Ensino de biologia. I. , Janaina de  
            Albuquerque, orient. II. Título

CDD 507

---

## EPÍGRAFE

“A curiosidade é a força motriz do aprender.”

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus que por sua infinita bondade para comigo deu-me forças para a realização desse trabalho, ao permitir a conclusão de mais um sonho. Deus é fiel a quem o serve com amor, porque Deus é bom o tempo todo, o tempo todo Deus é bom! Gratidão!

A minha família pelo apoio e incentivos a trilhar esse caminho acadêmico, são sempre meu porto seguro, em especial dedico a minha mãe Josineide Alves, meu pai Gilberto Alves e meu irmão Gabriel Alves, assim como todos os outros familiares que me ajudaram.

A minha orientadora Janaína Couto, um doce de professora, paciente e dedicada. Sempre me socorrendo e ajustando as ideias que voavam em minha cabeça. Tranquilizando-me e mostrando-me o caminho.

Agradeço a Ana Carolina, minha auxiliadora na organização dos dados coletados, a dupla de “analfabetos” no final rendeu vários frutos com essa pesquisa, uma parceria acadêmica que gerou uma forte amizade.

Não poderia esquecer a minha turma de mestrado, a famosa “turma da pandemia”, aos amigos que encontrei nessa caminhada, pessoas que posso de certeza chamar de amigos: Francisca Suene, Antônio Denilson, Renato Amorim, Wolney Cosme e Wilson Antônio. Muitas risadas e choros compartilhados nas vídeo-chamadas, sem a força de vocês não concluiria esse trabalho, levarei do PPGEAC para a vida.

Aos docentes do PPGEAC pelos conhecimentos construídos, sem eles a realização desse trabalho não seria possível. Em especial agradeço aos professores Ricardo Neves, Mônica Fôlena e Marly Oliveira. São seres humanizadores que tornaram-me diferente na passagem pelo PPGEAC, deixando tudo de forma suave e agradável.

Agradeço a banca examinadora formada por Helaine Sivini e Fernanda Muniz pelas contribuições dada ao trabalho aqui desenvolvido, deste a qualificação até a defesa, aceitei com carinho todas as sugestões e críticas construtivas.

Não poderia esquecer a CAPES, órgão responsável pelo espaço que oportunizou entrar e realizar esse trabalho, dando-me auxílio financeiro na hora mais crucial para não deixar de desistir do meu sonho.

Agradeço a UFRPE como um todo, por ser a casa que me acolheu, sem ela nada disso teria acontecido, gratidão pela oportunidade a mim direcionada.

Por fim, agradeço a todos que diretamente ou indiretamente ajudaram-me a chegar onde estou. Feliz e contente com a realização desse sonho. Só gratidão a todos, sempre um precisando do outro, e assim, crescemos juntos.

## RESUMO

A presente pesquisa teve por objetivo analisar as potencialidades e limitações de um kit educacional desenvolvido com o Arduino para a construção de conceitos sobre os biomas brasileiros, junto a estudantes do Ensino Médio. Buscamos a integração da plataforma Arduino na abordagem de um tema da Biologia, de modo a articular uma tecnologia digital ao estudo da natureza, tendo em vista o desenvolvimento de uma ferramenta didática capaz de promover um ensino investigativo e de reconstrução de conceitos na sala de aula. Assim sendo, trouxemos uma proposta pedagógica no âmbito da temática ecologia, a fim de trabalharmos os biomas brasileiros a partir de um kit educacional, por meio da construção de uma estufa automatizada. O processo metodológico trata de uma pesquisa qualitativa, de Natureza Interventiva (PNI), tendo como aporte teórico o Ciclo de Experiências de Kelly (CEK). Os atores sociais foram 15 estudantes cursando o terceiro ano do ensino médio, em uma Escola Técnica Estadual de Pernambuco. O processo interventivo envolveu um levantamento das concepções prévias dos estudantes através do Questionário para Avaliação Anterior à Ação (QVA), seguida das etapas do CEK. A coleta de dados se deu por: QVA; Diário de Bordo; Fichas de Registro; Entrevistas; Rubricas avaliativas. A análise documental foi realizada através de: (1) Análise do QVA; (2) Análise das fichas de registro e rubricas avaliativas com base no CEK; (3) Análise interventiva com base na Teoria dos Construtos Pessoais. Os resultados demonstraram uma modificação dos conceitos envolvidos, onde a apropriação de termos específicos e a capacidade de fazer conexões com outras áreas foi evidenciado no processo interventivo. Ademais, os kits educacionais puderam contribuir no processo de ensino e aprendizagem como recurso incentivador, onde a robótica utilizada agregou elementos científicos e tecnológicos capazes de motivar e deixar reflexões nos estudantes acerca de possibilidades e potencialidades no âmbito da temática específica e da construção da estufa automatizada.

**Palavras-chave:** Robótica Educacional. Arduino. Ciclo de Kelly. Ensino de biologia.

## ABSTRACT

This research aimed to analyze the strengths and limitations of an educational kit developed with Arduino for the construction of concepts about Brazilian biomes, together with high school students. We seek to integrate the Arduino platform in approaching a Biology theme, in order to articulate a digital technology to the study of nature, with a view to developing a didactic tool capable of promoting investigative teaching and reconstruction of concepts in the classroom. . Therefore, we brought a pedagogical proposal within the scope of the ecology theme, in order to work with the Brazilian biomes from an educational kit, through the construction of an automated greenhouse. The methodological process deals with a qualitative research, of an Interventive Nature (PNI), having as theoretical support the Kelly Experience Cycle (CEK). The social actors were 15 students attending the third year of high school, at a State Technical School in Pernambuco. The intervention process involved a survey of students' previous conceptions through the Questionnaire for Assessment Prior to Action (QVA), followed by the CEK steps. Data collection was carried out by: QVA; Logbook; Registration Sheets; Interviews; Evaluative Rubrics. Document analysis was carried out through: (1) QVA analysis; (2) Analysis of registration forms and evaluative rubrics based on the CEK; (3) Interventional analysis based on the Theory of Personal Constructs. The results showed a modification of the concepts involved, where the appropriation of specific terms and the ability to make connections with other areas was evidenced in the intervention process. In addition, the educational kits could contribute to the teaching and learning process as an encouraging resource, where the robotics used added scientific and technological elements capable of motivating and leaving students to reflect on possibilities and potential within the scope of the specific theme and the construction of the automated greenhouse.

**Keywords:** Educational Robotics. Arduino. Kelly cycle. Teaching.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – 10 competências gerais da BNCC .....	23
Figura 2 – Crianças brincando com a Tartaruga de Chão .....	28
Figura 3 – Construção de um quadrado na linguagem LOGO com o KTurtle.....	28
Figura 4 – Kit Lego Mindstorms NXT 2.0 e Robô construído pelo Lego EV3.....	39
Figura 5 – Software de programação do Lego Mindstorms NXT 2.0 .....	39
Figura 6 – Placa de Arduino UNO R3 .....	41
Figura 7 – Site Tinkercad realizando uma simulação com o Arduino .....	41
Figura 8 – Tela do Software do Arduino 1.8.16 com a programação Linguagem C..	42
Figura 9 – Tela do ArduBlock com programação em blocos .....	43
Figura 10 – Protótipo do Sistema Nervoso com Arduino .....	45
Figura 11 – Representação Esquemática dos Biomas Brasileiros .....	48
Figura 12 – Imagens da floresta amazônica.....	49
Figura 13 – Imagens da Mata Atlântica .....	50
Figura 14 – Imagens do Cerrado .....	51
Figura 15 – Imagens da Caatinga .....	52
Figura 16 – Imagens do Pampa .....	53
Figura 17 – Imagens do pantanal.....	54
Figura 18 – Ilustração dos Biomas Brasileiros com seus principais representantes .	54
Figura 19 – Representação esquemática comparativa da Incidência Solar em uma Estufa e no Planeta.....	58
Figura 20 – Fotografia da estufa do tipo Capela .....	58
Figura 21 – Representação esquemática do Ciclo da Experiências de Kelly .....	65
Figura 22 – Páginas do Guia Aprendendo Robótica Arduino .....	73
Figura 23 – Estufa e mudas utilizadas no projeto .....	78
Figura 24 – Respostas da questão 1 – FR01 .....	98
Figura 25 – Respostas da questão 3 – FR01 .....	101
Figura 26 – Diferenciação da paisagem da Caatinga na estiagem e período de chuva .....	110
Figura 27 – Respostas da questão 1 – FR03.....	114
Figura 28 – Respostas da questão 1 – FR04.....	118

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dimensões que formam a base do construcionismo .....	30
Quadro 2 – Momentos ativos da aprendizagem .....	33
Quadro 3 - Fatores Abióticos e sua Influência sobre os Biomas .....	56
Quadro 4 – Corolários da Teoria dos Construtos Pessoais .....	63
Quadro 5 – Questões que constituem o QVA .....	70
Quadro 6 – Encontros interventivos a partir das etapas do CEK e codificação das Fichas de Registro (FR) .....	71
Quadro 7 – Questões da FR1 .....	73
Quadro 8 – Questões da FR2 .....	76
Quadro 9 – Plantas utilizadas na pesquisa .....	77
Quadro 10 – Materiais usados para a construção do Kit Educacional .....	79
Quadro 11 – Questões da FR03 .....	80
Quadro 12 – Questões da FR04 .....	81
Quadro 13 – Formulário com as perguntas realizadas na Entrevista .....	82
Quadro 14 – Rubrica Avaliativa .....	83
Quadro 15 – Respostas do QVA – Questão 01 .....	88
Quadro 16 – Respostas do QVA – Questão 03 .....	90
Quadro 17 – Respostas do QVA – Questão 04 .....	91
Quadro 18 – Respostas do QVA – Questão 06 .....	93
Quadro 19 – Respostas do QVA – Questão 07 .....	94
Quadro 20 – Respostas do QVA – Questão 08 .....	95
Quadro 21 – Respostas do QVA – Questão 09 .....	96
Quadro 22 – Respostas da questão 2 – FR01 .....	99
Quadro 23 – Respostas da questão 4 – FR01 .....	102
Quadro 24 – Respostas da questão 1 – FR02 .....	104
Quadro 25 – Respostas da questão 2 – FR02 .....	105
Quadro 26 – Respostas da questão 3 – FR02 .....	107
Quadro 27 – Respostas da questão 4 – FR02 .....	108
Quadro 28 – Respostas da questão 5 – FR02 .....	111
Quadro 29 – Respostas da questão 6 – FR02 .....	112
Quadro 30 – Respostas da questão 2 – FR03 .....	114
Quadro 31 – Respostas da questão 3 – FR03 .....	115

Quadro 32 – Respostas da questão 4 – FR03 .....	116
Quadro 33 – Respostas da questão 5 – FR03 .....	117
Quadro 34 – Respostas da questão 1 – FR04 .....	118
Quadro 35 – Respostas da questão 2 – FR04 .....	120
Quadro 36 – Respostas da questão 4 – FR04 .....	122
Quadro 37 – Respostas da questão 5 – FR04 .....	123
Quadro 38 – Respostas da questão 5 – FR04 .....	125
Quadro 39 – Formulário com as perguntas realizadas na Entrevista .....	127
Quadro 40 – Transcrição das respostas de E1 .....	128
Quadro 41 – Transcrição das respostas de E2 .....	128
Quadro 42 – Transcrição das respostas de E3 .....	129
Quadro 43 – Transcrição das respostas de E4 .....	130
Quadro 44 – Transcrição das respostas de E5 .....	130
Quadro 45 – Respostas da Rubrica Avaliativa .....	132
Quadro 46 – Panorama de observação das categorias nas etapas do CEK .....	139

## LISTA DE ABREVIACOES

<b>ASI</b>	Análise Estatística Implicativa
<b>BNCC</b>	Base Nacional Comum Curricular
<b>CAPES</b>	Coordenao de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
<b>CEK</b>	Ciclo da Experiência de Kelly
<b>CHIC</b>	Classificao Hierárquica, Implicativa e Coesiva
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>FR</b>	Ficha de Registro
<b>KER</b>	Kit Educacional de Robótica
<b>MIT</b>	Massachusetts Institute of Technology
<b>QVA</b>	Questionário de Verificao Anterior a Ao
<b>TCP</b>	Teoria do Construtos Pessoais
<b>TDIC</b>	Tecnologia Digital da Informao e Comunicao
<b>TI</b>	Tecnologia da Informao

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	16
CAPÍTULO 1 - A ROBÓTICA EDUCACIONAL NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM .....	20
1.1 A Robótica educacional e o uso da tecnologia na aprendizagem.....	20
1.2 Bases Teóricas que fundamentam a Robótica Educacional: Jean Piaget e Seymour Papert.....	24
1.3 A robótica educacional como uma metodologia ativa de aprendizagem .....	31
CAPÍTULO 2 - KITS EDUCACIONAIS E A ROBÓTICA EDUCACIONAL: RELAÇÕES PEDAGÓGICAS NO ENSINO DE BIOLOGIA .....	37
2.1 Kits Educacionais de Robótica.....	37
CAPÍTULO 3 - O ENSINO DE BIOLOGIA: INTERLIGAÇÃO DOS BIOMAS COM A ROBÓTICA.....	48
3.1 Os biomas e a Fitogeografia do Brasil .....	48
3.1.1 Floresta Amazônica .....	49
3.1.2 Mata Atlântica.....	50
3.1.3 Cerrado .....	51
3.1.4 Caatinga .....	51
3.1.5 Pampa .....	52
3.1.6 Pantanal .....	53
3.2 Biomas brasileiros e sua relação com o ensino de Biologia.....	55
3.3 A utilização de estufas para o estudo dos biomas.....	57
CAPÍTULO 4 - GEORGE KELLY E A TEORIA DOS CONSTRUTOS PESSOAIS ...	61
4.1 Teoria dos Construtos Pessoais (TCP).....	61
4.2 O Ciclo de Experiências de Kelly (CEK).....	64
CAPÍTULO 5 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA .....	68
5.1 Natureza da pesquisa .....	68

5.2 Campo de estudo.....	69
5.3 Participantes da pesquisa .....	69
5.4 Questões éticas da pesquisa .....	70
5.5 Percurso metodológico .....	70
5.5.1 Levantamento das concepções prévias dos estudantes .....	70
5.5.2 Processo interventivo com base no Ciclo de Experiência de Kelly.....	71
ETAPA 1: <i>Antecipação</i> .....	72
ETAPA 2: <i>Investimento</i> .....	75
ETAPA 3: <i>Encontro</i> .....	77
ETAPA 4: <i>Validação</i> .....	81
ETAPA 5: <i>Revisão construtiva</i> .....	82
5.6 Instrumentos de coleta de dados e análise documental.....	84
▪ Análise do Questionário de Verificação Anterior à Ação (QVA).....	85
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	87
6.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DE VERIFICAÇÃO ANTERIOR À AÇÃO (QVA) .....	87
6.2 ANÁLISE INTERVENTIVA.....	97
FICHA DE REGISTRO 01 (FR01): Investigando o Brasil.....	98
FICHA DE REGISTRO 02 (FR02): Fixando as ideias .....	104
FICHA DE REGISTRO 03 (FR03): Utilizando a tecnologia a nosso favor.....	113
FICHA DE REGISTRO 04 (FR04): Vamos ao trabalho em equipe .....	117
6.2.2 ANÁLISE DAS ENTREVISTAS.....	126
6.2.2 ANÁLISE DA RUBRICA AVALIATIVA: O QUE APRENDI COM O PROJETO .....	131
6.2.3 ANÁLISE INTERVENTIVA COM BASE NA TEORIA DOS CONSTRUTOS PESSOAIS .....	134
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	139
REFERÊNCIAS .....	142

APÊNDICE A – Carta de apresentação a escola .....	148
APÊNDICE B – Questionários QVA .....	149
APÊNDICE C – Fichas Investigativas .....	150
APÊNDICE D – Roteiro de Entrevista .....	159
APÊNDICE E – Textos de suporte na Intervenção.....	160
ANEXO A – Carta de Anuência.....	162
ANEXO B - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido .....	163
ANEXO C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	167
ANEXO D - Termo de Autorização de Uso de Imagem e Depoimentos .....	170
ANEXO E - Termo de Compromisso e Confidencialidade.....	171

## INTRODUÇÃO

As tecnologias digitais possibilitam aos estudantes adentrarem num contexto dinâmico e interativo através da navegação em sites e compartilhamento de informações. Essa inovação começou a compor o ambiente escolar quando os professores iniciaram a utilização das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e outras tecnologias em suas aulas. As TDIC, na prática docente, promovem mudanças no processo de ensino e aprendizagem estimulando os estudantes no desenvolvimento de competências e habilidades, além da compreensão dos conceitos trabalhados nas disciplinas (ALVES, 2009; CUNHA, 2017).

Vivemos em uma época em que o professor tem a incumbência de instigar o aluno a desenvolver o seu protagonismo e promover um ser ativo na sua aprendizagem, além de ser atuante na sociedade, possuindo o professor a função de suporte na educação tecnológica por visar a transformação da sala de aula em um lugar de vivências lúdicas e tangíveis, para o aumento de distintas formas de experimentações e realizações de hipóteses (SILVA JUNIOR, 2019; CUNHA, 2017).

Nessa disseminação de eletrônicos em sala de aula, a robótica educacional ganha destaque pelos incentivos públicos e pela diferenciação no mercado das escolas privadas, onde identificamos vários projetos sendo trabalhados na área das exatas como a Física e a Matemática (LIMA, 2018).

Entre as plataformas de robótica educacional, o Arduino é uma tecnologia que pode ser usada na educação, a qual aborda diversas possibilidades de aplicação nas aulas, como a construção e reconstrução de conceitos por meio do aprender fazer e a Cultura *Maker* (LIMA, 2018). A robótica é vista como algo distinto e a construção de robôs é seu destaque. Entretanto, ela pode ser usada em processo de automatização no qual associado a outros materiais, promove a mobilização pelos estudantes em compreender melhor os conteúdos, aproximando atividades experimentais e conceitos que por vezes são de difícil observação, por estar fora do campo de visão do sujeito (NEVES, 2006; MCROBERTS, 2011).

Uma forma de uso da robótica educacional nas aulas é por meio de Kits Educacionais, os quais permitem uma atividade ou projeto com base em materiais pré-selecionados e com uma participação ativa do estudante, gerando uma conexão da tecnologia a sua realidade (SILVEIRA, 2016).



Diante disso, a presente pesquisa vem na perspectiva da integração do Arduino na abordagem de conteúdos da biologia, interligando a tecnologia ao estudo da natureza e proporcionando mais uma ferramenta didática para promover um ensino investigativo e de reconstrução de conceitos na sala de aula (ANDRADE; GOMES; LIMA, 2017). As perguntas que vieram instigar o desenvolvimento dessa pesquisa foram: (1) Quais são as atribuições de um kit educacional produzido com a tecnologia do Arduino nas aulas de Biologia? (2) O uso de kit educacional atrelado a uma área do conhecimento rica e diversificada como a Biologia, em consonância com a plataforma Arduino, facilitar e incentivar estudantes a repensar conceitos sobre biomas, bem como conectar a teoria com a prática e proporcionar uma melhor aprendizagem?

A partir de nossas indagações, trouxemos para o nosso estudo, o emprego do Arduino no ensino de biologia, sobretudo, no âmbito da temática ecologia, ao trabalhar os biomas brasileiros a partir de um kit educacional, sendo está uma articulação entre teoria e abordagem metodológica inédita no ensino de biologia, e de relevância conceitual, ao predominar a habilidade (EM13CNT101BIO02PE) “Analisar as interações biológicas estabelecidas entre os diferentes organismos e destes com o ambiente, relacionando a estabilidade dos sistemas vivos com a necessidade de sua preservação/conservação no âmbito local, regional e global”. Na nossa hipótese, o Arduino pode configurar um aparato associado à elaboração de um kit educacional, por meio da construção de uma estufa automatizada, capaz de proporcionar uma percepção prática de conceitos sobre o ambiente (água, solo, luz, etc.) e entender melhor essas interações. Atrelada a essa ideia, não se encontra atualmente propostas de pesquisas que vincule o Arduino a um kit educacional com estudos sobre a ecologia com uma abordagem do conteúdo de Biomas.

Destarte, nossas indagações podem ter suas respostas por meio da robótica educacional, onde os aspectos fisiológicos das plantas, apresentados no estudo e ensino da ecologia, tornam-se uma abordagem facilitada e mais significativa para os estudantes. O Arduino permite várias aplicabilidades que ajudam o professor na sua prática pedagógica e desenvolvimento de novos conceitos veiculados a outras áreas da Biologia. Assim, quando aplicado com outros materiais formando um kit educacional, o professor terá um guia para sua utilização e definição de seus objetivos para um determinado conteúdo, além de pesquisas envolvendo Biologia e robótica educacional são escassas na academia (ANDRADE; GOMES; LIMA, 2017).

A partir do exposto, trazemos como **objetivo geral** da pesquisa em tela, analisar as potencialidades e limitações de um kit educacional desenvolvido com o Arduino para a construção de conceito sobre os biomas brasileiros, junto a estudantes do Ensino Médio de uma Escola Técnica Estadual.

Para os **objetivos específicos**, trouxemos:

- (1) Analisar como o kit educacional pode corroborar no processo de construção de conceitos sobre biomas durante abordagem do conteúdo da ecologia;
- (2) Avaliar a participação e o engajamento de estudantes, a partir da construção e utilização do Kit Educacional baseado na tecnologia Arduino;
- (3) Identificar as principais dificuldades atreladas ao uso do kit educacional, por parte dos estudantes e do professor mediador.

Para alcance dos objetivos propostos, buscamos aporte nas perspectivas dos Construtos Pessoais, usando o Ciclo da Experiências de Kelly, cuja metodologia pode desenvolver por meio da experiência a construção de conceitos biológicos, a participação ativa dinamizada e uma visão ampla dos conceitos trabalhados (KELLY, 1963; NEVES, CARNEIRO-LEAO, FERREIRA, 2012). O projeto contemplará seis capítulos, seguindo essa ordem de apresentações: Iniciando no capítulo discussões sobre a Robótica Educacional no processo de ensino e aprendizagem. No capítulo 2, será apresentado Kits Educacionais e a Robótica Educacional: Relações Pedagógicas no Ensino de Biologia; o capítulo 3 sobre o ensino de biologia ao tema Biomas e no capítulo 4 será mostrado a Teoria dos Construtos e o Ciclo da Experiência de Kelly. Já no capítulo 5, se mostrará a metodologia utilizada para a realização da pesquisa. Por fim no capítulo 6 versará os resultados, discussões e as considerações finais.

# Capítulo 1

---

**A Robótica Educacional no processo de Ensino e Aprendizagem**

## **CAPÍTULO 1 - A ROBÓTICA EDUCACIONAL NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM**

Neste capítulo, serão descritos pontos que destacam o uso da robótica educacional no ambiente escolar, incorporando o uso da tecnologia como recurso didático. Será apresentado também uma análise de documentos nacionais que norteiam os currículos brasileiros ao descrever o uso da robótica educacional.

O segundo tópico aborda as teorias da aprendizagem: construcionismo de Seymour Papert e o construtivismo de Jean Piaget, ponderando um pouco de suas trajetórias e estudos que fundamentam a Robótica Educacional, encerrando o capítulo com uma breve discussão sobre as metodologias ativas, descrevendo suas características, teóricos e focos na educação, dando uma atenção em especial a uma de suas abordagens, a *Cultura Maker*.

### **1.1 A Robótica educacional e o uso da tecnologia na aprendizagem**

A tecnologia pode ser compreendida como um meio para a construção de outros conhecimentos e que permite ser uma porta de entrada para a vivência de novas experiências e a transformação de sujeitos e da sociedade (ZANATTA, 2013). Com essas modificações temos a incumbência de revisar o uso das tecnologias para que segundo Campos (2019, p. 49) “esses avanços [não sejam] fantasmas que vieram assombrar os homens, ou por outro lado, que as tecnologias são a solução para todos os males da sociedade”. Neste viés, ressaltamos que a tecnologia vem expandindo na educação, com a robótica educacional, que é uma perspectiva inovadora de influenciar a aprendizagem tornando-lhe mais relevante, ativa e duradoura (ZANATTA, 2013; LIMA, 2018)

Em meados de 1990 ocorreu a distribuição nas primeiras escolas de conjuntos de robótica para o seu uso em sala de aula em forma de kits educacionais, os quais eram peças e equipamentos eletrônicos que permitiam montar um ou vários robôs e desenvolver sua programação a partir de um computador. O uso dessas ferramentas ao longo do tempo modificou a vivência das salas de aulas pelo avanço exponencial da tecnologia à educação (VALENTE, 2016; CAMPOS, 2019).

O uso da robótica educacional para ser bem-sucedida necessita está acoplada a um conjunto de fatores que fazem a proposta dar certo, como um currículo alinhado,

um ambiente escolar apropriado e docentes com afinidade tecnológicas, tendo em vista que o acesso à tecnologia por si só não garante uma estratégia facilitadora no processo de ensino e aprendizagem.

De acordo com Campos (2019), a robótica é caracterizada como um recurso tecnológico que visa o desenvolvimento de projetos na educação por três categorias: a primeira da aprendizagem pura da robótica de campo técnico e de formação de engenheiros, profissionais da Tecnologia da Informação (TI) e áreas afins, com intuito apenas de aprender a programar e construir objetos robóticos para futuros investimentos. A segunda categoria é o uso para a aprendizagem de saberes e conteúdos, também trabalhados no ensino da matemática, física, ciências etc., em que é possível criar um ambiente escolar diferenciado para aprender conceitos de forma interdisciplinar. E por fim, a terceira categoria é a junção das duas primeiras categorias, trabalhando os conceitos da robótica pura em conjunto com saberes específicos de outras áreas de maneira contextualizada.

Nessa linha, a definição de robótica como recurso de Campos (2019, p. 31-32) é de

Conjuntos compostos por motores, polias, sensores, engrenagens, eixos, blocos ou tijolos de montagem, peças de sucata (metais, plásticos, madeira etc.) e até microcomputadores com uma interface, usados para construir dispositivos que podem ser controlados e comandados por uma linguagem de programação. [...] que podem funcionar de maneira autônoma ou ligados ao computador. Executando tarefas pré-estabelecidas [...].

A partir disso, entendemos que o intuito da robótica educacional é de promover um espaço colaborativo que mobiliza os estudantes por meio de equipamentos tecnológicos na tentativa de resolver alguma questão, seja ela um problema ou ideia inovadora (ZANATTA, 2013), existindo a necessidade da robótica educacional ser realizada por meio de kits educacionais, ou seja, todo robô educacional pode ser formado por um kit, mais nem todo kit educacional é de robótica. Parte então, o conceito do Kit Educacional, constituindo um conjunto de peças que tem por objetivo alcançar algo funcional que vem para resolver um problema em questão.

Outro aspecto pertinente de reflexões sobre o uso da Robótica educacional é da influência dos currículos, sobretudo os saberes pedagógicos necessários e se a cultura escolar permite a inserção nas salas de aulas (VALENTE, 2016). Quando se fala em currículo escolar vem à mente os conteúdos que serão trabalhados de forma

isolada no decorrer do ano, em que momento determinado assunto será trabalhado, entretanto, essa concepção de currículo não se cabe mais na sociedade atual, pois hoje se promove uma cultura da aplicabilidade dos conceitos no dia a dia dos estudantes (BAIÃO, 2016).

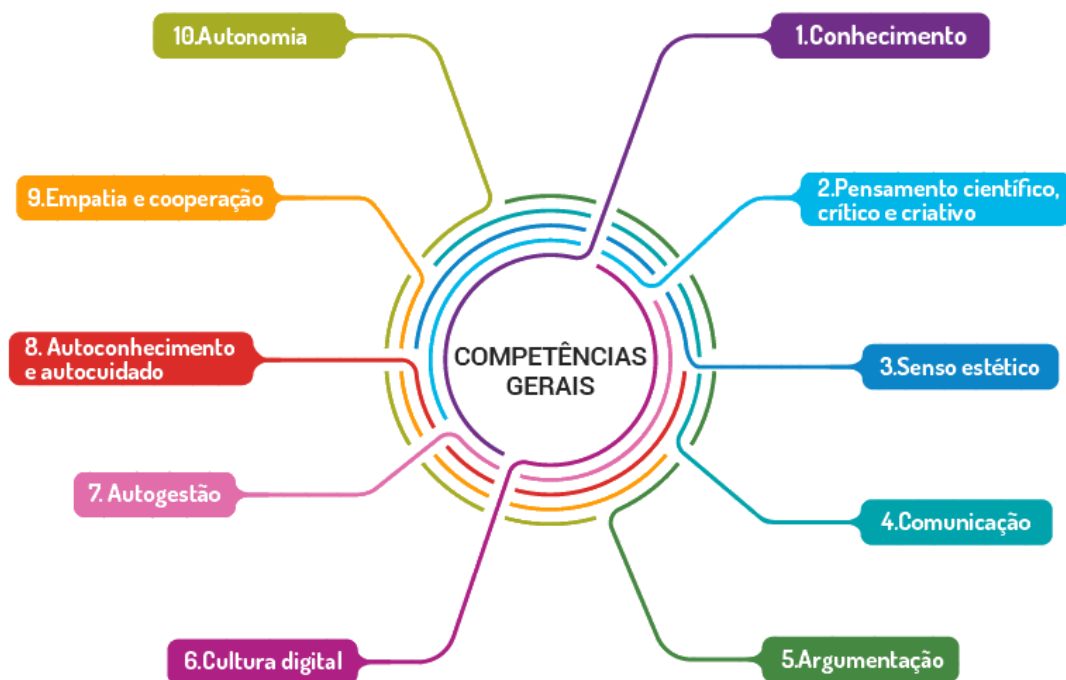
Nesta perspectiva, observamos que a dimensão teórico-metodológica do currículo atualmente se volta ao conhecimento, sujeito e a história humana no sentido que não seja apenas um plano rígido, mas como um conjunto de fatores e aspectos organizados em função de propósitos e objetivos educativos de atitudes, valores e etc. (CAMPOS, 2017; CAMPOS, 2019).

Com base nisso, pode se afirmar que a robótica educacional é considerada um recurso pedagógico que habilita o estudante a emancipação do processo de aprendizagem pela articulação de conhecimentos, atitudes, habilidades e valores na criação de espaços considerados não lineares de aprendizagem (BRASIL, 2017; DELFINO, 2017). Com isso, o currículo escolar deve expor a característica de ser construído pensando no contexto do estudante, bem como alinhado as suas necessidades como indivíduo que tem uma história, um ser social com competências profissionais e que faz parte do desenvolvimento econômico de onde vive (BAIÃO, 2016; VALENTE, 2016; CAMPOS, 2019).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento educacional normativo federal da educação básica construída na perspectiva de trabalhar os conteúdos de forma integral em competências e habilidades subdividindo os conceitos em dois grandes grupos: a Base Comum a todos os estudantes, que é o alicerce no desenvolvimento intelectual, na cultura, em valores e competências básicas para todos os cidadãos, já o segundo grupo de conceitos é denominado de Itinerários Formativos, pois são saberes específicos de cada região do Brasil como também de interesse particular do estudante, onde se escolhe o que vai aprofundar para o desenvolvimento de habilidades e competências específicas (BRASIL, 2017).

A BNCC, por sua vez, não é um currículo e sim um documento normativo que traz a base e o direcionamento para que cada escola de acordo com suas especificidades construa seu Plano Político Pedagógico (PPP), ao ser organizada de forma geral em 10 competências:

Figura 1 – 10 competências gerais da BNCC



Fonte: <<http://portal.educacao.rs.gov.br/novo-ensino-medio>> Acesso em 02/12/2021.

Como ilustrado na Figura 01, a BNCC destaca 10 competências gerais da educação básica, onde a 2 e 6 demonstra a importância do método científico e da tecnologia na sala de aula.

Competência 2 - exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

Competência 6 - Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2017, p. 11).

A partir de documentos norteadores como a BNCC, podemos embasar o uso da robótica educacional, pois ela desperta a curiosidade do estudante ao construir os projetos, proporciona a investigação das causas e erros na programação e sua aplicabilidade, além de trabalhar intrinsecamente a competência geral no uso da tecnologia de forma crítica e reflexiva, usufruindo dos verdadeiros benefícios da cultura digital (BAIÃO, 2016; VALENTE, 2016). Assim, podemos observar que nos

ambientes de aprendizagem que usam a robótica educacional como recurso tecnológico, o docente fica com um papel de articulação do currículo no processo de ensino e aprendizagem.

De maneira geral, os conceitos não surgem com os materiais da robótica educacional, mas emergem de trabalhos pedagógicos produzidos e conduzidos pelo docente e em alguns casos pelos estudantes. Não havendo algo concreto a ser trabalhado, ficando livre ao professor escolher o que vai lecionar de acordo com as possibilidades (LUCIANO, 2014; CAMPOS, 2019).

Os Kits de Robótica apresentam bases nos currículos a serem trabalhados nas escolas em qualquer área do conhecimento e que seu uso vai além dos guias vindos nos kits, cabendo o engajamento docente na criação de seus projetos. Campos (2017) descreve que a robótica educacional pode ser trabalhada de três formas no currículo: por tema de forma disciplinar ou interdisciplinar; por projetos desenhados a vários temas ou conteúdos; e por objetivo competição desenvolvendo atividades que dirigem a participação em eventos e competições de robótica.

Portanto, a Robótica Educacional é um recurso promissor ao professor incluída nos documentos nacionais e seu uso é viável (DELFINO, 2017). Neste momento discutiremos sobre os principais teóricos que pesquisaram sobre a Robótica Educacional.

## **1.2 Bases Teóricas que fundamentam a Robótica Educacional: Jean Piaget e Seymour Papert**

A robótica educacional enquadra-se como uma abordagem construtivista do ensino, recaindo sobre esse campo vários teóricos que discutem sobre esse recurso tecnológico, como Seymour Papert com o Construtismo, Piaget com o Construtivismo, Vygotsky com a Teoria Sociointeracionista, John Dewey na perspectiva da Experiência, Montessori com ênfase na Liberdade e respeito às limitações, e por fim Paulo Freire com a Autonomia e a Curiosidade. Todavia, destacaremos Piaget e Papert com a robótica educacional, pelas trocas de informações entre os dois de 1958 a 1963 em Genebra, na busca de usar a matemática para entender como as crianças podem aprender e pensar (SANTOS, 2020).

Jean Piaget nasceu em 1896 em Neuchâtel, na Suíça, cidade na qual estudou na Universidade os cursos de Biologia e Filosofia recebendo o título de doutor em



Biologia em 1918. Ao se formar foi para Zurich, onde trabalhou como psicólogo experimental, posteriormente estudou na França, como aluno-pesquisador do laboratório de Alfred Binet, mas somente em 1919 iniciou seus estudos experimentais sobre a mente humana e começou a pesquisar sobre o desenvolvimento das habilidades cognitivas, enxergando o desenvolvimento cognitivo de uma criança como uma evolução gradativa ao utilizar grande parte de seus estudos em observações feitas com as suas três filhas (FERRACIOLI, 1999; CALLEGARI, 2015; SILVA, 2017).

Piaget foi um pesquisador da base construtivista que fundamenta o trabalho com a robótica, pois é um dos pioneiros na pesquisa sobre a formação de conhecimento na mente humana, criando a sua teoria chamada de epistemologia genética, ao defender que o conhecimento não é algo inseparável ao próprio sujeito ou sistematizado na simples observação do mundo, e sim pela interação direta do sujeito com o meio (FERRACIOLI, 1999; LIMA, 2018).

Piaget, por sua vez, (1987, p.78) escreve que “as relações entre o sujeito e seu meio consistem numa interação radical, de tal modo que a consciência não começa pelo conhecimento dos objetos nem pela atividade do sujeito, mas por um estado diferenciado”. Compreendemos então, que o conhecimento na perspectiva piagetiana é construído pelas estruturas cognitivas prévias do sujeito em relação com o objeto da realidade, não existindo prioridade e nem abstraindo ambas as partes no processo (CHITOLINA, 2014; CALLEGARI, 2015).

Nessa atividade de construção, Piaget (1987) chama de adaptação e subdivide o processo em duas etapas: assimilação e acomodação, visto que a assimilação é o processo em que o sujeito internaliza o objeto de forma que o estruture nos seus esquemas cognitivos, ou seja, interpretando-os, já a acomodação é a ação do sujeito em transformar suas estruturas cognitivas para melhor entender o objeto internalizado em questão, é dessa forma que o sujeito adapta-se ao meio externo por meio de um processo contínuo de assimilação e acomodação de objetos novos. Cabe a consideração de que nessas duas etapas não existe uma ordem para acontecer, podendo ser sucessivas e permanentes (FERRACIOLI, 1999; CALLEGARI, 2015).

Com base no sistema de adaptação ao novo objeto, são construídos conhecimentos novos, elevando seus patamares, dando origem ao termo construtivismo, resumindo a ideia de que novos níveis de conhecimento são

indefinitivamente construídos por meio das interações entre os sujeitos e o meio em que vive (CHITOLINA, 2014; SILVA, 2017).

Para clarificar a teoria, podemos exemplificar usando objetos da computação, ilustrando uma criança que está aprendendo informática na escola e pelo fato dela ter apenas em casa computador de mesa, a sua estrutura cognitiva está condicionada apenas a um esquema de computador de mesa. Entretanto, ao se deparar com um *notebook* de um professor pela primeira vez, ao observar e assimilar, compreende ser um computador diante as semelhanças e proximidades das informações da pequena variedade de esquemas cognitivos acumulados pela criança até o momento. É no processo de acomodação que os esquemas cognitivos se modificam ao perceber as particularidades de cada equipamento (CAMPOS, 2019).

Com os estudos de Piaget, entendemos como o ser humano constrói o seu conhecimento, por ser a primeira explicação científica de como consegue distinguir cognitivamente do mundo ao redor, residindo a relevância de seus estudos (FERRACIOLI, 1999; SILVA, 2017).

O conhecimento discutido por Piaget (1987) pode ser usado na sala de aula para que o professor ao entender tais conceitos, possa compreender a diferença entre a transmissão e a construção do conhecimento, propiciando na sala de aula um lugar de construção, termo que designa segundo Campos (2019, p. 69), “uma forma de interagir com o conhecimento, como uma ação do sujeito nas dimensões histórica (tempo) e social (espaço)”.

Nesse cenário, o estudante precisa experimentar algo e entender como ele fez determinada ação, podendo ser sem interação, ou seja, de forma “alienada” e sem avanços em termos de conhecimento ou com interação, onde participa ativamente e existe progressos no que tange o conhecimento (SILVA, 2017; LIMA, 2018).

Em consideração aos fundamentos do construtivismo, o sujeito só aprende quando faz alguma ação e não meramente porque alguém lhe transmite uma informação, existindo uma abertura para ela fazer descobrimentos, inferências e conclusões. Ademais, o ato de aprender não é uma relação de vale tudo, pois considera os saberes como base para os novos conhecimentos (FERRACIOLI, 1999; CAMPOS, 2019).

Em relação ao desenvolvimento de atividades com a robótica educacional, observamos a possibilidade de desenvolver no estudante vários processos de adaptação diante de cada desafio que surge e a todo momento existe o processo de

adaptação e acomodação. Além do resgate de conhecimentos prévios em enfrentamento a erros na programação e construção dos projetos em desenvolvimento (SILVA, 2017; CAMPOS, 2019).

Na mesma linha de pesquisa de Piaget, um outro teórico de grande valia ao estudo da utilização da robótica educacional e da inteligência artificial foi Seymour Papert, considerado o pai da robótica educacional e um dos fundadores do construcionismo, uma teoria que ampara os estudantes na superação de lacunas e dificuldades na aprendizagem por meio do uso da tecnologia (LUCIANO, 2014; SANTOS, 2016).

Seymour Papert nasceu em 1 de março de 1928 na cidade de Pretória, na África do Sul, a qual viveu a maior parte da infância e juventude. Estudou na *University of the Witwatersrand* na capital Joanesburgo concluindo o título de bacharel em filosofia e posteriormente alcançando o título de Ph.D em matemática em 1952, sem esquecer o segundo Ph.D em matemática na *University of Cambridge* (PAPERT, 1991; SILVA, 2017).

Papert, em colaboração com outros pesquisadores no laboratório do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) em 1959, foram os pioneiros no estudo da inteligência artificial, teoria da computação, robótica, psicologia da criança e percepção humana, criando através do grupo de pesquisa a primeira linguagem de computador para crianças em 1976, chamada de LOGO, alcançando destaque e rapidamente sua adoção em todo o mundo (PAPERT, 1971; SANTOS, 2020).

A linguagem LOGO passou a ser considerada o termo que dava nome a linguagem de programação criada, todavia o próprio Papert declarou que se deveria deixar o termo LOGO para o programa e se pensar em outro nome para a abordagem educacional usada, devido as constantes atualizações de versões que viriam a ser construídas (CAMPOS, 2013; MAGNUS, 2015; CAMPOS, 2019; SANTOS, 2020).

Diante sua carreira pelo campo das TDIC, principalmente no uso de computadores na aprendizagem, Papert é considerado um dos fundadores dessa linha de pesquisa pelo pioneirismo na linguagem LOGO e por se colocar contra a abordagem instrucionista<sup>1</sup>. Para ele os computadores não eram apenas máquinas que

---

<sup>1</sup> Abordagem que consiste em transferir para o computador a tarefa de ensinar, ou reforça as atividades realizadas em sala de aula, [...] tendo suas raízes nos métodos tradicionais de ensino e [...] baseada na teoria didática tecnicista sustentada pela teoria da aprendizagem comportamentalista (SILVA, KALHIL; NICOT, 2015, p.9).

manipulam símbolos e realizam tarefas pré-determinadas, são equipamentos que permitem a construção do conhecimento à medida que se aprende a manipulação de tal ferramenta. Ao programar existe uma autorreflexão dos atos, através de acertos e erros como busca dos resultados esperados (LUCIANO, 2014; CAMPOS, 2019; SANTOS, 2020).

A diferenciação da linguagem LOGO para as outras existentes era seu objetivo na aprendizagem do processo, o que tornava o estudante em posição ativa pelo fato de comandar a máquina de acordo com suas intenções e idealizações, e assumir a responsabilidade sobre sua própria aprendizagem de forma simples e intuitiva, pela característica da linguagem LOGO ser descomplicada e qualquer pessoa com mínimo de conhecimento sobre informática saber manusear (CAMPOS, 2013; SANTOS, 2020). Mesmo com as limitações dos computadores da época, o marco foi o uso da tartaruga gráfica em 1970 (ver figura 2), que imitava as funções de tartaruga de chão.

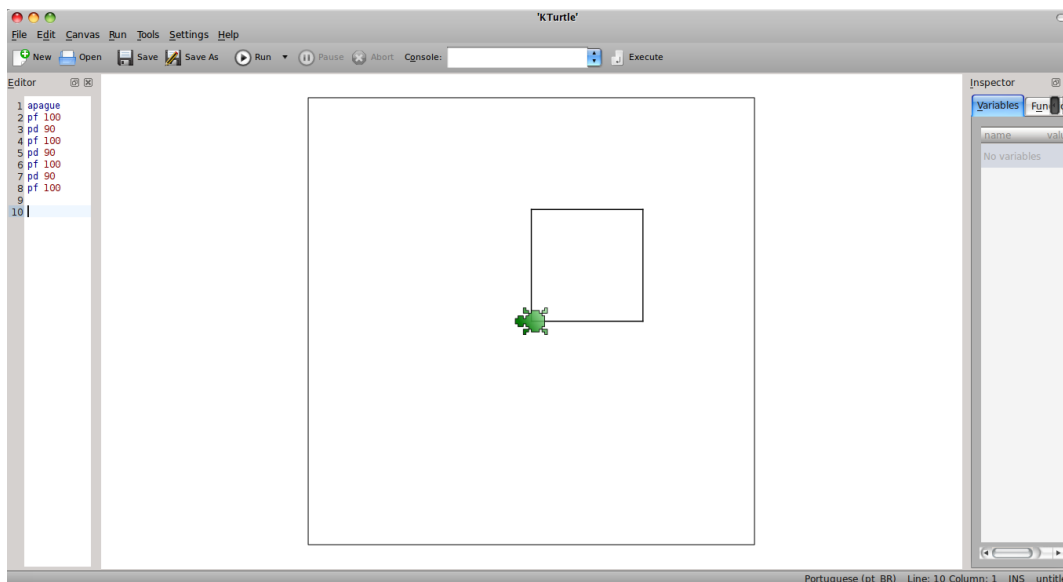
Figura 2 – Crianças brincando com a Tartaruga de Chão



Fonte: <<http://robeducativa.blogspot.com/2013/09/seymour-papert-e-robotica-educacional.html>>  
Acesso em 08/11/2021.

Ao passar dos anos com o avanço da tecnologia, a tartaruga de chão de Papert por ser pesada e limitada em funções, se desenvolveu até o ponto de a tartaruga gráfica realizar seus comandos, apenas por computador, melhorando o espaço e equipamentos (CAMPOS, 2019), como mostrado na figura 3.

Figura 3 – Construção de um quadrado na linguagem LOGO com o KTurtle



Fonte: <<https://informaticageo.files.wordpress.com/2011/05/screenshot-1.png>>. Acesso em 08/11/2021.

Com base no construcionismo de Papert, considerado por Santos (2016, p. 39) “como uma modelagem teórica da teoria construtivista de Piaget”, existe o incremento da delimitação da construção do conhecimento por intermédio da internalização sucessiva de ações, ao enfrentar o novo paradigma educacional advindo do computador pelas novas possibilidades que os estudantes teriam de concretizar seus pensamentos e ideias com o uso das máquinas que o rodeia (LUCIANO, 2014).

Papert é um dos pensadores que observa a aprendizagem por meio da ação do fazer, ou seja, é na aprendizagem ativa que se constrói o conhecimento com as tentativas de acertos e erros em achar as soluções para seus questionamentos, usando a tecnologia a seu favor a fim de materializar suas ideias no mundo externo (CAMPOS, 2013; MAGNUS, 2015; SILVA, 2017).

Existe uma relação do construtivismo com os construcionismo em enfatizar criticamente as construções de forma particular do indivíduo, onde a personalização da aprendizagem possibilita uma maior interação com o tema, a fim de construir algo interessante para si próprio (FERRACIOLI, 1999; SANTOS, 2016). O princípio de Papert (2008, p.92) é “Uma das etapas mais importantes do crescimento mental está baseada não somente em adquirir novas habilidades, mas em novas maneiras de usar aquilo que já conhecemos”.

Um ponto frisado por Papert, que Piaget em suas pesquisas não levou em consideração, foram os comportamentos afetivos. Para o pesquisador, os sujeitos

estudam algo que tem curiosidade ou que em experiências anteriores trazem construções exitosas, mostrando também que a chave para o aprendizado é projetar no ambiente externo nossos sentimentos e ideias internas, para que o torne tangível e compartilhado ao externá-los (SILVA, 2017; CAMPOS, 2019).

Segundo Campo (2019), “O ciclo de aprendizado auto direcionado é um processo pelo qual os aprendizes inventam objetos de conhecimento para si mesmo, com as ferramentas e mediações que melhor suportam a exploração de seu interesse”. Diante das pesquisas com a linguagem LOGO, Papert (1986), recomendou a existência de dimensões que fundamentam o construcionismo, a qual será descrito a seguir:

Quadro 1 – Dimensões que formam a base do construcionismo

<b>Dimensões</b>	<b>Descrição</b>
<b>Dimensão Pragmática</b>	Referente ao sentimento que o sujeito tem de está aprendendo algo relevante para o agora e não algo para um futuro distante. A visão de ser algo útil para seu desenvolvimento o coloca em contato com novos conceitos.
<b>Dimensão Sintônica</b>	Uso de projetos que desenvolve um contexto para o sujeito ter sintonia com o que o considera importante, enaltecendo a relação sujeito-projeto e potencializando às chances de que o conceito trabalhado seja realmente aprendido.
<b>Dimensão Sintática</b>	Refere-se à possibilidade do sujeito simplesmente acessar os elementos básicos que compõem o ambiente de aprendizagem e progredir na manipulação destes elementos de acordo com a sua necessidade e desenvolvimento cognitivo.
<b>Dimensão Semântica</b>	Corresponde a importância de o sujeito manipular os elementos que trazem significados e sentido para ele, em vez de formalismos e símbolos. Assim, por meio da manipulação e construção possa ir descobrindo novos conceitos.
<b>Dimensão Social</b>	É a relação da atividade com as interações pessoais e com a cultura do ambiente. Criando ambientes de aprendizagem que usem materiais valorizados culturalmente, como por exemplo a robótica educacional.

Fonte: adaptado de Magnus (2015) e Santos (2016).

Observa-se que tanto Papert como Piaget são construcionistas na linha de que toda criança é construtora de sua própria cognição, como também do mundo que a cerca. Ambos defendem que o mundo e o conhecimento são construídos e

reconstruídos a partir das experiências pessoais, não sendo algo pronto e acabado que pode ser transmitido, codificado, armazenado e aplicado, mais algo que é construído pelas vivências, numa perspectiva que não se sabe o que vai ser construído, descobrindo que estamos em constantes processos de descobertas e transformações (LUCIANO, 2014; CALLEGARI, 2015; CAMPOS, 2017).

Os dois teóricos caracterizam-se como desenvolvimentistas, ou seja, o objetivo comum destacado ao processo pelo qual os indivíduos desenvolvem suas visões de mundo e que constroem seu entendimento sobre si próprio e do ambiente que o cerca (CAMPOS, 2017). Mesmo diante dessas ligações entre eles, existia também divergências, como Ackermann (1993) comenta que Piaget concentrava seu interesse na construção da estabilidade interna e já Papert se interessava pelas dinâmicas da mudança em cada evento cognitivo.

A visão de Piaget acerca do que era a inteligência, levava a compreensão de que as crianças sequencialmente se apropriam do mundo dos objetos concretos e assim são capazes de mentalmente manipular objetos simbólicos, como forma de manter a estrutura e organização interna do seu sistema cognitivo. Em contrapartida, Papert contribuiu em seus estudos ao afirmar que ser inteligente significa conseguir contextualizar, ou seja, se conectar e sentir as variações do ambiente (ACKERMANN, 1993; CAMPO, 2019).

Portanto, analisamos a partir de Piaget e Papert que a robótica educacional está vinculada a visão construtivista e construcionista, onde a cada passo na construção de algum objeto necessitará de grande mobilização cognitiva do estudante e associação de conceitos (CAMPOS, 2017; SILVA, 2017). Refletiremos no próximo tópico como essa aprendizagem via robótica educacional pode ser potencializada pelas metodologias ativas.

### **1.3 A robótica educacional como uma metodologia ativa de aprendizagem**

A educação formal desde os seus primórdios fora pautada em um ensino tradicionalista de que o professor detinha o conhecimento advindo de leituras, principalmente de livros e jornais e transmitia a seus alunos por meio de aulas totalmente passivas que pairava o silêncio e sentido de hierarquia. Contudo, a sociedade a cada período presencia mudanças e aperfeiçoamentos do modo de

pensar e agir, a qual as instituições escolares também possuem a necessidade de progredir em conjunto (FREIRE, 2005; DINIZ, 2014; SANTOS, 2020).

Nesse raciocínio, uma escola focada apenas no conteúdo sem a contextualização e aplicação no meio que o estudante vive, deixa de cumprir seu papel formador de cidadãos ativos e críticos. Hoje, a escola necessita de currículos e metodologias para que exista a construção do conhecimento e não a transmissão do conhecimento (FREIRE, 2005; DINIZ, 2014; MACHADO, ZAGO, 2020).

Segundo Moran (2017, p. 24), as “metodologias são grandes diretrizes que orientam os processos de ensino e aprendizagem concretizadas em estratégias, abordagens e técnicas concretas, específicas e diferenciadas”. Sendo assim, é possível perceber a importância do professor em escolher não a melhor forma metodológica e sim adequar aquela que se encaixa na sua realidade (BAIÃO, 2016). Aprendemos de diversas maneiras ao longo da nossa vida estudantil e sempre existe aquela que se adapta a nossa forma de estudar, para alguns sujeitos de forma mais passiva e outros de forma mais ativa, sempre na busca de conseguir chegar nos objetivos propostos (LUCIANO, 2014; MACHADO, ZAGO, 2020).

Neste viés, destacamos as metodologias ativas, as quais envolvem estratégias de ensino centralizadas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem com um caráter flexível, contextualizado a um mundo conectado e digital (MORAN, 2017). Dessa forma, a robótica educacional como uma possibilidade metodológica proporciona um estudo ativo capaz de proporcionar um papel protagonista ao estudante, dando a ele um envolvimento direto, reflexivo e participativo em todas as etapas do processo, desenhando, criando, experimentando com orientação do educador, permitindo um processo ativo pela combinação de tempos, atividades, matérias, técnicas, compartilhamento de espaços e uso da tecnologia (FORNAZA, 2016; MORAN, 2017). Segundo Moran:

Num mundo em profunda transformação a educação precisa ser muito mais flexível, híbrida, digital, ativa, diversificada. Os processos de aprendizagem são múltiplos, contínuos, híbridos, formais e informais, organizados e abertos, intencionais e não intencionais. Hoje há inúmeros caminhos de aprendizagem pessoais e grupais que concorrem e interagem simultânea e profundamente com as formais e questionam a rigidez dos planejamentos pedagógicos das instituições educacionais (MORAN, 2017. 23).

Na educação formal, onde se apresenta uma aprendizagem mais intencional, são identificados três momentos: individuais, grupal e tutorial, por meio de ações



equilibradas e complexas que necessitam sempre de supervisão e orientação (Moran, 2017). Os referidos momentos estão descritos no quadro 2.

Quadro 2 – Momentos ativos da aprendizagem

Momentos	Descrição
<b>Individual</b>	Cada aluno percorre e determina seu caminho ou pelo menos parcialmente.
<b>Grupal</b>	Ampliação da aprendizagem por diversas formas de envolvimento, interação e compartilhamento de saberes, produções, atividades com seus colegas, diferentes grupos, com diferentes níveis de supervisão docente.
<b>Tutorial</b>	Aprendizagem por orientação de pessoas mais experientes em diferentes campos e atividades: curadoria, mentoria e mediação.

Fonte: Adaptado de Moran (2017).

O uso da robótica educacional permite a expansão do saber coletivo e individual quando alinhado a uma característica peculiar das metodologias ativas, a curiosidade, em que cada estudante na busca de respostas às suas interrogações e questionamentos, e sem perceber, acabam aprendendo (FORNAZA, 2016). De acordo com Freire (2005):

[...] bom professor é o que consegue, enquanto fala, trazer o aluno até a intimidade do movimento do seu pensamento. Sua aula é assim um desafio e não uma cantiga de ninar. Seus alunos cansam, não dormem. Cansam porque acompanham as idas e vindas de seu pensamento, surpreendem suas pausas, suas dúvidas, suas incertezas” (FREIRE, 2005, pág. 83-84).

Ressaltamos que nos primeiros anos da educação básica, na etapa da educação infantil, observa-se o despertar para a curiosidade, ao pintar, desenhar, brincar, modelar, entre outras práticas. Ao promover experiências exitosas ao longo da jornada dos estudantes na educação básica e superior, o ato de aprender com experiências de atividades práticas deixa de existir, ou seja, passa a não fazer mais parte do convívio escolar e progressivamente partem para aulas mais teóricas que ficam limitadas ao ver, ouvir e perguntar.

Freire (2005) destaca que os docentes de maneira involuntária retiram a curiosidade dos estudantes ao realizar a aula por completo, deixando-os passivos. “Com a curiosidade *domesticada* se chega à memorização mecânica no perfil do estudante, deixando o aprendizado real ou ficando o conhecimento cabal do objeto”

(p. 83). É frisado que nos planos de aula, a participação dos professores não se pode deter em quase 100% da aula, cabendo ao professor e ao aluno serem epistemologicamente curiosos.

O exercício da curiosidade convoca a imaginação, a intuição, as emoções, a capacidade de conjecturar, de comparar, na busca de perfilização do objeto ou do achado de sua razão de ser.[...] satisfeita uma curiosidade, a capacidade de inquietar-me e buscar continua em pé. Não haveria existência humana sem abertura de nosso ser ao mundo, sem a transitividade da nossa consciência (FREIRE, 2005, p. 85).

Logo, a curiosidade é uma mola propulsora de motivação ao exercício da aprendizagem, adentrando nessa perspectiva a robótica educacional que pode desencadear a curiosidade espontânea e epistemológica, ao conduzir o estudante a descobrir alguma coisa com os equipamentos do kit educacional de robótica, de modo que a curiosidade flui na construção e programação (CHITOLINA, 2014; CAMPOS, 2017).

Araújo (2020) afirma que a criatividade é outro aspecto potencializado com a robótica, por ser estimulado a partir de práticas, processos e situações concretas. Indo de encontro a vertente que os estudantes nascem com algumas habilidades. Pois, na verdade nem todos os estudantes não exibem as mesmas habilidades por não terem passado pelos mesmos estímulos.

A robótica educacional é um recurso que se debruça fortemente na Cultura *Maker*, esta configura uma abordagem ativa dentro da perspectiva de que a aprendizagem ocorre eficientemente no ato de construir e interagir com a atividade, incluindo competências discutidas anteriormente: do conhecimento e autoconhecimento; pensamento científico, crítico e criativo; repertório cultural, comunicação, cultura digital, responsabilidade, argumentação e outros (CAMPOS, 2017; PAULA, MARTINS, OLIVEIRA, 2021).

A Cultura *Maker* favorece a percepção de uma nova maneira de ensinar e aprender, é uma mudança que promove uma quebra nos paradigmas que norteiam a educação, não se trata apenas de ensinar, mas criar meios para que cada estudante produza seu aprendizado, sua construção intelectual e cognitiva (ARAÚJO, 2020, p.19).

A Cultura ou também denominado Movimento *Maker*, surgiu do termo em inglês *do it yourself*, que sua tradução significa “faça você mesmo”, tendo como um dos seus pilares a teoria construcionista de Seymour Papert (1991). Sua notoriedade foi

considerada marco dessa metodologia ativa em 2005, na feira *Maker Faire*, agenciada pela revista norte americana *Make Magazine*. No Brasil ganhou popularização o termo *Makers* em referência aos membros que trabalham na perspectiva da Cultura *Maker* (PEREIRA, ARTHUR, 2020; PAULA, MARTINS, OLIVEIRA, 2021).

# Capítulo 2

---

**Kits Educacionais e a Robótica Educacional: relações pedagógicas no Ensino de Biologia**

## **CAPÍTULO 2 - KITS EDUCACIONAIS E A ROBÓTICA EDUCACIONAL: RELAÇÕES PEDAGÓGICAS NO ENSINO DE BIOLOGIA**

Nesse capítulo será discutido sobre o conceito de kits de Educacionais de Robótica (KRE), os principais modelos no mercado e uma breve descrição acerca dos principais Kits de Robótica comercializados, representados pela empresa Lego e pelo Arduino. Também será mostrado os resultados encontrados com uma pesquisa exploratória de trabalhos que usam os KER no Brasil por meio da Análise Implicativa, analisando nos trabalhos suas metodologias, disciplinas, etapa da educação e kits utilizados nos últimos sete anos. Ademais, traremos exemplos de trabalhos científicos que usaram os KRE no ensino de Biologia, demonstrando potencialidades da tecnologia discutida no ensino de Biologia.

### **2.1 Kits Educacionais de Robótica**

Ensinar utilizando a tecnologia nunca foi algo fácil, pois demanda aos professores dedicação em dominar a ferramenta como recurso pedagógico, visando melhorar essa relação. Em meados de 1990, surgem kits direcionados à escola para os docentes buscarem uma relação mais íntimas com a computação, surgindo microcomputadores ligados a sensores e engrenagens para serem usadas em sala de aula - os chamados Kits Educacionais de Robótica (KRE) (BRITO, 2016).

No mercado de tecnologia educacional, existem múltiplos produtos industrializados ofertando kits de robótica completos, contendo peças de sensores, engrenagens e peças específicas do fabricante. Atualmente há um crescimento dessas empresas que desenvolvem kits educacionais, configurando um mercado aquecido pela procura por partes de escolas, onde podemos citar: *Atto educacional, Batráquio, Bee-Bot, Blue-Bot, Cubetto, Fischertechnik, PETE, Lego robotlab (mindstorms), Lego EV3, Modelix, Robot roamer, RoPE, Robot Mouse, GoGo Board, KIBO, Knex, Tatrix, Vex*, entre outros. Além dos Kits supracitados, produzidos por empresas especializadas no ramo educacional, existem os kits alternativos, os quais utilizam sucatas de eletrônicos e placas de protótipos genéricos, como é o caso do Arduino (PEREIRA JÚNIOR, 2014; CAMPOS, 2019).

Como forma de comparação e detalhamento para os objetivos da pesquisa, falaremos um pouco sobre o *Kit Lego Minstorms*, por ser bastante utilizado nas

escolas, e em seguida, focaremos no funcionamento do Arduino, plataforma utilizada na pesquisa.

Como discutido, a Robótica Educacional atualmente é trabalhada nas escolas em forma de Kits Educacionais, este último associado a empresa multinacional dinamarquesa com nome fantasia Lego, ao criar seu próprio kit em 1998, e inserir no mercado o *Lego Mindstorms RCX*, fruto de um trabalho colaborativo entre Seymour Papert com a Lego, e que posteriormente realizou algumas modificações e lançou o *Lego Mindstorms NXT 2.0* (2006). Em 2013, foi lançado o *Lego Mindstorms EV3*, que apresenta modificações pertinentes, como a inclusão de conexões via *wifi*, infravermelho e *bluetooth* para envio das programações, não necessitando mais de ligações com cabos para envio dos dados (PEREIRA JUNIOR, 2014; LUCIANO, 2017; LIMA, 2018).

Visando seu uso pedagógico, a empresa brasileira *Zoom Education* realizou parcerias com a Lego para a formação de kit voltados as escolas, com manuais de instruções onde se observa um padrão nos seus kits, apresentando: Comutador EV3, três servo motores (dois maiores e um menor), cinco sensores digitais (um sensor giroscópio, sensor ultrassom, sensor de presença, um sensor de temperatura, um sensor de cores e outro de presença de luz, além de dois sensores ao toque), cabos de ligação, engrenagens, polias, rodas, eixos, roscas, entre outros (PEREIRA JUNIOR, 2014).

O processador da placa do EV3 é o ARM9 de 300 MHz de frequência, com 64 Mb de memória RAM e 16 Mb de disco rígido com a possibilidade de expansão via cartão de memória, além de display LCD, porta USB 2.0 e 8 portas de comunicação para os sensores (4 de entrada e 4 de saída) (LIMA, 2018).

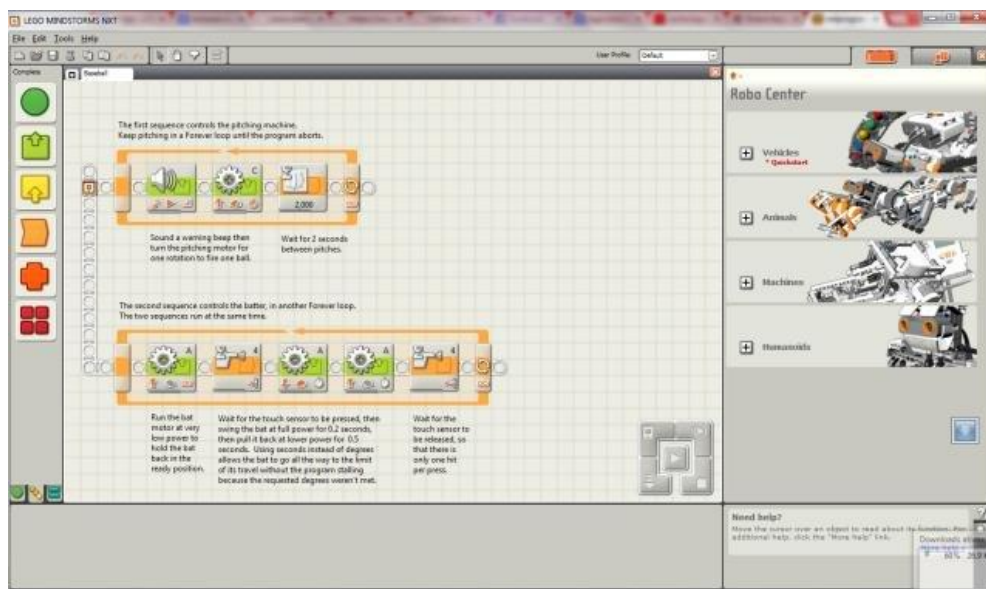
Figura 4 – Kit Lego Mindstorms NXT 2.0 e Robô construído pelo Lego EV3



Fonte: <<https://www.wskits.com.br/lego-9797>> Acesso em 29/11/2021.

Diante de seu fácil manuseio e organização das peças, o Kit da Lego foi o mais popular e difundido nas instituições de ensino, tanto em escolas privadas como nas públicas, pela iniciativa do estado. Eles acompanham uma apostila para instrução de construção de alguns robôs e de sugestões de conteúdo a serem trabalhados a partir deles. Outra característica é que ambos os kits da Lego têm um *Software* educativo chamado *RoboLAB* baseado em bloco de comando, que facilita a sua programação pelos estudantes (PEREIRA JÚNIOR, 2014; BRITO, 2016).

Figura 5 – Software de programação do Lego Mindstorms NXT 2.0



Fonte: <<https://www.researchgate.net/figure/Figura-8-Software-Lego-Mindstorms-NXT>> Acesso em 28/11/2021.

Embora o kit da Lego seja bastante eficiente pelo perfeccionismo das peças que o compõem, seu alto custo dificulta a sua aquisição, de modo a restringir seu uso em sala de aula (PEREIRA JÚNIOR, 2014). Tendo em vista sanar a dificuldade decorrente do alto custo atrelado ao kit da Lego, em comprar esses recursos, um grupo de cinco pesquisadores (David Melli, David Cuartielles, Gianluca Martino, Tom Igoe e Massimo Banzi) criaram uma placa de prototipagem eletrônica de código aberto chamada de Arduino, na Itália, especificamente na cidade Ivrea, em 2005. No Arduino, foi incluído *hardware* e *software* livres, visando ofertar ferramentas adaptáveis e de baixo custo para a criação de projetos interativos. O objetivo deles eram elaborar um dispositivo que fosse ao mesmo tempo funcional, barato e fácil de programar, de forma acessível aos estudantes e projetistas amadores (MCROBERTS, 2011; LUCIANO, 2017).

O Arduino se diferencia dos outros Kits de Robótica por não necessitar que as peças periféricas (sensores, engrenagens e afins) sejam obrigatoriamente da mesma empresa para a construção dos projetos. Assim, o Arduino permite o uso de equipamentos adquiridos em mercados tradicionais de eletrônica utilizados em outros equipamentos, além de aderir a reciclagem de componentes provenientes de sucatas e lixos eletrônicos. Essa característica viabiliza a sua utilização e oferece a possibilidade de escolas com pouco orçamento trabalhar com Arduino junto a seus estudantes (LUCIANO, 2017; LIMA, 2018). Outro aspecto positivo do Arduino é sua interface de controle de circuito e de controle de código aberto, ou seja, ele permite que usuários e programadores iniciantes realizem alterações ou adaptações de acordo com o seu projeto sem a necessidade de custos com patente (MCROBERTS, 2011; LIMA, 2018).

Em contexto atual, são apresentados vários modelos de Microprocessadores Arduino no mercado, existindo apenas diferenciações em tamanho, portas de entrada e saída e finalidades conforme o intuito do projeto, o que torna a sua escolha voltada ao que seja confeccionado. Para uso em escolas e iniciantes no Arduino, a opção mais usada é o Arduino UNO (Figura 6). Todavia existem outros como o Arduino Leonardo, Arduino Mega 2560, Arduino Mega ADK, Arduino Due, Arduino Nano, Arduino Pro Mini, Arduino Explora e entre outros (MCROBERTS, 2011; LUCIANO, 2017). Os componentes periféricos (sensores, engrenagens e afins) são facilmente encontrados em loja de eletroeletrônicos com preços inferiores a R\$ 2,00 e máximo R\$ 50,00 a depender da sua função.



Figura 6 – Placa de Arduino UNO R3



Fonte: MCROBERTS (2011).

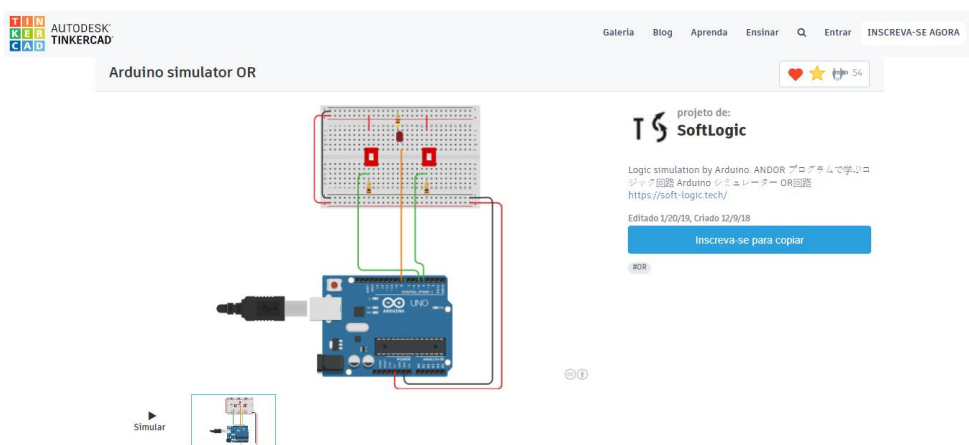
Uma forma de organização de projetos com Arduino, segundo Lima (2018), é em duas etapas:

1ª Etapa: ligação dos sensores com a placa Arduino, realizando a disposição dos sensores e construindo as conexões com as entradas e saídas necessárias;

2ª Etapa: programação do código fonte de controle do microprocessador no computador.

Como forma de antecipar o sucesso na construção de um projeto, é utilizado o site [www.tinkercad.com](http://www.tinkercad.com) (como mostrado na figura 7) na construção de simulações com um Arduino virtual para a realização de pilotos, observando os erros e falhas antes de construir com as peças físicas.

Figura 7 – Site Tinkercad realizando uma simulação com o Arduino



Fonte: <<https://www.tinkercad.com/things/4TZazwPAbB0-arduino-simulator-or>> Acesso em 29/11/2021.

O Arduino é configurado por meio de um programa instalado em computadores, sendo um *software* gratuito que recebe atualizações de comunidades de programadores, com opções de instalação em qualquer sistema operacional (*Linux*, *MacOS*, *Windows*), escrevendo no *software* a programação (Figura 8), e depois via cabo USB conectado ao Arduino, onde é copiado o código e automaticamente o Arduino realiza os comandos descritos.

Figura 8 – Tela do Software do Arduino 1.8.16 com a programação Linguagem C

```

AnalogReadSerial | Arduino 1.8.16
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

AnalogReadSerial

This example code is in the public domain.

https://www.arduino.cc/en/Tutorial/BuiltInExamples/AnalogReadSerial
*/

// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
  // initialize serial communication at 9600 bits per second:
  Serial.begin(9600);
}

// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  // read the input on analog pin 0:
  int sensorValue = analogRead(A0);
  // print out the value you read:
  Serial.println(sensorValue);
  delay(1);        // delay in between reads for stability
}

```

Arduino Version: 1.8.16

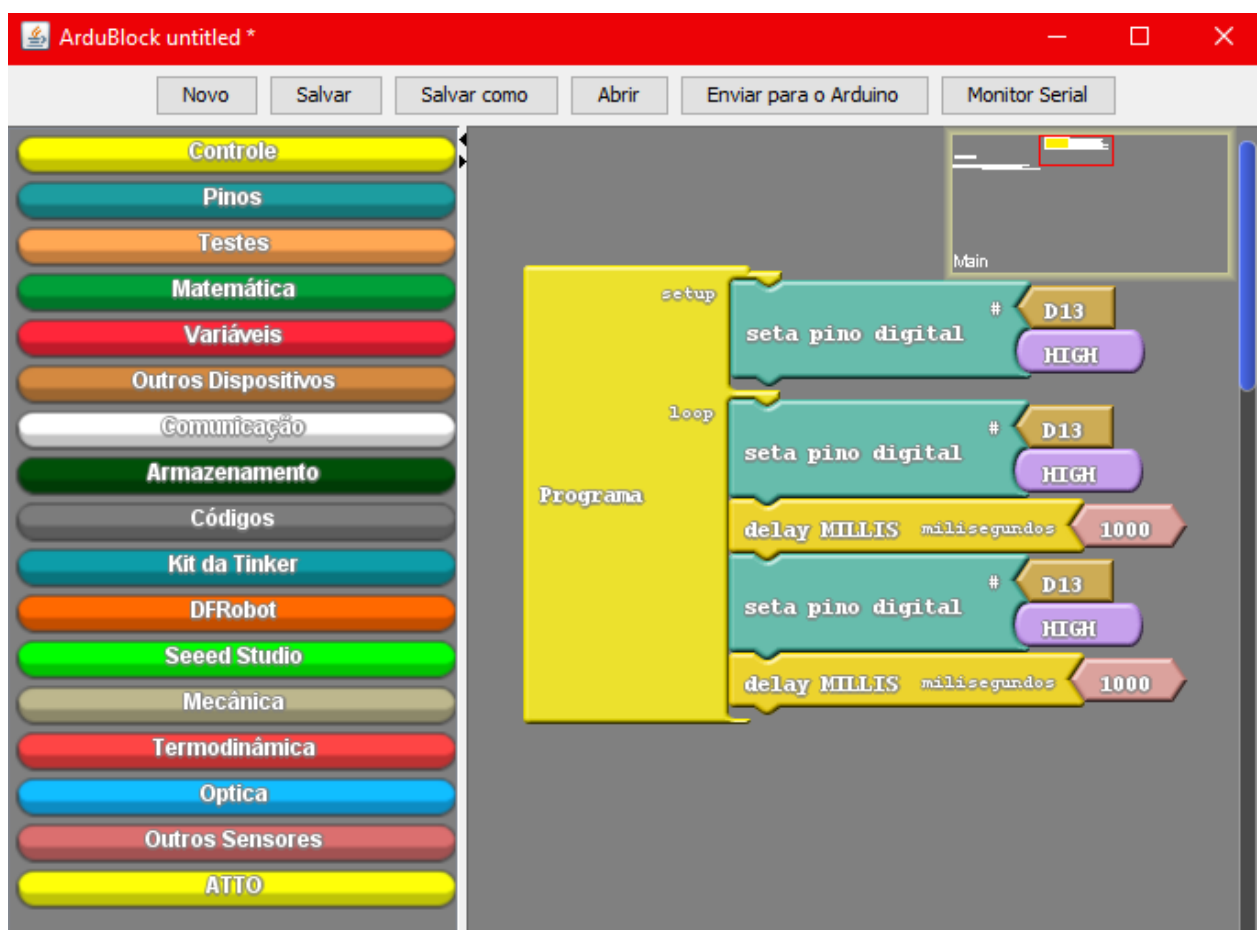
2 Arduino Uno em COM3

Fonte: Os autores (2021).

Na plataforma Arduino existe duas barreiras para a sua utilização: (1) necessidade do estudante saber como conectar os circuitos elétricos e a alimentação de energia; (2) o estudante saber programação, em especial a linguagem C, pois nos

outros Kits de robótica utilizam normalmente linguagem de blocos de comando, enquanto o Arduino usa linhas de códigos. Para resolver o referido problema, foi desenvolvida uma extensão para ser utilizada ao *software* do Arduino, denominada de *ArduBlock* (Figura 9), que consiste em uma nova interface com bloco de comando para aqueles usuários que tinha dificuldades em programar via códigos de linha. (LUCIANO, 2017; LIMA, 2018; SANTOS, 2020).

Figura 9 – Tela do ArduBlock com programação em blocos



Fonte: Os autores (2021).

## 2.2 Kits Educacionais de Robótica (KER) no Ensino de Ciências

Para ter um panorama da expansão das produções científicas que tratam dos Kits Educacionais de Robótica (KER) no Brasil, realizamos uma pesquisa no Banco de Teses e Dissertações da CAPES e revistas científicas para realizar uma reflexão acerca das pesquisas com similaridades na ciência, como também usamos de base para nossa pesquisa. O objetivo foi verificar a incidência de trabalhos científicos sobre

a Robótica Educacional no ensino de Ciências, utilizando para a análise dos dados a Análise Estatística Implicativa (ASI), um método matemático que é associado ao Software de Classificação Hierárquica, Implicativa e Coesiva (CHIC) de tratamento informático de dados (RÉGNIER; VLADIMIR, 2020).

A ASI é um método classificatório não simétrico de análise de dependências orientadas que se apoia em bases probabilísticas (RÉGNIER; VLADIMIR, 2020), por meio da possibilidade de observação de similaridades como também as tendências das pesquisas com base em variáveis criadas. Diante dessa ferramenta, foram coletados trabalhos com as seguintes palavras chaves: **biologia**, **tecnologia**, **robótica educacional** e **ensino**, obtendo o resultado de apenas 32 trabalhos entre o intervalo de 2013 a 2020. Destacamos também a realização de uma pesquisa nas revistas de ensino de ciências com Qualis A1 e A2 nos últimos 5 anos e não foi encontrado nenhum trabalho com o tema em questão. Apresentaremos apenas um recorte dos resultados obtidos na pesquisa com a ASI, para mostrar relações existentes entre a robótica e o cenário atual de pesquisas no ensino de ciências.

Por meio da análise do grafo implicativo, podemos observar os seguintes resultados e reflexões: grande escassez de pesquisas que envolve KRE no ensino de biologia, existindo a tendência de os trabalhos de teses serem realizados com estudantes de graduação, como também uma quantidade alta de pesquisas que se concentra na região Sul do Brasil, que usam Kits da empresa Lego serem trabalhados no Ensino Fundamental.

Diante desses resultados, relacionamos o uso dos KRE à Cultura *Maker* e observa-se segundo as análises de Pereira e Arthur (2020, p.6) convergências, como:

As regiões sudeste e sul concentram a maior quantidade de trabalhos devido a concentração de *FabLabs*<sup>2</sup> nessas localidades, esses espaços são responsáveis por popularizar e expandir a Cultura *Maker* para as diversas áreas do conhecimento. No entanto, observou-se atividade em todas as regiões do país e constatou-se o crescente interesse por parte dos pesquisadores das instituições de ensino superior sobre o tema, devido a demanda recorrente de uma formação que abranja competências e habilidades.

A pesquisa também observou que trabalhos com o KRE que usam a metodologia do Ciclo da Experiência de Kelly tendem a ser realizado na região

---

<sup>2</sup> Um *Fab lab* é uma oficina equipada com um conjunto de ferramentas flexíveis controladas por computador e materiais para a produção rápida de objetos, um espaço de fabricação digital estimulado pela inovação por meio da prototipagem em um ambiente colaborativo. Criada pelo MIT (PEREIRA, ARTHUR, 2020).

Nordeste, como as dissertações são específicas da disciplina de física, a partir do uso do Arduino com estudantes do Ensino Médio.

Outro aspecto relevante extraído da pesquisa é que as dissertações se debruçam mais na Educação Básica do que no Ensino Superior, como também a Robótica Educacional como campo de pesquisa ser pouca explorada no Brasil. Por fim, observou-se uma forte tendência de as pesquisas brasileiras dialogar com as pesquisas internacionais, pelo fato dos estudos de aprendizagem com os KRE serem a partir da Teoria Construcionista de Seymour Papert.

A partir dessas afirmações e reflexões estatísticas, podemos ressaltar que o estudo do KER é algo novo e que necessita ser mais explorado, principalmente na área da biologia, por ter grande relevância.

A título de exemplificação de aplicação na biologia que submerge na robótica educacional em consonância ao ensino de biologia, ressaltando a escassez de pesquisa na biologia com KRE, ao ser identificado apenas uma dissertação. O trabalho apresenta uma pesquisa do tipo relato de caso aplicado com estudantes matriculados do segundo ano do Ensino Médio, utilizando a plataforma Arduino. No decorrer do trabalho observa-se a aplicação de vários exemplos do básico (como acender um led) ao avançado (criação de um semáforo de led na *protoboard*) para que os estudantes aprendessem a manusear o Arduino (GARCIA, 2015). O objetivo da dissertação foi a construção de uma maquete tecnológica que permitia a percepção de qual parte do corpo humano em reação ao toque, apresentava a entrada ou saída do estímulo sensorial pelo sistema nervoso (Figura 10).

Figura 10 – Protótipo do Sistema Nervoso com Arduino



Fonte: Garcia (2015).

O referido trabalho (GARCIA, 2015) abordou conceitos de sinapse, a natureza do impulso nervoso, quantidade de conexões nervosas e analogias existentes entre os componentes eletrônicos com os órgãos dos sentidos. O interessante nessa pesquisa é a associação dos estudos alcançados pelo homem por meio das tecnologias para a criação de equipamentos que tem a mesma função de órgãos dos seres vivos, pois a base para qualquer equipamento sensorial é de observações realizadas em órgãos, como por exemplo a câmera fotográfica que apresenta os mesmos princípios dos olhos: filtro como a córnea; lentes como o cristalino; diafragma como a pupila e o sensor como a retina. Portanto, o sistema nervoso foi trabalhado de forma diferenciada por meio do Arduino.

# Capítulo 3

---

**O ensino de Biologia: interligação dos biomas com a robótica**

## CAPÍTULO 3 - O ENSINO DE BIOLOGIA: INTERLIGAÇÃO DOS BIOMAS COM A ROBÓTICA

Neste capítulo será discutido o ensino de biologia sobre o estudo dos biomas, suas particularidades e formas de abordagens usando as tecnologias no processo de ensino-aprendizagem.

### 3.1 Os biomas e a Fitogeografia do Brasil

O Brasil, por apresentar dimensões quase continentais, traz em seu território uma vasta diversidade de fauna e flora que se subdividem em 5 macrorregiões: norte, nordeste, centro oeste, sudeste e sul. Dentro dessas macrorregiões e perpassando entre algumas delas de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística — IBGE, há o reconhecimento de seis grandes biomas: Floresta Amazônica, Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga, Pampa e Pantanal, como simbolizado no mapa abaixo.

Figura 11 – Representação Esquemática dos Biomas Brasileiros



Fonte: IBGE, adaptado SFB. <<https://snif.florestal.gov.br/en/biomes-and-their-forests/608-florestas-nos-biomas-brasileiros>> Acesso em 18/02/2022.

A título de contexto descrevemos sucintamente sobre cada bioma brasileiro, apresentando suas especificidades e destaques.



### 3.1.1 Floresta Amazônica

A Floresta Amazônica, também denominada floresta pluvial tropical, localiza-se na faixa equatorial e é considerada a de maior extensão no território brasileiro. É caracterizada por um clima úmido e quente ao ultrapassar pela linha equatorial. Ela apresenta uma extensão de 6.700.000 km<sup>2</sup> (ocupa cerca de 40% da superfície do país), abrangendo desde a região norte do Brasil nos estados: Amazonas, Acre, Pará, Amapá, Roraima, Rondônia, Mato Grosso, Maranhão, Goiás e Tocantins. Como também chega nas barreiras do país, passando para outros países da América do Sul, como Peru, Bolívia, Equador, Colômbia e Venezuela (IBGE, 2019; SILVA JÚNIOR, 2005).

Figura 12 – Imagens da floresta amazônica



Fonte: Pisa Trekking, adaptado. < <https://pisa.tur.br/blog/2018/05/15/plantas-da-amazonia/>>  
Acesso em 27/05/2023.

A fauna e flora da Floresta Amazônica é extremamente rica, com muitas espécies endêmicas que proporciona uma grande biodiversidade. Existe uma alta concentração de biomassa e volume de água na região. Permitindo a criação de vários microclimas a variar dos estratos. Os teores de oxigênio, luz, umidade e temperatura são diversificados (LOPES, 2004; BANDOUK *et al*, 2016).

### 3.1.2 Mata Atlântica

Bioma presente em quase todo o território costeiro do Brasil, apresentando 200.205 km<sup>2</sup> de extensão, cerca de 15% da superfície do país, indo do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul e avança em alguns estados para o seu interior. A Mata Atlântica também pode ser chamada de uma floresta pluvial tropical. É o bioma que mais sofreu degradação, visto que foi nas regiões costeiras do Brasil que se instalaram as primeiras cidades. Hoje só se tem preservado 5% da mata original (IBGE, 2019; SILVA JÚNIOR, 2005).

Figura 13 – Imagens da Mata Atlântica



Fonte: Iguiecolgia, adaptado. < <https://www.iguiecolgia.com/dia-da-mata-atlantica/flora-da-mata-atlantica>> Acesso em 27/05/2023.

Pelo fato da sua localização, exibe um clima equatorial no nordeste do Brasil e no Sul um clima temperado, com alta taxa de pluviosidade e umidade por ficar próximo ao mar. Apresenta um relevo acidentado com muitas serras, com fauna e flora rica e diversificada, apresentando também muitas espécies endêmicas que estão na maioria dos casos em estado de extinção. Há uma grande quantidade de biomassa e uma ciclagem rápida dos nutrientes, devido a quantidade alta de serrapilheiras (LOPES, 2004; BANDOUK *et al*, 2016).



### 3.1.3 Cerrado

O Cerrado é localizado principalmente na região Centro Oeste do Brasil, entretanto, abrange alguns estados de outras regiões. É considerado por biólogos e geógrafos como um tipo de savana, mediante suas características. Apresenta uma extensão de 2.045.000 km<sup>2</sup>, cerca de 25% da superfície do país (IBGE, 2019; SILVA JÚNIOR, 2005).

Figura 14 – Imagens do Cerrado



Fonte: Correia R., adaptado. < <https://www.to.gov.br/noticias/cerrado-a-riqueza-do-tocantins/eiqhanjsl6i> > Acesso em 27/05/2023.

Exibe um clima tropical sazonal com inverno seco, com uma fauna e flora bem específica e com pouca biomassa comparada com as florestas tropicais úmidas. O fato da pouca biomassa está relacionada a um solo pobre em material orgânico com alta drenagem da água ao subsolo, por ter um solo arenoso e ácido (LOPES, 2004; BANDOUK *et al*, 2016).

### 3.1.4 Caatinga

A Caatinga se encontra principalmente na região Nordeste do Brasil, precisamente nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí,

Rio Grande do Norte, Sergipe e Minas Gerais e exibe uma extensão de 730.850 km<sup>2</sup>, cerca de 10% da superfície do país (IBGE, 2019; SILVA JÚNIOR, 2005).

Figura 15 – Imagens da Caatinga



Fonte: Diana, adaptado. < <https://www.todamateria.com.br/flora-da-caatinga> > Acesso em 27/05/2023.

Um bioma marcado por um clima característico de semiárido com temperaturas elevadas boa parte do ano e com pluviosidade baixa. Apresenta pouca biomassa com espécies adaptadas ao clima seco, perdendo algumas folhas na época de estiagem. A Caatinga se subdivide em Agreste (próximo do litoral) e Sertão (interior do país sendo mais árido). Conta com um solo rico em nutrientes, porém a escassez de água é o fator limitante da fauna e flora (LOPES, 2004; BANDOUK *et al*, 2016).

### 3.1.5 Pampa

Os pampas, também chamado de Pampas Sulinos, são localizados na região Sul do Brasil no estado do Rio Grande do Sul, perpassando para os países da América do Sul: Uruguai e Argentina. Exibe uma extensão de 750 mil km<sup>2</sup>, cerca de 2,07% da superfície do país (IBGE, 2019; SILVA JÚNIOR, 2005).

Figura 16 – Imagens do Pampa



Fonte: campos, adaptado. < <https://blog.123milhas.com/bioma-pampa-lugares-para-conhecer/> >  
Acesso em 27/05/2023.

O clima dos pampas é subtropical frio e com isso não apresenta uma fauna e flora alta, com apenas plantas e animais de pequenos portes, com planícies e plantas do tipo gramíneas e arbustos. Com uma taxa razoável de pluviosidade e relevo plano faz com que a biomassa seja branda e com solo razoavelmente rico em nutrientes.

### 3.1.6 Pantanal

Por fim, o último bioma do Brasil, o Pantanal, se localiza entre a Floresta Amazônica e o Cerrado, estendendo-se pela Bacia do alto Rio Paraguai nos estados do Mato Grosso do Sul (65% de seu território) e no Mato Grosso (35% de seu território) cercado países vizinhos como o Paraguai e Bolívia. Apresenta 150.355 km<sup>2</sup> de extensão, cerca de 1,76% da superfície do país, o menor bioma do Brasil (IBGE, 2019; SILVA JÚNIOR, 2005).



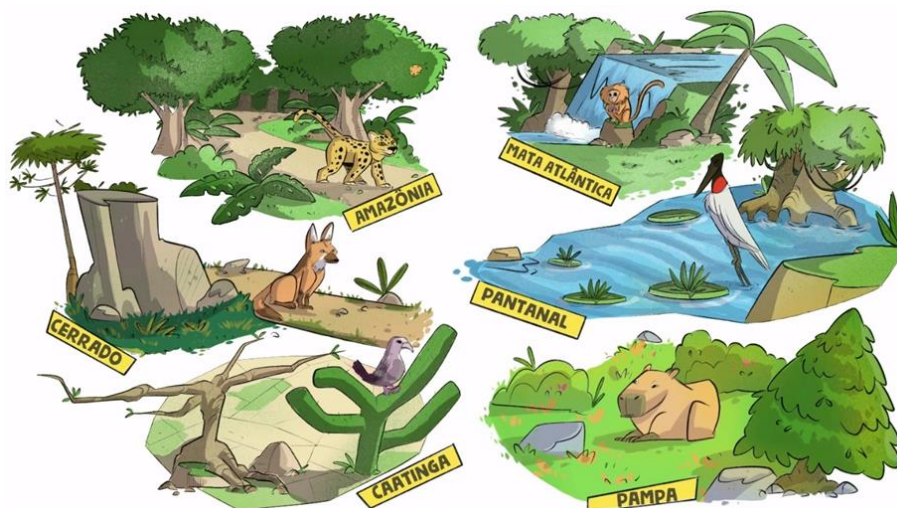
Figura 17 – Imagens do pantanal



Fonte: adventureclub, adaptado. < <https://www.adventureclub.com.br/blog/descubra-fatos-curiosos-sobre-a-flora-do-pantanal> > Acesso em 27/05/2023.

O clima do Pantanal é tropical úmido diante as influências da região amazônica, com uma pluviosidade não muito elevada, visto que as nascentes dos rios que perpassam no Pantanal surgem no Cerrado. Entretanto, apresenta uma alta concentração de chuvas em poucos meses e pelo relevo baixo em relação aos outros biomas, cria-se grande áreas inundadas no inverno. Oferece uma considerável biomassa e uma enorme biodiversidade em relação a fauna.

Figura 18 – Ilustração dos Biomas Brasileiros com seus principais representantes



Fonte: Guia do Estudante. <<https://guiadoestudante.abril.com.br/estudo/videos-retratam-a-diversidade-dos-6-biomas-brasileiros/>> Acesso em 18/02/2022.

### 3.2 Biomas brasileiros e sua relação com o ensino de Biologia

O Brasil com sua rica biodiversidade, nos leva a dar importância aos biomas como conteúdo na educação escolar, que só pelo seu termo, já é uma fonte de discussão, onde o termo Bioma em sua conceituação é muito questionado pelos teóricos da área (COUTINHO, 2006). Assim sendo, o IBGE conceitua os biomas como sendo um

conjunto de vida vegetal e animal, constituídos pelo agrupamento de tipos de vegetação que são próximos e que podem ser identificados em nível regional, com condições de geologia e clima semelhantes e que, historicamente, sofreram os mesmos processos de formação da paisagem, resultando em uma diversidade de flora e fauna própria (IBGE, p. 3).

Neste contexto, os estudos das características de cada Bioma podem ser pedagogicamente aplicados para trazer e/ou dinamizar os mais diversos conhecimentos e conceitos na disciplina de Biologia, por visualizar os biomas como entrada didática para apreensão e ressignificação de conteúdos desenvolvidos em sala. A aprendizagem dos biomas demanda do docente o resgate de muitos conceitos prévios necessários para o estudante entender as relações entre os seres vivos com os fatores bióticos e abióticos, onde o conhecimento sobre o que um animal ou uma planta carece para sua sobrevivência faz o estudante identificar o papel do bioma ao proporcionar condições favoráveis aos organismos que ali habitam (COUTINHO, 2005).

A biosfera é a parte do planeta que contém vida. Trata-se de uma camada de pequena espessura, em relação ao tamanho do globo terrestre, constituída de mares, rios, lagos, solos, até poucos metros de profundidade, e de algumas condições básicas, como a luz, água e temperatura acima do ponto de congelamento. Como a distribuição desses fatores no planeta não é homogênea, as várias regiões da Terra apresentam aspectos biológicos diferentes (SILVA JÚNIOR, 2005, p. 407).

Os seres vivos a todos os momentos interagem com o meio, seja ele biótico e principalmente abiótico como forma de sobrevivência, entrando em um constante processo de adaptações (DARWIN, 2014). No quadro 4, destacamos alguns dos

diversos fatores que interferem, sejam eles isolados ou combinados, como a umidade, salinidade e entre outros.

Quadro 3 - Fatores Abióticos e sua Influência sobre os Biomas

Fator Ambiental	Influência sobre a característica do Bioma
<b>Luz solar</b>	Obrigatória para a fotossíntese. Para as plantas terrestres, a luz não é, normalmente, fator limitante, e sim o CO <sub>2</sub> . Porém, em florestas densas, como a Amazônica, chega pouca luz ao solo, o que irá determinar o tipo de planta que ali vive. Nos ecossistemas aquáticos, a luz disponível diminui com o aumento da profundidade.
<b>Temperatura</b>	Afeta diretamente o metabolismo. As temperaturas inferiores a 0 °C, formam-se cristais de gelo que rompem as células. Acima de 45 °C, há desnaturação das proteínas. Aves e mamíferos, por manterem sua temperatura constante, se distribuem na biosfera de forma mais ampla do que os heterotermos. <sup>3</sup>
<b>Água</b>	Essencial à vida. Não é, claro, o fator limitante de organismos aquáticos. Já os organismos terrestres estão constantemente ameaçados pela desidratação.
<b>Ventos</b>	Relacionados à perda de água pelos organismos terrestres, por meio da transpiração, que por sua vez, permite “refriar” a superfície do corpo, a sua camada limite.
<b>Solo e rochas</b>	Sua composição, sua estrutura física e seu pH determinam a distribuição de vegetais, e conseqüentemente dos animais que dependem deles.

Fonte: Adaptado de Silva Júnior (2005).

A título de exemplificação e comparação, temos o Bioma Caatinga da região Nordeste que apresenta por característica plantas adaptadas a escassez de água com folhas em forma de espinhos, revestimento do caule por cutícula e serem suculentas. Já no Bioma Pantanal da região Centro oeste, mostra ser o inverso com excesso de água que proporciona uma vegetação com alta taxa de transpiração e crescimento folhear, onde essas diferenciações são fundamentais para apropriação de conceitos relacionados a fisiologia e também como a tecnologia pode ser utilizada a favor do homem e da natureza (BANDOUK, *et al*, 2016).

<sup>3</sup> São animais que para manter a temperatura corporal ajustada ao do ambiente, visto que não tem um sistema de regulação e manutenção do calor.



A BNCC destaca que o estudo dos Biomas deve estar atrelado a visão de construção de saberes interligada às TDIC, para promover uma associação dos conhecimentos biológicos em detrimento da tecnologia como forma de uso consciente dos recursos naturais (BRASIL, 2017). Esse argumento permite a escola traçar no currículo formas lúdicas de trabalhar a Ecologia.

O ensino fragmentado e fora de contexto faz com que a aprendizagem seja deficitária e promova no aluno um desestímulo a curiosidade. O estudo dos biomas promove o inverso por estudar como se dá as diferenças biológicas e como elas interferem nas regiões brasileiras.

### **3.3 A utilização de estufas para o estudo dos biomas**

O professor atualmente tem as tecnologias como instrumento didático a sua disposição para instigar a curiosidade do estudante. Ressaltamos que para o docente sair da zona de conforto não é fácil, mas necessário para um alunado cada vez mais diferenciado e conectado com as tecnologias. As áreas de matemática e das ciências da natureza, como a biologia, dispõem diversas formas de usar projetos pedagógicos.

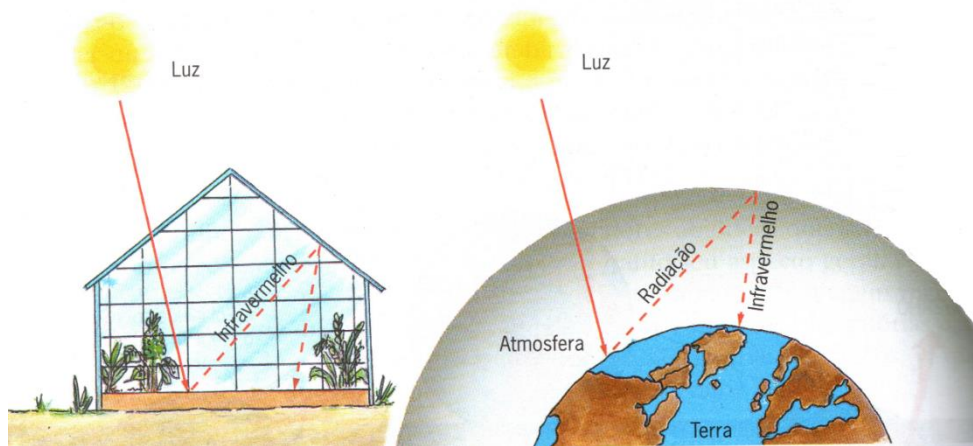
Neste viés, destacamos a criação de hortas e estufas em escolas como recurso didático, bastante difundido e conhecido por ser viável o cultivo de plantas nos estornos da instituição, promovendo a necessidade de pesquisas para propiciar um ambiente favorável ao crescimento dos vegetais, além da possibilidade de usos tecnológicos denominado por Sampaio e Wortmann (2007) de instrumentos ecoalfabetizadores<sup>4</sup>.

O uso de estufas caseiras em escolas promove uma cultura de inserção de novos equipamentos e sequências didáticas diferenciadas, com metodologias ativas que envolve projetos interdisciplinares. Na figura 19 podemos observar similaridades entre o processo natural de Incidência solar global para com um artificial. Interligando conceitos da biologia, química e física.

---

<sup>4</sup> Enquanto processo pedagógico, busca sensibilizar e situar nossa condição humana como parte inseparável da comunidade biosférica. Por sua mediação espera-se que cada sujeito possa compreender a diferença entre habitar e residir. (NASCIMENTO, 2019, p.14).

Figura 19 – Representação esquemática comparativa da Incidência Solar em uma Estufa e no Planeta



Fonte: Silva Júnior (2005).

As estufas são estruturas variantes em formas e tamanhos, que permite o controle dos ventos, luminosidade e umidade para o crescimento ideal dos vegetais ali presentes, construídas a partir de madeira, alumínio e aço galvanizado, existindo atualmente cinco tipos de estufas: Arco Tubo, Arco Treliçado, Arco Treliçado Dente de Serra, Londrina e Capela (PIRES, 2019).

Figura 20 – Fotografia da estufa do tipo Capela



Fonte: <<https://www.afe.com.br/artigos/aprenda-agora-sobre-a-estrutura-e-os-tipos-de-estufas>> Acesso em 18/02/2022.

As estufas são estruturas que requerem um sistema de irrigação, onde a sua automatização a torna um diferencial. Nessa perspectiva o estudo e aprofundamento

de formas de automatizar a criação de vegetais se torna um passo interessante para um consumo consciente (NEVILLE, 2005; PIRES, 2019;).

Alinhando tudo que fora discutido, podemos ver a sala de aula como fonte potencial para a produção de projetos que usam a tecnologia a favor do desenvolvimento de novas formas de manejo dos vegetais, ao estudar o seu bioma e observar suas especificidades fisiológicas. Como exemplo, uma planta da Caatinga tem o tempo de irrigação reduzido por ela ser adaptada a um clima seco, já nos casos de uma planta do Pantanal, necessitam do aumento no tempo de irrigação por ser adaptada a um solo mais úmido.

Portanto, nesse capítulo analisamos a importância do conteúdo Bioma para a construção de novos conceitos favoráveis a inserção da tecnologia a favor do ensino, por meio de estufas como aqui discutidas para o uso racional e sustentável dos recursos.

# Capítulo 4

---

**George Kelly e a Teoria dos Construtos Pessoais**

## **CAPÍTULO 4 - GEORGE KELLY E A TEORIA DOS CONSTRUTOS PESSOAIS**

Neste capítulo será discutido sobre a origem e bases da Teoria dos Construtos Pessoais (TCP) e em sequência um aprofundamento para um dos corolários, o da experiência, para detalhar o Ciclo da Experiência de Kelly (CEK).

### **4.1 Teoria dos Construtos Pessoais (TCP)**

A TCP tem por criador o pesquisador George Kelly, que nasceu na cidade de Perth, no Kansas (EUA) em 1910 e falecido em 1967. Era formado em física e matemática, contudo, seu olhar de pesquisador se debruçava em questões sociais. Levando posteriormente a realização de estudos no ramo da sociologia educacional, em 1930 formou-se em bacharel em educação e atuou na psicologia clínica em *Font Hays*, onde desenvolveu vários estudos, entre eles, a psicologia escolar em instituições rurais no Kansas (BEZERRA, 2005; NEVES, 2006).

Em seus escritos observa-se um favorecimento dos estudos da Teoria de Freud, entretanto, ao notar inconsistências na ideologia durante suas consultas com seus pacientes, este pesquisador criou a sua Teoria da Personalidade em 1950, sendo historicamente um dos pioneiros na área da psicologia cognitiva ao se firmar 10 anos antes como área de estudos (BEZERRA, 2005).

Nessa perspectiva, Kelly integra um conjunto de psicólogos participantes da linha cognitivista que partem da premissa de que o indivíduo ao nascer trará consigo estruturas cognitivas que serão responsáveis por suas organizações e interpretações psicológicas, carregando condições básicas para inicialização do processo de construção do conhecimento (NEVES, 2006; OLIVEIRA *et al*, 2021).

Kelly é um cognitivista que tem por fundamento que a realidade existe e cada indivíduo percebe de maneira diferente o universo, e as denominou de construtos pessoais, que são nossas formas de interpretar e explicar o mundo. Os construtos pessoais são nossas interpretações e explicações da realidade, se comparando a lentes pelas quais enxergamos o mundo. Essa alegoria que interpretamos por meio dos construtos nos forçam a enxergar o universo sempre a partir de certas tonalidades e nos leva sempre os modificar para conseguirmos lidar com a realidade, ou seja, para dar sentido a algo novo necessita de interpretação pelo o que já sabemos (BARROS, BASTOS, 2007).

Oliveira *et al* (2021) descreve que Kelly na construção da Teoria da Personalidade, realizou algumas suposições, como o Alternativíssimo Constitutivo que fala das pessoas que lidam com as situações no ambiente a qual vivem de maneiras diferentes, partindo da ideia que o ser humano tem o livre arbítrio de escolher como ver o mundo e que suas ações são estabelecidas por suas escolhas.

Kelly também escreve sobre Homem-cientista, que compreende todo ser humano em criar hipóteses em todos os momentos para avaliar o seu comportamento e que vai construindo ao longo de sua vida suas próprias experiências. Fala que o foco deve ser no construtor, ou seja, cada indivíduo que é um ser capaz de construir, interpretar e compreender o mundo (LIMA, 2008; ANDRADE, 2010; OLIVEIRA *et al*, 2021).

Ele questiona o termo Motivação que na sua concepção é algo desnecessário e pleonástico, pelo fato de atos motivacionais apenas explicar por que uma pessoa é ativa ou inerte. Para ele, as pessoas são ativas porque são organismos vivos que a todo instante está conectado ao mundo interpretando-o. Por fim, o conceito de “ser si mesmo” que centraliza na teoria da personalidade que “o homem é aquilo que se aventura em ser, é tentar cada vez mais se arriscar, ao invés de se revelar” (NEVES, 2006, p. 22).

A TCP parte da premissa que não existe um conhecimento verdadeiro, concreto e objetivo da realidade, mas que o conhecimento é algo construído pelo indivíduo pela relação dos atributos dados aos significados dessa realidade e pela forma que ele interpreta e observa. O foco de usar esses construtos assimilados é como forma de antecipar eventos futuros que não fazem parte dos construtos já existentes (OLIVEIRA *et al*, 2021).

Os construtos pessoais têm por características experiências vividas pelo próprio indivíduo, levando a compreensão que não existe um número exato de construtos a serem construídos, variando sua quantidade, coerência e organização (LIMA, 2008), induzindo o indivíduo a saber o porquê cada estudante ao sair da sala de aula após a explicação de determinado conteúdo, as reflexões são diferentes. São consideradas por Kelly (1963) como réplicas de modos diferentes pelo fato de a limitação dos construtos terem por abstrair diante um evento novo.

Neves (2006) discorre que por essa característica das abstrações dos eventos, de acordo com Kelly, são ocasionadas pelos construtos e seus elementos. Podemos assim conceituar os construtos pessoais como:

“Representações do universo ou parte dele, representada ou erigida por uma criatura viva e então testada frente à realidade desse evento. [São]...moldes, gabaritos padrões que o homem constrói para dar sentido às realidades do universo, [...] Abstrações que as pessoas constroem em suas mentes para lidar com eventos ou agrupando ou fazendo distinções entre eles.” (NEVES, 2006, p. 23).

Como título de compreensão da TCP, podemos fazer a analogia de que os construtos pessoais são como óculos com lentes diferentes onde cada indivíduo enxerga o mundo com uma lente e usa essa visão a partir dos óculos para prevê os acontecimentos que não entende sobre a sua realidade. Partindo da assimilação desse novo evento pode ocorrer a mudança da forma de enxergar a realidade, ou seja, mudando as lentes dos óculos que o indivíduo está usando ou permanecer nas mesmas lentes, neste último caso não altera sua concepção da realidade diante a experiência vivenciada (BASTOS, 1992; ANDRADE, 2010).

A TCP escrita com Kelly (1963, p.47, tradução livre), discorre o postulado de que “os processos de uma pessoa são psicologicamente canalizados de maneira que ela antecipa eventos”, pois nossos pensamentos e ações são dirigidos a antecipar os eventos que se virá como forma de controlar o ambiente e planejar nossas ações. Kelly também descreve como os construtos funcionam a partir de 11 corolários, fundamentando os construtos pessoais, descritos no quadro 4 a seguir:

Quadro 4 – Corolários da Teoria dos Construtos Pessoais

<b>Corolários</b>	<b>Descrição</b>
<b>Construção</b>	Uma pessoa antecipa eventos construindo suas réplicas.
<b>Individualidade</b>	As pessoas diferem umas das outras nas suas construções de eventos.
<b>Organização</b>	Cada pessoa, caracteristicamente desenvolve, para sua conveniência na antecipação de eventos, um sistema de construção incorporando relações ordinais entre construtos.
<b>Dicotomia</b>	O sistema de construção de uma pessoa é composto de um número finito de construtos dicotômicos.
<b>Escolha</b>	A pessoa escolhe aquela alternativa, em um construto dicotomizado, através da qual ela antecipa a maior possibilidade de extensão e definição de seu sistema de construção.

<b>Âmbito</b>	Um construto é conveniente apenas para a antecipação de um âmbito limitado de eventos.
<b>Experiência</b>	O sistema de construção de uma pessoa varia à medida que ela constrói, sucessivamente, réplicas de eventos.
<b>Modulação</b>	A variação no sistema de construção de uma pessoa é limitada pela permeabilidade dos construtos dentro de âmbitos de conveniência em que as variantes de situam.
<b>Fragmentação</b>	Uma pessoa pode empregar, sucessivamente, uma variedade de subsistemas de construção que são inferencialmente incompatíveis entre si.
<b>Comunalidade</b>	Na medida que uma pessoa emprega uma construção da experiência que é similar àquela empregada por outra pessoa, seus processos psicológicos são similares do de outra pessoa.
<b>Sociabilidade</b>	Na medida em que uma pessoa constrói a construção de outra, ela pode ter um papel em um processo social envolvendo a outra pessoa.

Fonte: Adaptado de Moreira (2011).

Em resumo, Kelly (1963) realizou estudos sobre a construção do conhecimento apegado a visão do homem como cientista que a todo momento prevê eventos, antecipando-os, construindo sua realidade a partir das experiências passadas e usando essa experiência como base para as decisões e escolhas, na tentativa de antecipar o algo novo com o que já se sabe (LIMA, 2008; BARROS, BASTOS, 2007; OLIVEIRA *et al*, 2021).

Deste modo, para a seguinte pesquisa focaremos na utilização do corolário da experiência, por se adequar melhor a nossa proposta que consiste em analisar a construção de conceitos a partir da aplicação de um kit educacional que utiliza a robótica educacional em aulas de biologia, descrevendo e detalhando o corolário a seguir partindo do Ciclo da Experiência de Kelly (CEK).

#### 4.2 O Ciclo de Experiências de Kelly (CEK)

Kelly (1963, p. 72, tradução nossa) no corolário da experiência, representa o mesmo como um “sistema de construção de uma pessoa que varia à medida que ela sucessivamente constrói réplica dos eventos”. Nessa perspectiva, o corolário da experiência mostra que para ocorrer a aprendizagem só é possível após uma ou várias



tentativas em lidar com os eventos, modificando sua estrutura cognitiva para interpretar melhor ou ajustar os eventos que ocorre na sua realidade (BARROS, BASTOS, 2007; ANDRADE, 2010; OLIVEIRA *et al*, 2021).

Nesse contexto, a todo momento estamos criando hipóteses como os cientistas na tentativa de entender a realidade a nossa volta, conferindo, reconstruindo, ajustando ou deletando lentes a qual enxergamos o mundo. Kelly (1963) desenvolveu o ciclo de experiências para visualização do homem mediante um novo evento, que é dividido em 5 etapas: antecipação, investimento, encontro, validação e revisão construtiva (ver figura 21).

Figura 21 – Representação esquemática do Ciclo da Experiências de Kelly



Fonte: adaptado de Neves (2006) e Barros e Bastos (2007).

- 1º Etapa - Antecipação: iniciada quando o indivíduo participa de um algum evento e antecipa-o usando os construtos que possui no seu sistema cognitivo, trazendo as suas réplicas e concepções sobre o evento através dos construtos adquiridos com a sua experiência em eventos posteriores (NEVES, 2006; SANTOS, 2016).
- 2º Etapa - Investimento: inicia-se quando o indivíduo é levado para interagir no evento a fim de aperfeiçoar as construções de suas réplicas pela interação com os novos elementos ao conhecimento antes antecipado, inserindo uma

situação em que poderá refletir sobre seus construtos iniciais (NEVES, 2006; SANTOS, 2016).

- 3º Etapa - Encontro: Momento o qual o indivíduo realizará atividades que se encontram com o evento antecipado, checando suas teorias pessoais e testando se seus construtos continuam ou não sendo válidos (NEVES, 2006; SANTOS, 2016).
- 4º Etapa - Validação: Momento também chamado de confirmação ou desconfirmação, é marcado por desenvolver um conflito cognitivo que leva o indivíduo a validar ou não seus construtos, podendo manter ou modificar os construtos do indivíduo vivenciada na etapa do encontro (NEVES, 2006; SANTOS, 2016).
- 5º Etapa - Revisão Construtiva: É marcada pela revisão ou não dos construtos relativos ao evento vivido, gerando uma revisão dos pontos que houve problemas. Nessa última etapa o indivíduo pode permanecer com suas réplicas, modificá-las ou substituí-las por outras que caracterizam melhor o evento vivenciado (NEVES, 2006; SANTOS, 2016).

Dessa forma, usaremos como aporte metodológico os Construtos Pessoais de George Kelly em conjunto com o Ciclo de Experiências de Kelly (CEK). Assim sendo, as etapas do CEK darão embasamento para o processo interventivo, no que concerne auxiliar no entendimento do conteúdo e no desenvolvimento cognitivo dos educandos no decorrer do projeto. Assim, será lançada a proposta de construção de uma estufa automatizada utilizando Arduino como ferramenta tecnológica no Kit educacional.

# Capítulo 5

---

## Procedimentos Metodológicos da Pesquisa

## **CAPÍTULO 5 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA**

Na perspectiva de responder ao objetivo, a metodologia da pesquisa teve por fundamento metodológico os Construtos Pessoais de George Kelly, de modo que nosso processo interventivo foi elaborado com base no Ciclo de Experiência de Kelly (CEK) (KELLY, 1963), por se tratar de um estudo que explorou os construtos a partir da utilização do kit educacional. A seguir descrevemos as características da pesquisa no que tange aos procedimentos metodológicos da natureza da pesquisa, do campo de estudo, dos atores sociais, das questões éticas da pesquisa, os instrumentos de coleta e a análise dos dados.

### **5.1 Natureza da pesquisa**

A presente pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, onde o foco foi compreender a construção de fenômenos humanos aprendidos, ou seja, significados presentes no ensino de Biologia (CHIZZOTTI, 2006). Na educação, pesquisas qualitativas se apresentam em evidência pelo fato de a forma dos dados serem descritos, por meio de falas, imagens, textos, comportamentos, gestos e entre outros. São informações em grande volume que necessitam de cuidado na análise pelo pesquisador e que é quase nula a análise quantitativa dessas informações (SANTOS, 2016).

Se caracterizou também como Pesquisa de Natureza Interventiva (PNI), definida por Teixeira e Megid Neto (2017, p. 1056) como uma “prática que conjuga processos investigativos ao desenvolvimento concomitante de ações que podem assumir natureza diversificada”. Esse termo pode ser utilizado com vantagem para enquadrar uma multiplicidade de modalidades de pesquisa caracterizadas por articular, de alguma forma, investigação e produção de conhecimento, com ação e/ou processos interventivos (TEIXEIRA; MEGID NETO, 2017).

Em consideração a abordagem da pesquisa, os instrumentos de coleta nos remeteram a ser caracterizados de uma pesquisa qualitativa, empregado a observação via diário de bordo, questionários abertos e entrevistas narrativas respectivamente (MINAYO, 2009).

## 5.2 Campo de estudo

O campo de estudo foi uma Escola Técnica Estadual que oferta o Ensino Médio Técnico localizada na cidade de Gravatá, Pernambuco. A referida escola conta com a oferta dos cursos técnicos de administração e rede de computadores integrados ao ensino médio, com um regime de aulas integrais, sendo anualmente formada quatro turmas: duas de administração e duas de redes de computadores.

A escola apresenta seis laboratórios: biologia, física, química, matemática e dois de informática, além de vasto acervo tecnológico para uso diante os cursos que oferta. Para ingresso na instituição se faz necessário uma seleção específica, além de acolher estudantes de cidades vizinhas, como Chã Grande e Amaraji. Ademais, existe o desenvolvimento de projetos na escola usando o Lego *Mindstorms*, com participações nas Olimpíadas Brasileira de Robótica (OBR) em seu histórico, além de atuar em diferentes projetos com diversas plataformas tecnológicas.

## 5.3 Participantes da pesquisa

Os participantes da pesquisa que colaboraram foram 15 estudantes que cursam o terceiro ano do ensino médio. A escolha desse ano surge por possuir em sua matriz curricular na disciplina de Biologia o conteúdo de ecologia, cujo conteúdo aborda o eixo biomas. Ademais, se faz importante que já tenham estudado, durante o segundo ano do ensino médio, as características fisiológicas das plantas.

Destaco a relevância do conteúdo biomas, devido ao quadro de décadas com discursos sobre a preservação ambiental causadas pelos impactos da ação antrópica no meio ambiente, como também em reflexões de formas menos agressiva a natureza em seu manejo por meio das tecnologias. O desenvolvimento humano gerado pela globalização em frente ao uso racional e coerente dos recursos naturais na agricultura (RICKLEFS, 2003; TAIZ, ZEIGER, 2013).

Os participantes da pesquisa foram divididos em 5 Grupos de Trabalho (GT) com 3 integrantes cada. Os estudantes foram selecionados dos cursos de Administração e do curso de Redes de computadores para comporem os grupos de trabalho, utilizando como critérios de escolha a voluntarismo em participar, a aceitação dos termos éticos da pesquisa, o horário das atividades e o desempenho na disciplina de Biologia.

## 5.4 Questões éticas da pesquisa

Levando em consideração os aspectos éticos, todas as informações desta pesquisa serão confidenciais ao pesquisador e divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não ocorrendo identificação dos sujeitos de pesquisa, garantindo todo o sigilo sobre a participação, obedecendo aos preceitos éticos da resolução 510/16 do Conselho Nacional de Saúde. A pesquisa só foi iniciada com a aprovação do comitê de Ética, onde o projeto foi submetido à Plataforma Brasil, bem como previamente aplicados o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido TCLE e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE (para crianças e menores de 18 anos), para preenchimento por parte dos sujeitos de pesquisa. A pesquisa foi analisada e aprovada pelo CEP no processo 58527622.30000.9547.

## 5.5 Percurso metodológico

### 5.5.1 Levantamento das concepções prévias dos estudantes

Para diagnóstico e levantamento das concepções prévias dos estudantes, aplicamos um Questionário para Avaliação Anterior à Ação (QVA) antes de iniciarmos a CEK, utilizamos um formulário online para assim direcionar a ação interventiva mais adequada aos conceitos construídos pelos estudantes. O quadro 5 apresenta as 7 questões que compõem o QVA.

Quadro 5 – Questões que constituem o QVA

1.O que é bioma para você?
2.Quais fatores você considera ser crucial para a distribuição dos biomas? (Pode marcar mais de um). <ul style="list-style-type: none"><li>• Clima</li><li>• Relevo</li><li>• Temperatura</li><li>• Pluviosidade</li><li>• Tipo de Solo</li><li>• Luminosidade</li><li>• Salinidade</li><li>• Umidade</li></ul>

3.Existem animais que só vivem em um determinado bioma, ao serem retirados e colocados em outro bioma, não sobrevivem. Por que isso acontece?
4.Você acredita que no Brasil existem quantos biomas? <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4</li> <li>• 5</li> <li>• 6</li> <li>• 7</li> </ul>
5.A classificação dos biomas é feita com base em qual característica? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vegetação encontrada</li> <li>• Animais encontrados</li> <li>• Quantidade de água</li> <li>• Disponibilidade de nutrientes</li> </ul>
6.O que é uma estufa?
7.Qual a função de uma estufa?

Fonte: Os autores (2023).

### 5.5.2 Processo interventivo com base no Ciclo de Experiência de Kelly

Os procedimentos adotados têm por base as etapas do CEK, conforme estabelecido no Corolário da Experiência (KELLY, 1963), seguido a respectiva ordem: antecipação, investimento, encontro, validação e revisão construtiva, conforme descrevemos a seguir. Vale ressaltar que em cada uma das etapas interventivas, os estudantes receberam Fichas para Registro (FR), com campo de preenchimento para textos discursivos e representações esquemáticas/ilustrativas, as quais utilizamos para posterior análise.

Para seguir as etapas propostas pelo CEK, mais de um encontro foi necessário para a conclusão de uma etapa. A descrição do quadro abaixo mostra a divisão realizada para facilitar o entendimento da linha temporal, além da codificação das Fichas de Registro usadas no final de cada etapa.

Quadro 6 – Encontros interventivos a partir das etapas do CEK e codificação das Fichas de Registro (FR)

<b>Etapas do CEK</b>	<b>Número de Encontros/Aulas</b>	<b>Código da FR</b>
Antecipação	1 Encontro/2 aulas	FR1

Investimento	1 Encontro/2 aulas	FR2
Encontro	6 Encontros/12 aulas	FR3
Validação	1 Encontro/2 aulas	FR4
Revisão Construtiva	1 Encontro/3 aulas	Rubrica
		Entrevistas

Fonte: Os autores (2022).

Antes do início das etapas do CEK, foi descrito a todos os sujeitos da pesquisa sobre os termos éticos, da dinâmica dos encontros e o que seria desenvolvido na intervenção. Para facilitar a comunicação com os sujeitos da pesquisa, foi criado um grupo no *WhatsApp* formado pelo pesquisador e pelos estudantes. A seguir, detalhamos o que foi realizado em cada momento interventivo com base no CEK.

### **ETAPA 1: *Antecipação***

Etapa caracterizada por ser o primeiro momento do CEK, onde foi realizada a dinâmica do que seria construído e deu início ao resgate dos conhecimentos prévios sobre a temática com uma sequência de vídeos da série “*A Natureza Fala*”<sup>5</sup>, formado por vídeos de curta duração narrados por celebridades que falam de fatores como solo, mar, água, flor, gelo e afins e também biomas como mata amazônica e recife de corais, com uma discussão de frases faladas e termos de destaque.

Depois foi realizada a leitura do Texto “*Raio X dos Biomas: qual a importância dos ecossistemas e como podemos preservá-los*”. A leitura trata de um texto criado pela Agência Senado e Camila Santos do G1, ao trazer um resumo dos biomas brasileiros e atual situação desses biomas, mostrando dados de desmatamento e destacando a política ambiental e decisões política federais no âmbito da conservação.

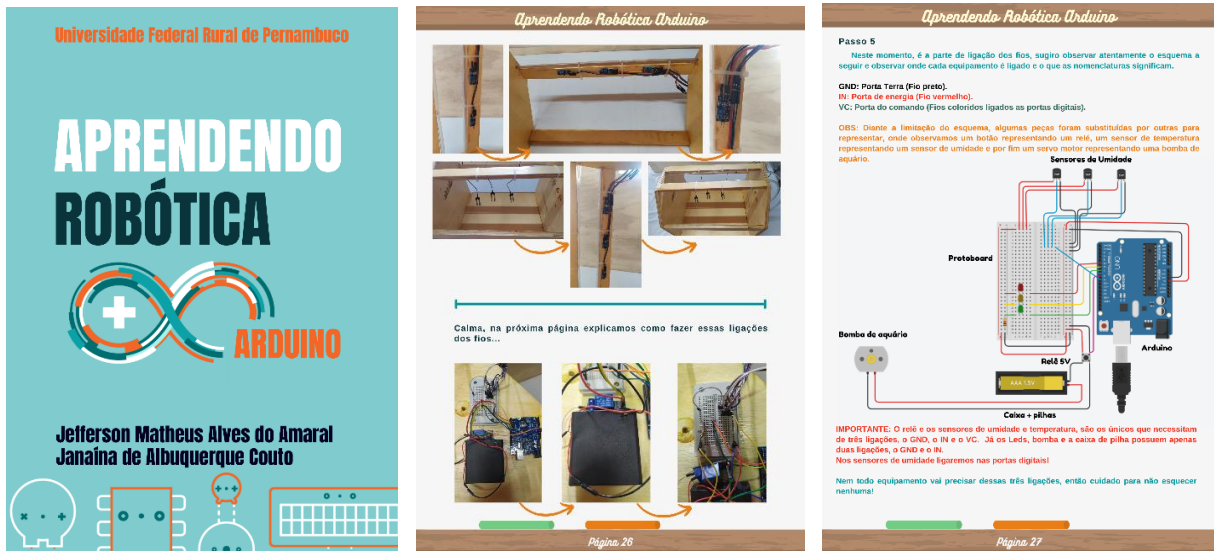
Como um material norteador para auxiliar a aprendizagem dos estudantes sobre a programação do Arduino, foi confeccionado um Guia para cada equipe, de autoria própria que traz informações sobre a robótica no geral, sobre o Arduino, a

<sup>5</sup> São vídeos da Fundação Conservação Internacional que tem por objetivo a conscientização da preservação ambiental e o combate as mudanças climáticas. Vídeos presentes na plataforma do YouTube a partir do Link: <https://www.youtube.com/watch?v=QBVyS5-iNLk>. Acessados e realizado o download em 23/04/2022.



linguagem de programação e no fim o passo a passo para a construção da estufa automatizada, exibindo imagens, descrição do material e locais indicados para encaixe das peças. No total de 32 páginas o Guia intitulado Aprendendo a Robótica Arduino (figura 22) foi entregue às equipes para leitura e uso durante os encontros.

Figura 22 – Páginas do Guia Aprendendo Robótica Arduino

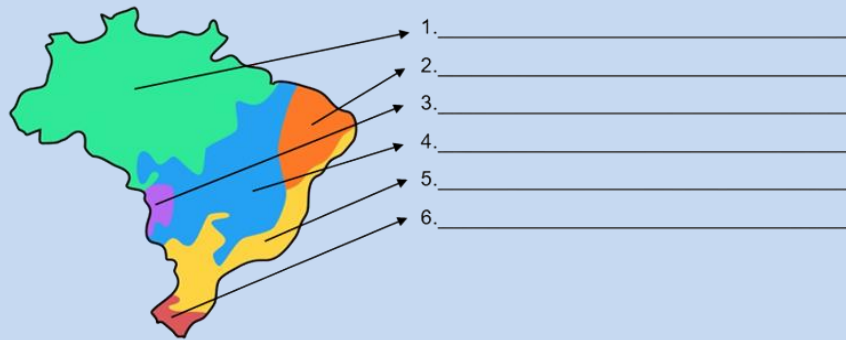


Fonte: Os autores (2021).

A FR01 teve por alvo a observação dos conhecimentos construídos na etapa da antecipação e constituída por 4 questões e um quadro para síntese do que ficou marcante. A FR01 foi disponibilizada aos estudantes perto do término do encontro, no quadro 7 temos as respectivas questões.

#### Quadro 7 – Questões da FR1

1. O Brasil é um país com tamanho quase continental e diante dessa característica é rico em vários aspectos de biodiversidade. Classifique de acordo com seus conhecimentos os principais biomas do Brasil no mapa abaixo:



2. Observe a imagem abaixo e descreva o que você pode entender dela ao se falar de biodiversidade.



3. Os seres vivos a todos os momentos estão em interação com outros seres vivos (bióticos) e com outros elementos não vivos (abióticos), relacione os exemplos a seguir com a classificação que você acha ser mais coerente.

Fatores bióticos ●

Fatores Abióticos ●

- Luz solar
- Autotróficos
- Herbívoros (produtores)
- Umidade
- Calor
- Heterotróficos
- Decompositores
- Consumidores
- Oxigênio
- Nitrogênio

4. Após lê o quadrinho a seguir, responda: Na sua opinião, qual a importância de estudarmos a diversidade e as interações de cada bioma?



Fonte: Os autores (2022).

Para a intervenção, utilizamos um encontro (2 aulas), tendo como recursos um projetor e notebook para exibição de vídeos documentários, FR01.

## ETAPA 2: *Investimento*

O objetivo dessa etapa foi construir conhecimentos sobre o Arduino, bem como sobre a fisiologia das plantas. Foram executadas aulas expositivas referentes ao desenvolvimento do projeto, focando na ecologia e tecnologia, a partir da discussão e da exibição de imagens dos biomas terrestres retirados da internet e livros didáticos, como fragmentos do “Documentário Home: o mundo é nossa casa”, que mostra certos biomas terrestres. O acesso e *download* do documentário foi em 03/04/2022 via *Youtube* no link: <https://www.youtube.com/watch?v=Wa546EesVPE>.

Nesta etapa foi necessário preparar os estudantes para que os construtos sejam colocados a prova (BEZERRA, 2005; SANTANA NETO, 2014), trazer novas informações para o diálogo e assim explicitar os construtos construídos e os novos surgidos com as atividades desenvolvidas (KELLY, 1963, NEVES, CARNEIRO-LEAO, FERREIRA, 2012; SANTOS, 2016).

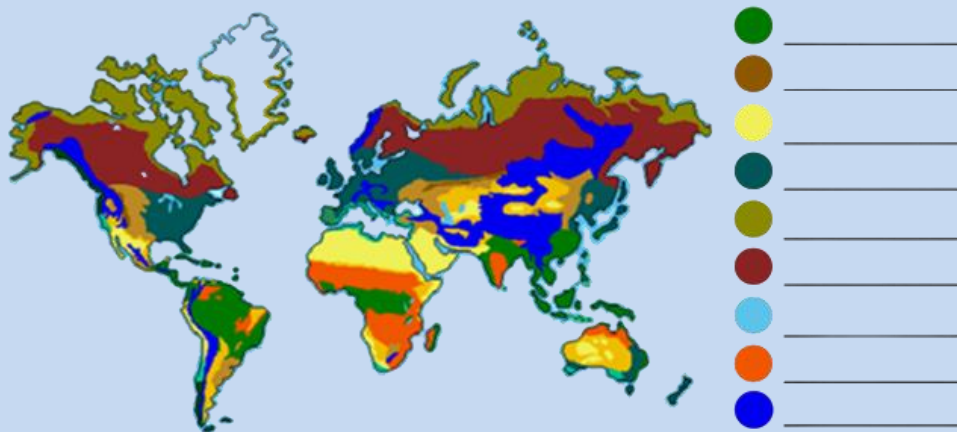
Essa etapa foi iniciada a partir da apresentação dos biomas terrestres e os fatores essenciais para que cada bioma exista, onde trabalhamos o porquê da diversidade nas plantas e animais. Conduzimos um diálogo a fim de articular fatores tais como luz, água e relevo na formação dos biomas, e forma participativa, a partir do engajamento dos estudantes na mediação. Ademais, a mediação buscou articular aspectos pessoais e individuais com a temática Preservação da Natureza, a fim de engajar mais os estudantes.

No segundo momento, abordamos o Arduino, apresentamos as peças com seu respectivo papel, demonstrando sua utilização, por fim, incorporando o conceito de pensamento computacional.

Ao término da mediação, foi entregue a FR02, a qual foi preenchida e entregue ao pesquisador. No quadro 8 temas as questões impostas pela FR02.

### Quadro 8 – Questões da FR2

1.O clima e a fisionomia vegetal são os principais fatores que permitem a diferenciação dos biomas terrestres. Sobre esse assunto, descreva no mapa a seguir quais são os biomas terrestres existentes:



2.Observe as imagens abaixo e depois descreva o que você sabe sobre o processo de desertificação do nordeste e quais os impactos desse processo.



3. Após nossas conversas sobre as características dos biomas, responda por que a Mata de Cocais não é classificada como um bioma?

4. Qual(ais) característica do bioma Caatinga permite(m) classificar como semiárido e não como deserto?

5. A natureza se conecta fortemente com os fatores abióticos, necessários para seu desenvolvimento. Pensando nisso, fale com suas palavras por que a água e a luz solar influenciam tanto na formação da vegetação no globo terrestre?

6. Na sua opinião, o homem ao saber de que uma planta precisa, faz com que ele antecipe as condições ideais para o seu desenvolvimento, usando isso em alto escala, como o auxílio das tecnologias permitem um consumo mais consciente?

Fonte: Os autores (2022).


Para o presente encontro utilizamos 2 h/a (2 aulas), tendo como recursos, projetor, notebook, Arduino UNO, livro didático, apostila de iniciação ao Arduino, FR02.

### ETAPA 3: *Encontro*


Etapa na qual os estudantes exerceram seu protagonismo e começaram a construir a estufa automatizada. Surgiram questionamentos e incertezas que foram fundamentais para uma reinterpretação dos construtos (KELLY, 1963; SANTOS, 2016). Os objetivos do encontro foram de instruir sobre a plataforma Arduino associada ao kit e preparar a estufa automatizada.

Para o processo interventivo, os estudantes foram subdivididos em grupos de trabalho (GT), onde cada grupo recebeu 3 mudas de plantas com características próximas de um dado bioma, sendo plantas do Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica, até completar os principais biomas Brasileiros. O intuito de dividir fora para analisar as diferenças fisiológicas de cada planta a ser estudada, visto que na programação do Arduino, o estudo de cada planta é diferente diante os aspectos abióticos do bioma. As plantas utilizadas estão descritas no quadro 9.

Quadro 9 – Plantas utilizadas na pesquisa

Planta	Descrição	Muda utilizada na pesquisa
<i>Neoregelia spp</i>	-Nome popular de Bromélia Fireball Rubra, nativa do Brasil, Colômbia e Venezuela. -Representante próxima do Bioma Mata Atlântica.	



<i>Adenium obesum</i>	-Nome popular é Rosa do Deserto, natural do Oriente Médio e Sul da África. -Representante próxima do Bioma Cerrado.	
<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	-Origem do Sudeste da Ásia e da Região do Pacífico. -Representante próxima do Bioma Amazônico.	
<i>Parodia Leninghausii</i>	-Cacto nativo da América do Sul. -Representante do Bioma Caatinga.	
<i>Beijo Sunpatiens</i>	-Espécie híbrida a partir da Impatiens e originária da Nova Guiné. Substituta do Bioma Pantanal, visto não se ter uma planta de porte pequeno para a estufa.	

Fonte: Os autores (2022).

Figura 23 – Estufa e mudas utilizadas no projeto



Fonte: Os autores (2022).

Vale ressaltar que o Kit Educacional contou com um Arduino UNO com seus periféricos, como descritos no quadro a seguir:

Quadro 10 – Materiais usados para a construção do Kit Educacional

MATERIAL	Q.	Imagem	MATERIAL	Q.	Imagem
Folha de compensado de bloco 15 mm (cortada)	01		Arduino UNO R3	04	
Parafusadeira	01		Válvulas solenoide para água 12V 180°	04	
20 metros de mangueira de jardim	01		Computador	01	
Protoboard 830 pontos	04		Módulo rele 5V	04	
Display LCD 16x2	04		Sensores de umidade	04	
Sensores de Temperatura	04		Fonte 12V	04	
Resistor de carbono 220R	10		Jumper variados	Quantidade Indefinida	

Fonte: Os autores (2021).

Nessa etapa, houve a construção de conhecimentos acerca da plataforma Arduino e de seus componentes periféricos, com o uso do Kit Educacional, feita a confecção e programação do Arduino. Também houve a mobilização de vários conceitos e contou com a cooperação dos integrantes em cada equipe para a construção da estufa automatizada. Utilizamos como recurso, para cada equipe: Arduino UNO, computadores, relê, *protoboard*, sensores, válvula solenoíde, madeiras de diversos tamanhos e espessuras, *jumpers*, furadeira, martelos, mudas de plantas, mangueiras transparentes, abraçadeiras de nylon, prego e parafusos. No término dos encontros dessa etapa, foi entregue a FR03, como descrito no quadro 11 as suas questões.

#### Quadro 11 – Questões da FR03

1.Arduino pode ser uma palavra nova para você, então imagine o que seja e desenhe o que você pensou antes de conhecer ele, seja criativo e faça um esboço de como ele era em sua cabeça antes de ver a placa pessoalmente.

2.Depois da discussão em sala, o que é o pensamento computacional para você?

3.Programar em linguagem C++ vai ser um desafio para você? Descreva seus anseios.

( ) Sim                      ( ) Não                      ( ) Talvez

4. Ao perceber como funciona o Arduino, qual as suas vantagens frente aos outros modelos de você conhece de robótica?

5. Após refletir a figura a seguir, responda: a tecnologia na escola vem mais para somar ou para subtrair nas atividades da escola?



Fonte: Os autores (2022).



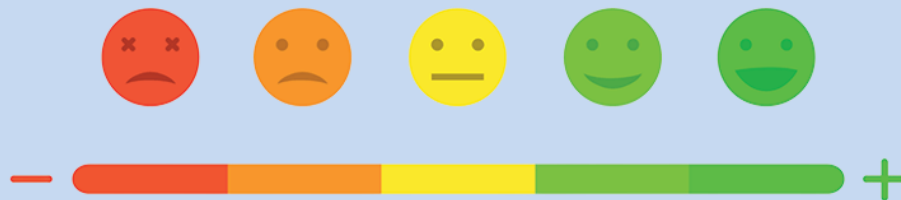
#### ETAPA 4: *Validação*

Etapa na qual foi apresentado a estufa construída por cada equipe, com o objetivo de identificar os conceitos abordados pelos estudantes na apresentação do Kit Educacional (BEZERRA, 2005). Assim sendo, foi uma etapa marcada pelo acompanhamento das apresentações das equipes, mostrando as estufas finalizadas.

Utilizado 1 encontro (2 aulas), realizamos as apresentações de como ficou cada estufa e entregamos a cada membro das equipes a FR04, com o objetivo de sintetizar o que foi construído nessa etapa, no quadro 12 temos as questões da FR04.

Quadro 12 – Questões da FR04

1. Em uma escala, qual o nível de dificuldade que a equipe está tendo em aprender programação? Marque um X no rosto da figura e justifique posteriormente.



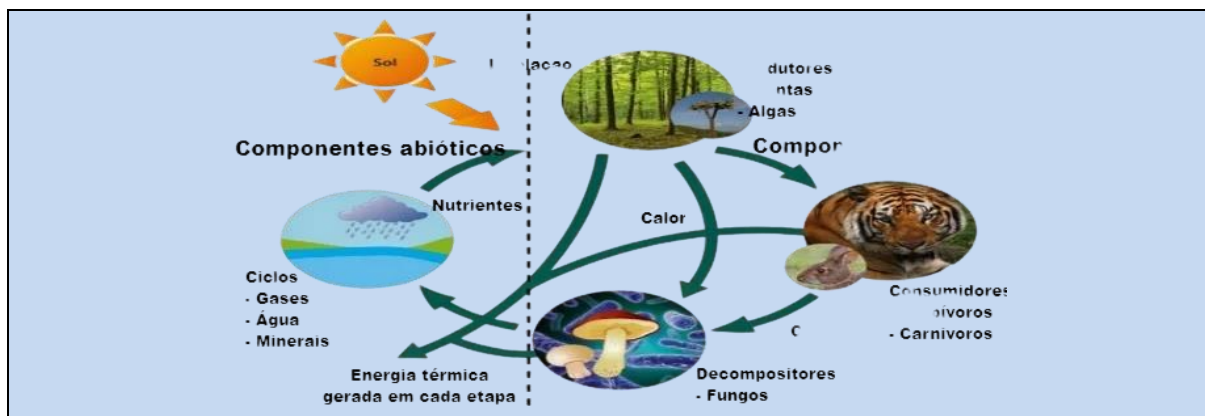
2. A equipe se sente perdida na montagem da estufa?

3. Sobre o conceito de entradas e saídas no Arduino, classifique os componentes a seguir, colocando **E** para os de Entrada e **S** para os de Saída:

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> )Relé                  | <input type="checkbox"/> )Display             |
| <input type="checkbox"/> )Sensor de Umidade     | <input type="checkbox"/> )Protoboard          |
| <input type="checkbox"/> )Bomba                 | <input type="checkbox"/> )Cabo de alimentação |
| <input type="checkbox"/> )Led                   | <input type="checkbox"/> )Cabo de dados       |
| <input type="checkbox"/> )Sensor de Temperatura | <input type="checkbox"/> )Case com pilhas     |

4. O que vocês acham da ideia de mudar a lógica de sinal de trânsito para uso de um display para indicar quando o solo estiver úmido?

5. Com a ajuda da imagem abaixo, como vocês observam a influência dos fatores abióticos para entendimento do funcionamento da estufa?



Fonte: Os autores (2022).

### ETAPA 5: *Revisão construtiva*

Última etapa do CEK, que consiste em apreender se existiu ou não revisão construtiva nos estudantes, além de observar quais os fatores que provavelmente cooperaram ou não para tal revisão (KELLY, 1963; SANTOS, 2016). Teve por objetivos a identificação de lacunas constatadas no projeto e compreender o entendimento dos estudantes sobre a proposta.

Nessa etapa, Kelly (1963) salienta que as vezes pode não existir uma revisão construtiva em contato com a nova experiência. A TCP proposta pelo alternativismo construtivo diz que todos os indivíduos são libertos para manter seus construtos ou decompor segundo sua necessidade. A ocorrência da revisão construtiva estará sujeita a relação do indivíduo para com a experiência e da forma que a relação fora posta, é suficiente para importunar mudanças nos construtos antecipados pelo indivíduo.

Um dos momentos da pesquisa consistiu em realizar entrevistas narrativas abertas, realizada a áudio gravação. Nesse momento, as entrevistas ocorreram com os sujeitos da pesquisa separadamente e utilizou 1 encontro (2 aulas). Usamos como recurso 1 gravador e 1 formulário base com as perguntas descritas no quadro 13 abaixo.

Quadro 13 – Formulário com as perguntas realizadas na Entrevista





Nº	Pergunta
1	A construção da estufa em equipe colaborou para seu aprendizado?
2	Seus colegas contribuíram junto a você na estufa?

3	Ao apresentar aos colegas a sua estufa, como foi a experiência?
4	Sobre a montagem da estufa, saiu como planejado?
5	Trabalhar com kits pré-montados ajuda na construção?
6	A equipe teve dificuldades na programação do Arduino? Cite inquietações se existir.
7	As informações sobre as plantas selecionadas foram fáceis de estudar? Comente sobre a busca pela equipe.
8	Você observa a ligação das diferenças dos biomas brasileiros ao analisar as especificidades do bioma escolhido?
9	Você acha que programar o Arduino demanda muito da ajuda de outras pessoas?
10	Na sua visão, os sensores ligados ao Arduino e construídos na estufa, facilitam no manejo das plantas?
11	O guia que foi entregue a equipe, ajudou a compreender como funciona o Arduino?
12	O estudo dos biomas você observou ao decorrer do projeto
13	O projeto como um todo, o que você achou?

Fonte: Os autores (2022).

Por fim, foi entregue uma rubrica avaliativa que contém quadrantes com espaço para descrever a sua participação no projeto e o nível de aprendizagem que a construção da Estufa Automatizada lhe proporcionou. O quadro 14 descreve como é a rubrica avaliativa.

#### Quadro 14 – Rubrica Avaliativa

	 I Não atendeu às expectativas de aprendizagem.	 II Atendeu parcialmente às expectativas de aprendizagem.	 III Atendeu a maioria das expectativas de aprendizagem.	 IV Atendeu todas as expectativas de aprendizagem.
	O projeto não contribuiu na minha aprendizagem, não entendi as diferenças entre os biomas terrestres e os brasileiros, não sei usar o Arduino e as tecnologias associadas. A construção da estufa não ajudou eu a entender o que são fatores abióticos e bióticos.	O projeto contribuiu parcialmente na minha aprendizagem, entendi as diferenças entre os biomas terrestres e brasileiros, sei usar pouco o Arduino e as tecnologias associadas. A construção da estufa ajudou a entender o que são fatores abióticos e bióticos.	O projeto contribuiu na minha aprendizagem em partes, entendi as diferenças entre os biomas terrestres e brasileiros, sei usar o Arduino e as tecnologias associadas na sua grande maioria. A construção da estufa ajudou vagamente a entender o que são fatores abióticos e bióticos.	O projeto contribuiu na minha aprendizagem, entendi todas as diferenças entre os biomas terrestres e brasileiros, sei usar o Arduino e as tecnologias associadas. A construção da estufa ajudou muito a entender o que são fatores abióticos e bióticos.
COMENTÁRIOS DO ESTUDANTE				

Fonte: Os autores (2022).

## 5.6 Instrumentos de coleta de dados e análise documental

A coleta de documentos desta pesquisa pode ser descrita como uma técnica de Documentação Direta, visto que o levantamento de dados ocorreu no próprio local onde os fenômenos ocorreram (LAKATOS; MARCONI, 1985). Nesse sentido, os instrumentos de coleta de dados foram por meio de:

- (1) Questionário para levantamento das concepções prévias (QVA);
- (2) Diário de Bordo e observação participante durante as intervenções;
- (3) Fichas de Registro;
- (4) Entrevistas.
- (5) Rubricas avaliativas;

Todo material coletado foi armazenado via *Google Drive* vinculado a conta Institucional da referida universidade. Recorrendo a uma impressora multifuncional para digitalização das Fichas de Registro, e em seguida realizando o *Upload*. O Questionário QVA por ser via *Google Forms* já tem arquivamento no *Google Drive*. Os dados que foram coletados por meio de áudio gravação foram armazenados, arquivados e organizados para transcrição como um documento no *Google Docs* por meio do *software Virtual Audio Cable* das entrevistas gravadas, para posterior análise. A análise documental foi realizada da seguinte forma:

- **Análise do Questionário de Verificação Anterior à Ação (QVA)**  
O QVA foi analisado quanto ao nível de conhecimento dos estudantes sobre a temática específica, bem como aspectos metodológicos.
- **Análise interventiva com base no CEK**  
As cinco etapas do ciclo de experiência de Kelly serão analisadas a partir das fichas de registro e rubricas avaliativas, no que concerne a construção e ressignificação de conceitos no decorrer do processo.
- **Análise interventiva com base na Teoria dos Construtos Pessoais**  
Nessa etapa, realizamos um estudo mais amplo, de modo a estudar a trajetória completa de um estudante durante o processo interventivo por meio de outros corolários atrelados a Teoria dos Construtos Pessoais. O recorte foi realizado em função do grande volume de dados coletados da pesquisa em tela, de modo que delimitaremos a um único estudante a análise incluindo a entrevista, e ampliando o estudo além do corolário da experiência, e inclusão das análises dos corolários da individualidade, comunalidade e sociabilidade.

# Capítulo 6

---

## Resultados e Discussão

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo interventivo foi realizado em consonância com o que indicamos na metodologia, totalizando dez encontros com 120 minutos cada (2 aulas). Mostraremos os resultados obtidos e suas relativas análises acerca dos seguintes documentos:

- Questionário de Verificação Anterior à Ação (QVA);
- Fichas de Registro (FR01, FR02, FR03, FR04);
- Rubrica Avaliativa;
- Entrevistas;

Visando uma análise mais detalhada, foi construído um grupo focal formado por cinco estudantes, levando-se em consideração os seguintes critérios: (1) engajamento do estudante durante os encontros; (2) participação em todas as etapas da intervenção. Os sujeitos da pesquisa foram codificados em: E1, E2, E3, E4 e E5.

É pertinente afirmar que a escolha desses estudantes ocorreu de forma aleatória entre as equipes, como um evento independente, o que fez recair membros de equipes diferentes, criando uma ótica das diferentes equipes formadas. A transcrição das respostas está idêntica ao que foi posto nos documentos, havendo, portanto, eventuais erros de ortografia e gramática.

### 6.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DE VERIFICAÇÃO ANTERIOR À AÇÃO (QVA)

Em conformidade com o planejamento, foi aplicado um Questionário de Verificação Anterior à Ação (QVA) via *Google Forms* com o objetivo de investigar os conhecimentos prévios dos estudantes, aplicado antes do primeiro momento interventivo via grupo do *WhatsApp* previamente criado em conjunto com a professora de biologia da respectiva instituição de ensino responsável pela turma.

O QVA foi utilizado para verificar conceitos básicos da temática e da proposta metodológica, a fim de melhor planejar as intervenções. Nesse sentido, incorporamos a valorização dos conhecimentos prévios e o reconhecimento dos alunos como detentores de cultura e saberes (FREIRE, 2005). De acordo com Moreira (2006), os conhecimentos prévios servem de ancoragem, ou seja, base do processo de integração de novos conteúdos à estrutura cognitiva do sujeito, de modo que os modelos mentais são construídos com apoio de conhecimentos que o indivíduo já tem em sua estrutura cognitiva e naquilo que ele percebe da nova situação, denominado

de mudança conceitual. Assim, a leitura do QVA permitiu um melhor direcionamento da mediação durante a intervenção.

O QVA apresenta um total de 10 questões mistas (abertas e fechadas) e fora respondido por 15 estudantes selecionados para participar do projeto. A seguir, trazemos as questões e o intuito de cada pergunta, seguida das respostas dos estudantes do grupo focal, analisadas conceitualmente.

### 6.1.1 Questão 01 do QVA – O que é bioma para você?

A presente questão é apresentada com o intuito de observar a construção conceitual do termo “Bioma”, buscando internamente aspectos relacionados a base da ecologia, no qual ressalvamos o trabalho da temática na grade curricular na disciplina de Biologia. No quadro 15, trazemos as respostas dos estudantes.

Quadro 15 – Respostas do QVA – Questão 01

Pergunta: o que é bioma para você?	
E1	<i>Os biomas são diversos tipos de habitats que podem ser diferenciados de acordo com a vegetação, fauna, solo e clima de uma determinada área.</i>
E2	<i>Conjuntos de características q formam um ambiente.</i>
E3	<i>Bioma é o resultado da junção de um tipo de clima, vegetação, características geográficas como relevo, etc.</i>
E4	<i>Determinada área com vegetação e fauna característica, definido pelo clima, tipo de solo e outras características de tal ambiente.</i>
E5	<i>Uma certa localização que está caracterizada por um único tipo seja de clima ou de relva e de animais vivendo no local.</i>

Fonte: Os autores (2022).

Antecedendo a análise e discussão das respostas, é pertinente observar o conceito de biomas presente na literatura, o qual sofreu diversas modificações ao longo dos anos. Coutinho (2006, p.15) descreve “O termo bioma (do grego Bio = vida + Oma = grupo ou massa), [que] segundo Colinvaux (1993), foi proposto por Shelford”. Na sua primazia leva em consideração apenas a formação vegetal do ambiente, porém de acordo com Ricklefs (2003, p.523), define Bioma como “Uma das várias



categorias nas quais as comunidades e os ecossistemas podem ser agrupados com base no clima e nas formas vegetais dominantes”. É hoje um dos conceitos mais bem aceitos na academia, onde se observa a inclusão do clima como fator determinante.

Silva Júnior (2005, p. 407) destaca que “Alguns ecólogos preferem usar o termo bioma para designar apenas os ecossistemas terrestres. Outros usam a palavra indistintamente para qualquer grande ecossistema, incluindo os aquáticos”, mostrando que ainda não existe uma limitação ao termo. A mais usual, selecionada nas análises, é a definição que se refere apenas aos biomas terrestres.

As respostas do E1 e E4 concatenam com o conceito descrito por Walter (1986), ou seja, agrega ao bioma além da vegetação existente, outros fatores abióticos como as características do clima, solo e altitude. Já na resposta do E2, temos uma descrição genérica ao ponto que não delimita o que contém ou não um bioma, podendo ter a interpretação de ecossistema, pois

não se deve supor erroneamente que bioma e ecossistema sejam sinônimos. Para a fisionomia, elemento de fundamental importância na classificação dos biomas, a fauna tem pouco ou nenhum significado. O mesmo não ocorre quando nos referimos a um ecossistema (COUTINHO, 2006, p.16).

A partir do discurso de Coutinho (2006), a fauna não favorece como critério diferenciador dos Biomas, onde as falas de E1, E4 e E5 inclui ele no conceito. Dessa forma, as respostas apresentam lacunas conceituais, entretanto, não comprometem o entendimento do significado de biomas.

### **6.1.2 Questão 02 do QVA – Quais fatores você considera ser crucial para a distribuição dos biomas?**

A questão 02 foi de múltipla escolha com o objetivo de consolidar o que os estudantes conceituaram antes na questão 01. A questão poderia marcar mais de uma alternativa.

O E1 e o E5 marcaram quase todas as mesmas alternativas, alterando apenas no E1 marcando clima e o E5 marcando temperatura, o restante marcaram igual, isto é, a pluviosidade, tipo de solo, relevo, umidade como fatores essenciais para a definição de um bioma. Consideramos as duas respostas similares diante o clima ser um fator relacionado com a temperatura, um interfere no outro, pois quando o clima está em estações frias, a temperatura tende a ser baixa também, ou o inverso, o clima

quente tende a apresentar temperaturas altas (RICKLEFS, 2003; ODUM, BARRET, 2007).

O E2, E3 e E4 marcaram todas as alternativas, ou seja, clima, temperatura, pluviosidade, tipo de solo, relevo, luminosidade, salinidade, umidade. Cabendo aqui, destacar que eles compactuam da mesma ideia que todos os fatores, sejam eles grandes ou pequenos, interferem nos biomas. Coutinho (2006) afirma que o conceito de biomas foi ao longo dos anos se modificando e inserindo novos fatores para a definição de bioma, desta maneira, não lembrar de cada detalhe que constitui um bioma é esquecer que cada peça é fundamental para o equilíbrio ecológico.

### **6.1.3 Questão 03 do QVA – Existem animais que só vivem em um determinado bioma, ao serem retirados e colocados em outro bioma não sobrevivem. Por que isso acontece?**

Com a finalidade de analisar o tema “Espécies Endêmicas” a questão 03 foi do tipo aberta. Ricklefs (2003, p.526) define por endêmicos o “que ocorre numa região em especial e em nenhum lugar distinto”, ou seja, espécies endêmicas são organismos que se especializaram ao nível que só conseguem sobreviver em determinada região (ODUM, BARRET, 2007). Logo abaixo no quadro 16, são descritas as respostas dos estudantes.

Quadro 16 – Respostas do QVA – Questão 03

<b>Pergunta: existem animais que só vivem em um determinado bioma, ao serem retirados e colocados em outro bioma não sobrevivem. Por que isso acontece?</b>	
<b>E1</b>	<i>Devido as condições alimentares e climáticas que não estão ligadas a sua espécie.</i>
<b>E2</b>	<i>Por que sua fonte de alimento está nesse bioma e seu corpo está adaptado a ele.</i>
<b>E3</b>	<i>Pois não são adaptados àquelas condições de clima e vegetação.</i>
<b>E4</b>	<i>Pois o animal se adapta ao ambiente em que vive. E caso seja retirado pode não conseguir se adaptar ao novo ambiente.</i>
<b>E5</b>	<i>Este ocorre devido a mudança de habitat onde um animal por está acostumado com o local seja pela altitude ou pela temperatura e úmida e a</i>

*existência de plantas específicas no local a alternância de um animal de um bioma para outro pode levar a morte do animal devido a esses fatores.*

Fonte: Os autores (2022).

Identificamos na resposta do E1 uma relação das espécies com a alimentação e clima interferindo na sobrevivência destes seres, o que trata de uma observação importante, pois o sucesso das espécies está interrelacionado a aspectos de alimentação, temperatura, recursos hídricos e capacidade reprodutora (LOPES, 2004; ODUM, BARRET, 2007). Os estudantes E2, E3, E4 descrevem um termo comum em textos sobre evolução, que é o termo “adaptação”, difundido principalmente por Darwin, onde destaca o que é necessário para que quaisquer espécimes tenham sucesso em dado ambiente, onde os fatores externos e internos adequam-se aos limites aceitáveis do organismo, e por tal fato as espécies endêmicas não terem limites largos (FUTUYMA, 2002; DARWIN, 2014).

Na resposta do estudante E4, sua fala é debruçada na rigidez das mudanças possíveis, onde qualquer espécime pode viver em outro ambiente, basta que esse ambiente esteja adequado aos limites toleráveis da espécie (DARWIN, 2014). E1 e E2 citam a alimentação como fatores limites, e o E1 e E3 citam o clima como fator limitante. Por fim, E5 descreve na sua resposta altitude, temperatura e umidade como fatores limitantes, ligações pertinentes à conceitos ecológicos de espécies endêmicas. Essas alterações afetam a sobrevivência da espécie e como bem descrita na resposta, a retirada do Habitat ocasiona a sua morte (LOPES, 2004; BEIGON, RONSEN, HARPER, 2007).

#### **6.1.4 Questão 04 do QVA – Você acredita que no Brasil existe quantos biomas?**

A questão 04 almeja saber dos estudantes o quantitativo de biomas que o Brasil possui, obtendo respostas aproximadas do valor real dos biomas descritos de acordo com o IBGE (2019). O Brasil possui 6 biomas: caatinga, cerrado, floresta amazônica, mata atlântica, pantanal e pampa. As respostas estão descritas no quadro 17.

Quadro 17 – Respostas do QVA – Questão 04

<b>Pergunta: Você acredita que o Brasil tem quantos biomas?</b>	
<b>E1</b>	6

<b>E2</b>	5
<b>E3</b>	<i>No Brasil existem 6 biomas.</i>
<b>E4</b>	<i>5 ou mais</i>
<b>E5</b>	<i>Seria 5 biomas o de cerrado, amazônico, caatinga, mata Atlântica.</i>

Fonte: Os autores (2022).

Como podemos observar no quadro, apenas E1 e E3 sabiam, e E5 foi o único estudante a citar nomes, mesmo que tenha suprimido Pampa e Pantanal, biomas localizados na região sul e centro oeste do Brasil, sendo distantes da sua realidade local, visto que residem no Nordeste do Brasil. De maneira geral, lacunas conceituais são examinadas na limitação da fitogeografia do Brasil (FUTUYMA, 2002; ODUM, BARRET, 2007), contudo tal informação auxiliará na nossa intervenção, onde iremos trabalhar em cima de tal lacuna.

#### **6.1.5 Questão 05 do QVA – A classificação dos biomas é feita com base em qual característica?**

A questão 05 é uma pergunta com relação às diferenças morfológicas das plantas que dá aparência e definições própria de cada bioma. Conforme Odum e Barret (2007) a aparência morfológica das plantas fornece as características visuais da região. Nessa perspectiva, os estudantes responderam com unanimidade que a base para qualquer bioma se tem na *vegetação encontrada*, pois é a partir da flora que se estabelece a fauna da determinada região (COUTINHO, 2006).

#### **6.1.6 Questão 06 do QVA – O que é uma estufa?**

Na questão 06 a pergunta se direciona ao elemento fomentador do projeto: a construção da estufa, tendo em vista se tratar do artefato a ser construído no decorrer da intervenção e a partir desse processo ocorrerá a construção de conceitos acerca do conteúdo específico. O quadro 18 contempla as respostas dos estudantes.

Quadro 18 – Respostas do QVA – Questão 06

<b>Pergunta: o que é uma estufa?</b>	
<b>E1</b>	<i>É um lugar que tem como objetivo acumular e conter o calor no seu interior.</i>
<b>E2</b>	<i>Um lugar onde é feito o clima, temperatura, umidade etc pra determinadas espécies de plantas.</i>
<b>E3</b>	<i>É um ambiente fechado e com temperatura e umidade controladas.</i>
<b>E4</b>	<i>Locais que tem como objetivo de acumular calor.</i>
<b>E5</b>	<i>Trata de um local onde será disposto plantas de certos lugares onde iram poder ser cuidadas de uma certa maneira meio artificial onde terá um controle de umidade claridade entre outros fatores que podem da a planta a melhor condição de vida fora de seu bioma.</i>

Fonte: Os autores (2022).

Na análise dos conhecimentos prévios observou-se lacunas conceituais nas respostas de E1 e E4, que descreve a estufa como um local com exclusividade para armazenamento de calor. Essa correlação atrelada a uma reflexão ao termo “efeito estufa”, recorrente que frisa o aquecimento desenfreado da terra diante da poluição por dióxido de carbono. Relacionar o conceito de estufa ao efeito estufa é reduzir a funcionalidade de uma estufa artificial utilizada para obter os fatores abióticos necessários para a sobrevivência da espécie resguardada (FUTUYMA, 2002; BANDOUK *et al*, 2016). Por outro lado, E2, E3 e E5 nos trazem uma visão mais holística, que caracteriza por completo o que uma estufa proporciona. Segundo Pires (2019) as estufas são locais que visam cuidar das plantas e manter as melhores condições para o ideal desenvolvimento.

#### **6.1.7 Questão 07 do QVA – Qual a função de uma estufa?**

A compreensão do que seja uma estufa nos leva a saber qual o propósito de uma estufa e com essa finalidade a questão 07 procura entender qual a função de uma estufa nos saberes dos estudantes. De acordo com a Neville (2005), as estufas antecipam os intervalos de cultivo das plantas por harmonizarem um ambiente mais controlado e constante pela quantidade de água controlada, calor contínuo e com temperatura ideal. Analisemos a seguir no quadro 19 as respostas.

Quadro 19 – Respostas do QVA – Questão 07

<b>Pergunta: qual a função de uma estufa?</b>	
<b>E1</b>	<i>A função é criar um ambiente de calor, principalmente, durante os períodos de inverno. Tudo vai depender da quantidade de temperatura que a planta vai precisar.</i>
<b>E2</b>	<i>Preparar o melhor ambiente para o desenvolvimento da planta.</i>
<b>E3</b>	<i>Depende da área de pesquisa, pode ser usada para esterelizar objetos, criar colônias ou plantas.</i>
<b>E4</b>	<i>Acumular calor, e normalmente são utilizadas para o cultivo de plantas.</i>
<b>E5</b>	<i>Garantir que plantas possam ser cuidadas em outros lugares fora de seu bioma de origem onde não iria ser possível a sua existência e manter as condições ideais.</i>

Fonte: Os autores (2022).

A resposta do E1 descreve que a estufa cria calor principalmente no inverno e que o controle do calor depende da planta, o que traduz relações equivocadas acerca da finalidade de uma estufa, visto que ela visa trazer condições favoráveis para seu desenvolvimento saudável e apropriado das condições impostas como ideias a planta. Calor não é um único fator necessário, onde outros aspectos são levados em consideração nas estufas (PIRES, 2019).

O E2 explica que a estufa melhora o ambiente para a planta se desenvolver, não citando o que provoca essa melhora ao cultivar em uma estufa, deixando a impressão que existe dúvidas do seu funcionamento e lacunas conceituais. A falta de compreensão de algum termo, não significa a inexistência de conhecimentos prévios, apenas destaca a escassez de experiências que envolve a estufa em suas vivências (OLIVEIRA *et al*, 2021).

O E3 cita uma função diferenciada da estufa, ao falar que pode esterilizar objetos, finalidade de estufas laboratoriais e não de estufas agrícolas, existindo um equívoco conceitual. As estufas laboratoriais diferem das estufas agrícolas diante a estrutura voltada dos laboratórios a serem de temperaturas baixas e as estufas agrícolas de temperaturas altas, além do *layout*, dimensões e entre outras características que divergem (NEVILLE, 2005). Confundir termos é muito comum, já que no português uma palavra alcança vários significados, entretanto, fica visível a

mistura de usar o mesmo equipamento de laboratório (autoclave) em estufas agrícolas, o que gera uso de construtos de experiências diferentes (SANTOS, OLIVEIRA, SAAD, 2021).

O estudante E4 descreve na mesma linha de raciocínio de E1, que as estufas acumulam calor e que podem ser usadas em plantas, o que deixa em aberto o uso das estufas para outros objetivos.

Por fim, o E5 demonstra domínio do tema e cita a função de uma estufa de maneira objetiva e coesa, citando o uso para que as plantas tenham as condições ideais do seu habitat de origem. Pires (2019) discorre a importância de conhecer como funciona uma estufa, saber a sua função, o uso correto e funcional do equipamento.

Portanto, podemos concluir que no aspecto geral os sujeitos da pesquisa exibem um bom aprofundamento de conhecimentos relacionados a estufa, apesar de apresentarem algumas confusões conceituais primárias.

#### **6.1.8 Questão 08 do QVA – Você já teve contato com robótica? Se sim, comente como foi.**

A questão 08 foi apresentada na linha da tecnologia para sondar se os estudantes já tiveram contato com algum tipo de robótica, seja no ambiente escolar ou extraclasse. Observamos no quadro 20 as respectivas respostas.

Quadro 20 – Respostas do QVA – Questão 08

<b>Pergunta: você já teve contato com robótica? Se sim, comente como foi.</b>	
<b>E1</b>	<i>Sim, foi muito legal e divertido.</i>
<b>E2</b>	<i>Não.</i>
<b>E3</b>	<i>Sim, brevemente. Durante as aulas de matemática na escola.</i>
<b>E4</b>	<i>Não.</i>
<b>E5</b>	<i>Sim, mas tive contato com robótica na questão de programação e de execução de tarefas a base de Arduino.</i>

Fonte: Os autores (2022).

De acordo com as respostas, mesmo que E1 e E3 tenham tido contato prévio, não comentaram como foi o contato com a robótica, de modo que apenas E5 relata que teve experiência com programação e com o Arduino, único a descrever aspectos que concatenam com a robótica. Ter experiências com a robótica ajudam a expressar os construtos dos estudantes, revelam suas visões do que podem usar da robótica para o seu cotidiano (OLIVEIRA, *et al*, 2021). Não parte do zero como E2 e E4, que começaram a criar experiências só a partir da intervenção.

### 6.1.9 Questão 09 do QVA – O que você acha ser um Arduino?

A questão 09, sonda a ciência acerca do que se trata o Arduino. Como na questão anterior apenas três estudantes tiveram contato com robótica, as respostas demonstraram desconhecimento ou fragilidades no conceito. No quadro 21 temos as respostas.

Quadro 21 – Respostas do QVA – Questão 09

Pergunta: o que você acha ser um Arduino?	
E1	<i>Não sei o que é....</i>
E2	<i>Não conheço.</i>
E3	<i>Não sei.</i>
E4	<i>Placa eletrônica que pode ser utilizada em vários projetos tecnológicos.</i>
E5	<i>Um dos melhores sistemas para a autorização de processos seja no caso de uma estufa onde ira ser programado todo o passo a passo.</i>

Fonte: Os autores (2022).

O E1, E2 e E3 respondem não saber nada do Arduino, já o E4 já entende que o Arduino pode ser usado em múltiplas plataformas, mas a informação é vaga e expressa distanciamento de algo concreto, pois na resposta da questão anterior ter respondido como um “Não”. O E5 responde afirmando ser um dos melhores sistemas e seu uso em estufas viável, mesmo nunca ter feito uma.

Papert (1991) descreve que o construcionismo desenvolve à medida que novos estágios são completados. Nessa perspectiva, quase todos os sujeitos da pesquisa não compreendem a ferramenta, mas os que já tem uma base de conceitos e



definições construídas podem repassar aos colegas para um nivelamento de conhecimentos e aprimoração em conjunto. Portanto, o fato de um estudante saber manusear o Arduino faz com que a construção dos outros integrantes da equipe sejam facilitadas e promovam uma sensação de que não partiram do zero, mas de algo concreto já desenvolvido por um integrante (PAPERT, 1971; CAMPOS, 2017).

#### **6.1.10 Questão 10 do QVA – Qual a sua expectativa ao realizar o projeto?**

A última questão do questionário teve a proposta de analisar o grau de entusiasmos dos estudantes e assim ponderar se os objetivos ao final foram alcançados ou não. Por meio de uma Escala *Likert*<sup>6</sup>, observou uma forte expectativa: dois estudantes marcaram a nota 8 de expectativa (20%), um estudante marcou a nota 9 de expectativa (20%) e por fim três estudantes atribuíram a nota 10 de expectativa (60%).

Segundo Campos (2013) a curiosidade e a motivação são aspectos relevantes para um processo de ensino e aprendizagem eficaz e prazeroso. A ansiedade de descobrir algo novo permite a existência de novos estímulos e esses estímulos novas vivências de saberes.

A partir do QVA, inferimos que os sujeitos da pesquisa são estudantes do terceiro ano com uma satisfatória base de conhecimentos biológicos, de modo que a construção da Estufa por meio do Kit Educacional proporciona um espaço de aprofundamento e ressignificação conceitual. Ademais, as respostas dos estudantes possibilitaram refletir e estruturar melhor o processo interventivo.

## **6.2 ANÁLISE INTERVENTIVA**

A coleta de dados a cada final das etapas do CEK transcorreu conforme planejamos na metodologia, correspondendo a quatro fichas de registro (FR01, FR02, FR03 e FR04), uma rubrica avaliativa e uma entrevista. Primeiramente, as fichas foram analisadas sequencialmente, de modo a acompanhar a modificação conceitual do estudante no que concerne a evolução quanto ao conteúdo específico da biologia envolvendo os biomas brasileiros, incluindo também uma análise acerca da utilização

---

<sup>6</sup> É um tipo de escala de resposta psicométrica usada normalmente em questionários. Ao responderem a um questionário baseado nesta escala, os perguntados especificam seu nível de concordância com uma afirmação, usado em questionários de opinião (MINAYO, 2009).

da robótica educacional, a partir da construção da estufa automatizada. Em seguida, consideramos as rubricas avaliativas.

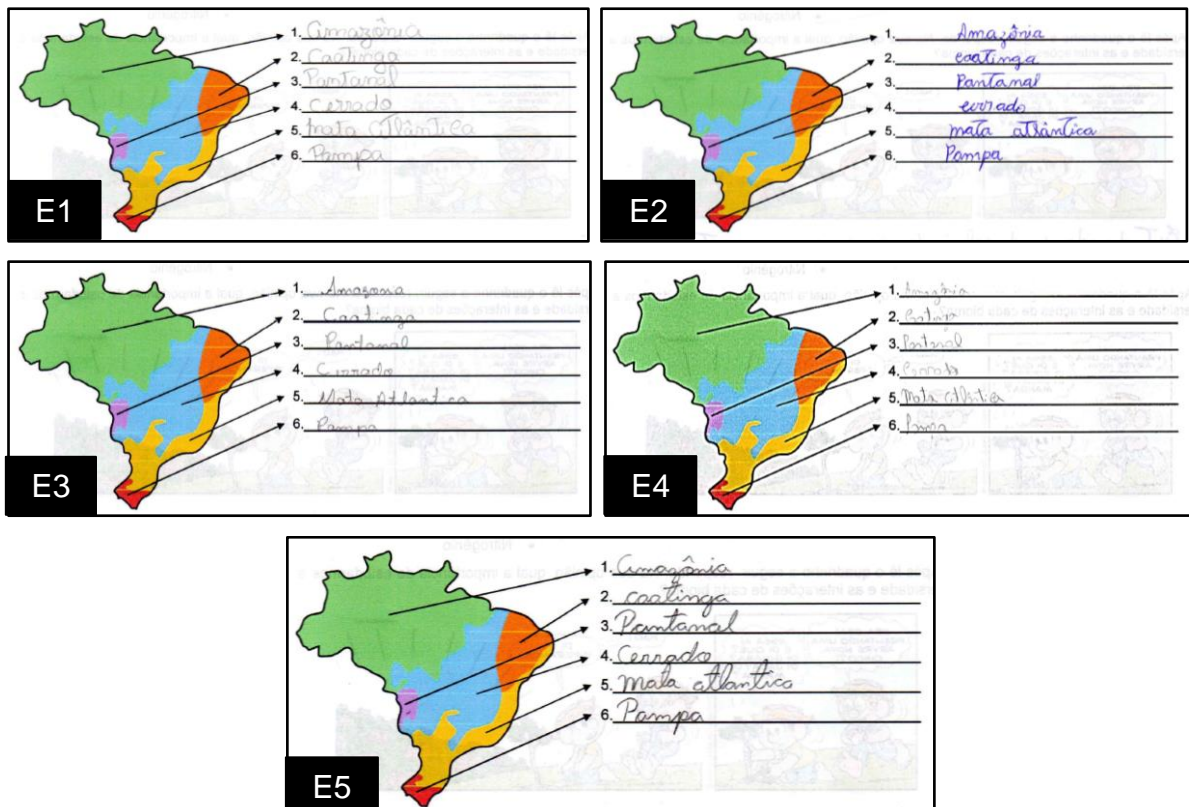
### 6.2.1 ANÁLISE DAS FICHAS DE REGISTRO

#### FICHA DE REGISTRO 01 (FR01): Investigando o Brasil

A FR01 observou o que foi construído na etapa de Antecipação, na qual foram trabalhados vídeos e textos científicos. O objetivo das questões foi sintetizar o que foi construído na Antecipação, ou seja, o resgate de conhecimentos prévios (KELLY, 1963), verificando e instigando os conhecimentos dos estudantes sobre a temática e desenvolvendo articulações entre a tecnologia e a Biologia.

**Questão 01/FR01:** A primeira questão solicitava que os estudantes marcassem no mapa do Brasil a localização dos 6 principais biomas brasileiros, frisamos que em nenhum momento foi apresentada a localização dos biomas no mapa. As sequências de imagens a seguir são das FR01 aplicadas.

Figura 24 – Respostas da questão 1 – FR01




Fonte: Os autores (2022).

De acordo com as respostas, todos os estudantes descreveram em consonância ao proposto pelo IBGE (2019), destacando os limites geográficos dos biomas, além da sua localização por região no Brasil. A demonstração de habilidades fitogeográficas pelos estudantes estava de acordo com a BNCC (2017), sendo pertinente para uma apropriação cultural das peculiaridades de cada região e refletem no estilo de vida dos seus habitantes. Saber onde fica cada bioma reflete em relacionar de forma interdisciplinar (geografia, história, química e entre outras) a magnitude do país em qual reside, suas dificuldades e como propor soluções tecnológicas para cada desafio observado. As respostas dos estudantes destacam domínio das características biológicas brasileiras.

**Questão 02/FR01:** Nessa questão os estudantes precisavam analisar uma imagem e associá-la à palavra *Biodiversidade*. A imagem e as respostas estão apresentadas no Quadro 22.

Quadro 22 – Respostas da questão 2 – FR01

<p><b>Pergunta:</b> Observe a imagem abaixo e descreva o que você pode entender dela ao se falar de biodiversidade.</p>	
E1	<i>Conjunto de biomas espécies, seres que caracterizam cada ser por suas características, alimentações, etc.</i>
E2	<i>A imagem mostra o bioma amazônia e sua diversidade de fauna e flora, com várias espécies de aves, plantas e frutas.</i>
E3	<i>A imagem representa a fauna e flora brasileiras compondo a bandeira nacional, retratando a biodiversidade encontrada no Brasil.</i>
E4	<i>A biodiversidade se caracteriza pela diversidade de fatores bióticos (seres vivos).</i>
E5	<i>Que um país como o Brasil possui sua diversidade caráter único que o diferencia dos demais.</i>

Fonte: Os autores (2022).

Os estudantes destacam nas suas respostas a ligação existente entre o Brasil e sua riqueza de fauna e flora, que inclui o conceito de Biodiversidade nessa associação. Além de interpretação imagética associativa dos elementos ao escopo da bandeira do Brasil.

É um fato que o Brasil tem seu reconhecimento de país diverso em seres vivos, com dimensões quase continental, os estudantes aprendem deste cedo que precisamos zelar as riquezas vivas das nossas terras e que o progresso do homem não afeta a natureza, chamados de recursos naturais no ensino fundamental (BRASIL, 2017). Essas informações constroem um senso comum que tudo está se acabando e que precisamos cuidar da nossa nação (BANDOUK *et al*, 2016).

A resposta do E1 direciona para uma análise mais ligada às espécies modelo de cada bioma, que são usados em cartazes para a propagação da preservação e conservação ambiental. Possivelmente, foi associado aos vídeos apresentados na antecipação, pois de acordo com Lopes (2004) o Brasil massifica pelas espécies em estado de extinção a necessidade de cuidar para não acabar com a biodiversidade, gerando símbolos de luta, como as araras e o mico leão dourado.

O E2 especifica o bioma da imagem como sendo o Amazônico, anunciado como o principal no Brasil diante sua extensão e porte. Contudo, existe um equívoco pois a imagem apresenta espécies de diversos outros biomas. Culturalmente sempre se fez uma grande campanha em relação a Floresta Amazônia, tanto local como mundial, todos os olhos estão voltados a nossa riqueza, equivocadamente até chamada de “pulmão do mundo” e essas informações cria até nos próprios brasileiros uma cegueira temporária dos outros biomas existentes (LOUREIRO, 2002).

O E3 faz uma análise mais objetiva ao associar a biodiversidade brasileira sem distinção de bioma com o layout da bandeira do Brasil. Como simbolismo cultural a bandeira brasileira em sua representação tem o verde simbolizando a flora e sua biodiversidade. Interligar a imagem da questão à importância da bandeira é trazer vários construtos advindos de experiências anteriores (KELLY, 1963).

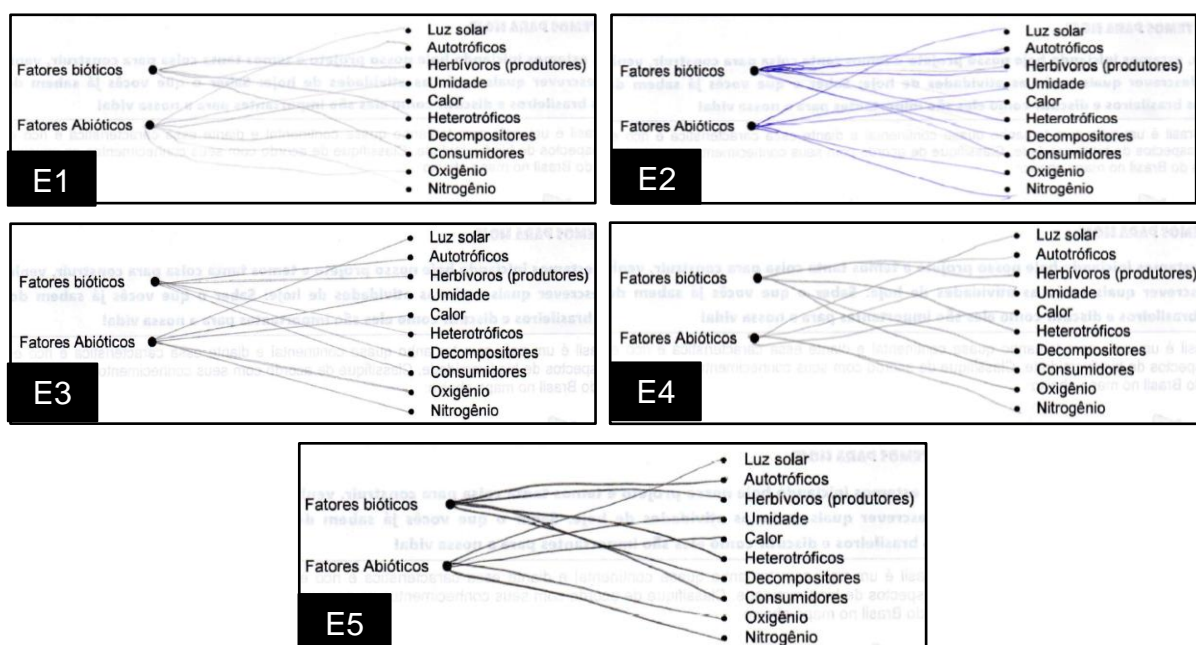
Já o E4 condiciona a mesma interpretação do E3, mas acrescenta o termo biótico. Essas inferências de termos específicos podemos aludir que surgiu das atividades realizadas na antecipação. Podemos entender via os pensamentos de Piaget (2001), que existiu na antecipação um desequilíbrio por parte do estudante, e

que seu uso na resposta remete a uma tentativa de acomodar os novos termos e conceitos vistos anteriormente.

As respostas na questão concluem com E5, na qual frisa exclusividade na biodiversidade brasileira, destacando que tudo do Brasil é único e que precisa ser preservado. O Brasil é um país que expressa uma biodiversidade grande em comparação a outras nações, o que dá uma imagem de terra que necessita ser intocável e sustentável, observada pelas ajudas internacionais evitando atividades ilegais nas áreas nativas (BANDOUK *et al*, 2016).

**Questão 03/FR01:** Nessa questão os estudantes teriam que fazer associações como forma de diferenciar os fatores bióticos dos abióticos. A Figura 25 a seguir mostra as associações realizadas pelos estudantes.

Figura 25 – Respostas da questão 3 – FR01



Fonte: Os autores (2022).

Observamos nas respostas dos estudantes certas similaridades nas relações, onde todos ligaram luz solar, umidade, calor, oxigênio e nitrogênio a fatores abióticos. Já autotróficos, herbívoros, heterotróficos, decompositores e consumidores ligaram a fatores bióticos. Não consta a existência de equívocos nas ligações entre as palavras, a diferenciação entre fatores bióticos e abióticos se constituem como bases para o entendimento da dinâmica existente na ecologia (RICKLEFS, 2003). Os construtos



aqui exemplificados pelos estudantes destacam como eles compreendem o mundo ecológico de forma coerente e alinhada (CAMPOS, 2017).

**Questão 04/FR01:** Na última questão da FR01, os estudantes foram orientados a responder sobre a importância de se estudar a diversidade por meio da interpretação de uma tirinha em quadrinho do personagem Chico Bento, que teve por tema o processo de desmatamento que é uma ação antrópica que afeta diretamente a formação vegetal dos biomas. O avanço da urbanização e do progresso do homem moderno vem destruir a homeostase dos biomas (VIGLIO, FERREIRA, 2013). Segundo Morin (2011) a discussão dessa temática nas escolas é de fundamental importância para o entendimento do complexo, as partes se interconectam para entender o todo.

As falas da tirinha em conjunto com a pergunta induzem o estudante a refletir acerca do desmatamento, um evento antrópico, que enfraquece a diversidade biológica com o menor número de plantas existente e que conseqüentemente reduz os habitats. Sem habitats, os animais não têm como sobreviver e se reproduzir, amortizando sua população e ocorrendo a perda de mata preservada, existindo a possibilidade de uma possível extinção de espécimes (SÔNIA, 2004). No quadro 23 temos a tirinha e as respostas dos estudantes e posteriormente discutimos o que foi desenvolvido nas respostas.

Quadro 23 – Respostas da questão 4 – FR01

**Pergunta: Após ler o quadrinho a seguir, responda: na sua opinião, qual a importância de estudarmos a diversidade e as interações de cada bioma?**



<b>E1</b>	<i>Seria de extrema importância, uma vez que conhecendo cada bioma, junto com sua diversidade, poderemos refletir em nossas ações para o meio ambiente, ligando também ao ponto de que nós precisamos da natureza.</i>
<b>E2</b>	<i>Estudando e descobrindo como os seres interagem e depende do bioma é possível observar como utilizar seus recursos sem agredi-la e como podemos preservar o que ainda resta.</i>
<b>E3</b>	<i>Entender como cada elemento da natureza se relaciona e a importância de cada bioma para a vida humana.</i>
<b>E4</b>	<i>Ao estudar os biomas podemos ter maior consciência na questão da preservação ambiental, podendo assim ajudar tornar o planeta um lugar melhor.</i>
<b>E5</b>	<i>Para poder preservar cada bioma que mantém a nossa vida pois vivemos a base dela, já outrora até então tudo do nosso sustento alimentar tem sua origem nela.</i>

Fonte: Os autores (2022).

E1 relaciona o homem e sua interação com a natureza, recordando a importância da natureza para o ser humano e frisa que o estudo dos biomas ajuda no combate das ações antrópicas. Só cuidamos daquilo que conhecemos e é por meio das consequências da sua falta que entenderemos a sua importância para o mundo (MORIN, 2011).

Já o E2, fala de cuidar do que temos e observar se as nossas ações não estão agredindo a natureza, além de justificar a utilização dos recursos só depois de estudos detalhados para que ocorra um uso consciente e sem impactos (ANDRADE, 2010).

O E3 destaca que as partes (cada elemento) interagem e essa interação é o eixo central para darmos importância. Morin (2011) discorre a necessidade de saber as partes, não porque as partes compõem o todo mais que as partes se conectam ao ponto que gera o todo, no caso em estudo, os biomas.

A resposta de E4 reflete sobre a preservação ambiental a partir do estudo dos biomas, pois há o entendimento dos seus efeitos e assim geram um sentimento de cuidado. O que leva a construção coletiva de um senso de pertencimento que só existe com manipulação ou inclusão no ambiente de estudo (CAMPO, 2018). O que leva a ligar as estufas automatizadas por não teletransportar o aluno ao bioma, mas transfere os conhecimentos aplicados lá da mata ao ambiente escolar.

Por último o E5 destaca a importância que os biomas trazem para a vida terrestre, sendo como uma base, o sustento de todos nós. Fala pertinente e que compactua com a proposta da pergunta, pois a compreensão que os recursos naturais são finitos nos mostra a necessidade de elaborar um ciclo para que nunca venha a se acabar.

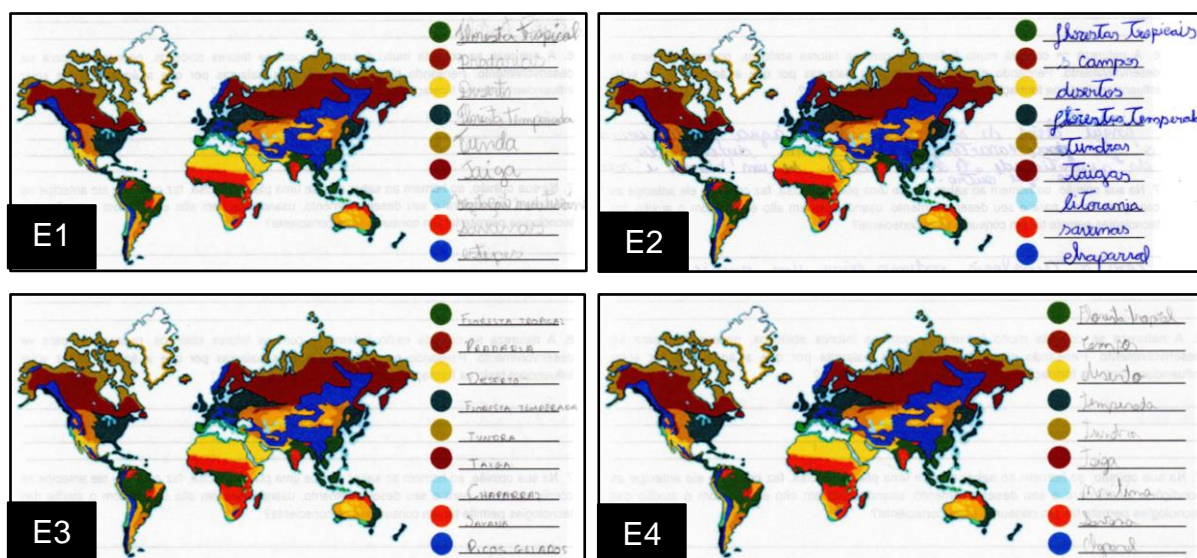
Após a análise e discussão da FR01, concluiu-se a etapa de antecipação da CEK, na qual as respostas demonstraram articulações ao que foi proposto nas atividades, destacando até informações além das esperadas nessa etapa. Os construtos que buscamos identificar foram alcançados e podemos inferir que experiências anteriores trazem uma boa carga de conhecimentos ecológicos.

### FICHA DE REGISTRO 02 (FR02): Fixando as ideias

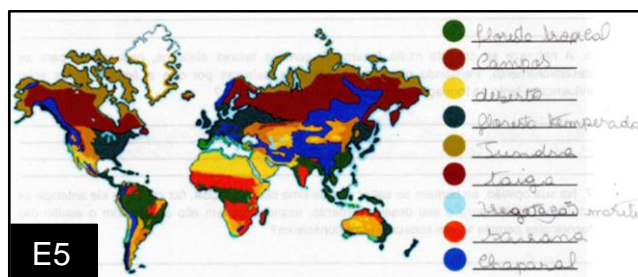
A FR02 teve por objetivo resgatar o que foi desenvolvido na etapa do CEK do Investimento, por meio de métodos ativos buscou novas informações e acomodou outras instigadas na antecipação.

**Questão 01/FR02:** Nessa questão os estudantes teriam que responder pela imagem e associar pelas cores qual bioma terrestre se relaciona, tendo objetivo de perceber os conceitos dos biomas a nível global. As respostas dos estudantes estão abaixo na figura 24.

Quadro 24 – Respostas da questão 1 – FR02







Fonte: Os autores (2022).

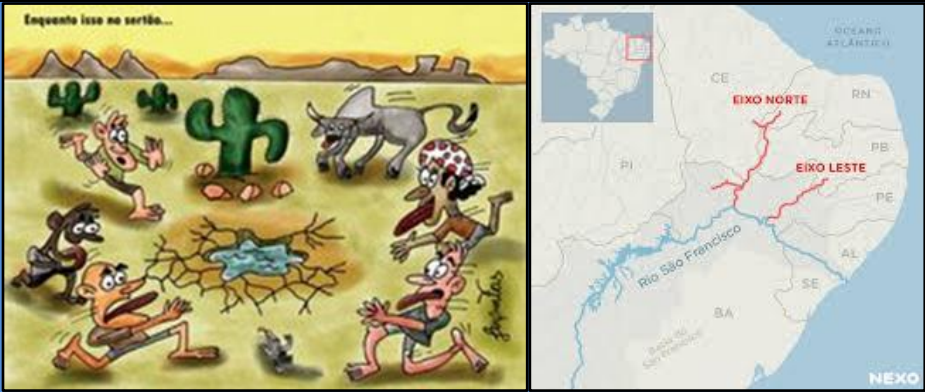
As respostas dos estudantes se apresentam iguais, mesmo que cada uma fez individualmente e sem auxílio dos colegas, contudo, há a análise de uma resposta padrão. O que podemos compreender que as informações trabalhadas nas exposições dialogadas, textos e imagem dos biomas fizeram compreender as suas diferentes localizações no mapa global da Terra.

A BNCC (2017) na sua linha de formação geral básica destaca a importância dos estudos dos biomas globais, visto que os biomas locais são subtipos de biomas presentes em diferentes continentes. Como o exemplo do Cerrado Brasileiro que é caracterizado como uma savana com paisagens próximas ao do continente africano diante o clima, pluviosidade, solo e localização na faixa tropical do planeta, mas cada um possui diferenças diante as especificidades de fauna e flora (BENGON, TOWNSEND, HARPER, 2007; BANDOUK *et al*, 2016)

**Questão 02/FR02:** Trata-se de uma questão interpretativa sobre o processo de desertificação do Nordeste, usando como contexto duas imagens da região que abrangem o bioma. As imagens e respostas dos estudantes estão apresentadas no quadro 25.

Quadro 25 – Respostas da questão 2 – FR02

**Pergunta: observe as imagens abaixo e depois descreva o que você sabe sobre o processo de desertificação do Nordeste e quais os impactos desse processo.**

	
E1	<i>Desertificação é um fenômeno causado pela transformação do meio natural pelas atividades humanas. Consequência: empobrecimento dos solos, a perda da biodiversidade e o aumento dos processos erosivos.</i>
E2	<i>É o fenômeno onde o solo fica arenoso, com a desertificação ocorre perda da diversidade porque piora a condição de vida de muitas espécies.</i>
E3	<i>O processo de desertificação no Nordeste vem se mostrando cada dia mais preocupante, sendo a principal causa do desmatamento. Entre as consequências, pode-se citar a diminuição/desaparecimento de vegetações e a redução de terras agricultáveis e da biodiversidade.</i>
E4	<i>Mudanças climáticas não realocam a água para o nordeste, causando a desertificação. Os impactos inclui, primordialmente, a morte da biodiversidade, seca, etc.</i>
E5	<i>Acontece pela falta de água, morte da biodiversidade local, seca, etc.</i>

Fonte: Os autores (2022).

A resposta de E1 destaca a desertificação como um processo natural que pode ser acelerado com ações antrópicas no ciclo hidrológico da região. Fato observado pelo manejo irregular dos rios e nascentes da região nordeste, como a transposição do rio São Francisco e uso intenso para plantações e criação de gado (CASTRO, 2011).

Já a resposta de E2 explica o que é a desertificação exibindo a formação de solos arenosos e a sua consequência na biodiversidade da região. Visto que no solo arenoso a água não fica retida e pela força da gravidade desce para regiões mais profundas, deixando de permitir a absorção de água pelas raízes das plantas (FUTUYMA, 2002; RICKLEFS, 2003).

O E3 mostra sua preocupação com o desmatamento como um dos causadores da desertificação da Caatinga, pois sem vegetações o solo fica exposto ao sol e

acelera a formação de solos arenosos, além de não existir raízes faz com que a água não fica retida (RICKLEFS, 2003; ODUM, BARRET, 2007).

O E4 discorre na perspectiva que as mudanças globais vêm interferindo no ciclo hidrológico da região nordeste, fazendo o período de seca ser mais prolongada que o normal e esse evento climático faz com que vegetações desfaleçam e a seca seja mais intensa (SILVA JUNIOR, 2005; ODUM, BARRET, 2007).

Por fim, o E5 discorre que a desertificação ocorre pela falta de água e que essa falta origina secas e morte de seres vivos (BANDOUK *et al*, 2016). Podemos concluir que cada sujeito elencou um fator diferenciado para a desertificação da Caatinga, onde todos convergem para tal processos, mas que para cada um observou por uma ótica diferenciada. O evento foi o mesmo, entretanto, as experiências fizeram com que fossem relatados pontos diferentes (BARROS, BASTO, 2007; CAMPO, 2019).

**Questão 03/FR02:** A questão discute sobre a classificação de um bioma colocando em pauta a mata dos cocais e sua classificação, visto que a classificação dos biomas para existir é necessária pesquisa das espécies presentes, da paisagem, solo e história da região. No quadro 26 temos as respostas dos estudantes.

Quadro 26 – Respostas da questão 3 – FR02

<b>Pergunta: Após nossas conversas sobre as características dos biomas, responda por que a Mata de Cocais não é classificada como um bioma?</b>	
<b>E1</b>	<i>Porque ela é uma mata de transição, por conta de ser caráter interseccional, não é considerada bioma.</i>
<b>E2</b>	<i>Ela é uma mata bioma secundário, é uma área de transição.</i>
<b>E3</b>	<i>Porque a Mata de cocais está situada entre alguns biomas como Cerrado e Caatinga, sendo considerada como uma zona de transição de biomas (característica intersetorial).</i>
<b>E4</b>	<i>Não é, pois é criado pelos humano, por isso é classificado como artificial.</i>
<b>E5</b>	<i>Pois é criado pelo ser humano, se tornando algo artificial.</i>

Fonte: Os autores (2022).

As respostas dos estudantes convergem para a discussão realizada anteriormente no investimento, onde muitos elencaram a mata de cocais como um bioma, pelo fato de muitos livros didáticos incluírem como um bioma. É um equívoco

descrever a mata de cocais e não falar da sua classificação corretamente. Sua história, fauna, flora e paisagem descrevem ser uma região que sofreu ações antrópicas de uma floresta amazônica que hoje apresenta espécies selecionadas artificialmente e que fez mudar a sua paisagem (RICKLEFS, 2003).

Como citado nas respostas de E1, E2 e E3, a classificação mais aceita é a de acordo com Bandouk *et al* (2016) que a mata de cocais é uma mata de transição entre os biomas próximos: floresta amazônica, cerrado e mata atlântica, que as ações antrópicas fizeram essa região cair para um bioma secundário (formado por modificações externas), como escrito na resposta de E2.

E4 e E5 destacam nas suas respostas a ação humana, citando ambos a palavra “artificial”, segundo Ricklefs (2003) as modificações ocasionadas pelo homem faz com que espécies sejam selecionadas e outras extintas, existindo ali um desequilíbrio ecológico. Portanto, compreendemos que os estudantes inseridos nos debates e exposições fizeram com que eles compreendessem esse equívoco da Mata de Cocais, como também de outro exemplo, a Mata de Araucária.

**Questão 04/FR02:** A questão vem na perspectiva de dialogar sobre a diferenciação de semiárido para deserto, pois nem tudo que é parecido significa ser igual. O quadro 27 apresenta as respostas dos estudantes.

Quadro 27 – Respostas da questão 4 – FR02

<b>Pergunta: qual(ais) característica do bioma Caatinga permite(m) classificar como semiárido e não como deserto?</b>	
<b>E1</b>	<i>A maior parte dos rios são intermitentes, essa característica é resultante do clima semiárido da região em especial, pela pequena ocorrência e distribuição concentrada de chuvas ao longo do ano.</i>
<b>E2</b>	<i>Ela possui fauna e a flora adaptada à seca.</i>
<b>E3</b>	<i>As temperaturas máximas da Caatinga (Semiárido) são comparativamente mais baixas do que aquelas encontradas em áreas de clima árido (deserto).</i>
<b>E4</b>	<i>Pois tem lençóis freáticos e biodiversidade.</i>
<b>E5</b>	<i>Água e vegetação.</i>

Fonte: Os autores (2022).

As respostas são carregadas de termos específicos e destacam pontos científicos na diferenciação do deserto para semiárido, são completas e de acordo com os estudos ecológicos (RICKLEFS, 2003; ODUM, BARRET, 2007).

A resposta de E1 mostra os rios que cortam a região da caatinga como justificativa à classificação semiárida, como também a pluviosidade da região que difere bastante dos desertos. Barros, Monteiro e Cestaro (2018) descreve que a pluviosidade do Nordeste é baixa diante os planaltos que percorre todo o litoral brasileiro, gerando barreiras para a passagem das nuvens carregadas para o sertão nordestino, o relevo faz com que as chuvas caiam nos planaltos, bloqueando a umidade e as precipitações. Temos como exemplo o planalto da Borborema que se localiza em Pernambuco e se estende a outros estados nordestinos.

Já o E2 destaca em sua resposta os fatores bióticos serem adaptados à seca. Visto que passam tempos sem água, porém em épocas de inverno florescem e crescem. Outro ponto observado é a não permanência de recursos hídricos como nos desertos, na caatinga é temporário. Essa característica da adaptação das espécies vem deste o início da vida na Terra, sempre o mais adaptado sobrevive, neste caso, as plantas que tem a capacidade de armazenar água (LOPES, 2004; DARWIN, 2014). Outro aspecto que diferencia é a vegetação catingueira no período de inverno apresentar as folhagens, já no verão intenso perde e fica apenas o caule dos arbustos, intercalando climas diferentes ao longo do ano, característica não existente nos desertos, analisemos a figura 26 (SILVA JUNIOR, 2004).



Figura 26 – Diferenciação da paisagem da Caatinga na estiagem e período de chuva



Fonte: adaptado de Silva Júnior (2005)

O E3 frisa outro aspecto de diferenciação trazendo a temperatura onde a média de temperatura da Caatinga ser próxima de biomas de semiárido do que de desertos. A localização das áreas semiáridas e dos desertos ficam perto da linha do equador, o que gera regiões com intensidade de luz maior, interferindo apenas na diferenciação da umidade nos dois lugares, o que faz a temperatura média do semiárido cair comparado com os desertos, além do vento ser mais forte e levar a água em estado de vapor (RICKLEFS, 2005; BANDOUK *et al*, 2016).

O E4 cita os lençóis freáticos e biodiversidade, em que o primeiro ponto dos lençóis freáticos ser um equívoco conceitual, isto é, apenas no cerrado tem região de grandes lençóis. Na biodiversidade observada, as plantas e animais sofreram adaptações para temporadas sem água, mas existe ainda a necessidade nas épocas de inverno da água. Ponto não observado no deserto, pela inconstância de pluviosidade (RICKLEFS, 2005). O E5 conclui com sua resposta citando a água e vegetação de forma simplista, traduzindo ser eles que tem proporções diferentes entre o semiárido e o deserto. A definição de um bioma vai além da Flora, conforme Coutinho (2006).

**Questão 05/FR02:** Na questão 05, o objetivo é observar qual a importância de alguns fatores abióticos indispensáveis para o crescimento de um bioma, apresentados no quadro 28 a resposta dos estudantes.

Quadro 28 – Respostas da questão 5 – FR02

<b>Pergunta: a natureza se conecta muito fortemente com os fatores abióticos, necessários para se desenvolvimento. Pensando nisso, fale com suas palavras por que a água e a luz solar influenciam tanto na formação da vegetação no globo terrestre?</b>	
<b>E1</b>	<i>Influenciam, pois as formações de vegetações tem o importante papel de absorver esses recursos, por isso era tanta diversidade, cada formação vegetal, é única devido a essa “quantidade” de absorção.</i>
<b>E2</b>	<i>Porque além de ser essencial, a água produz umidade o que pode caracterizar um bioma dependendo da quantidade. E o sol dita ser um bioma é mais seco que outro.</i>
<b>E3</b>	<i>A quantidade e qualidade da água, bem como a incidência de luz solar influenciam diretamente na formação de uma vegetação pois cada condição climática resultará em folhas, raízes e caules adaptados àquele ambiente.</i>
<b>E4</b>	<i>Porque a vegetação é influenciado pela água e pelos solos, visto que nas altas altitudes há baixa incidência solar, mas tem água por exemplo.</i>
<b>E5</b>	<i>Pois esses dois fatores são necessários para definir os fatores bióticos do local.</i>

Fonte: Os autores (2022).

A resposta de E1 discute a intensidade de luz sobre o tipo de vegetação que se forma, visto que o processo de fotossíntese é mais forte em região tropicais pela quantidade de luz ser maior do que nos polos do planeta. Tal resposta vai de acordo com a fala de Silva Junior (2004). O E2 vai na linha da água, como molécula vital dos processos metabólicos, em sua forma de vapor gerando a umidade nos processos de evapotranspiração e regulação térmica. Pontos essenciais para qualquer ser vivo (RICKLEFS, 2005).

Já o E3 destaca a adaptação do ser vivo aos ambientes com variações desses fatores, pois é diante o meio que é selecionado as espécies mais adaptadas daquela região (DARWIN, 2014; LOPES, 2004).

O E4 exemplifica na sua resposta lugares de altitude, outro fator abiótico que possui incidência solar reduzida, mas que apresenta muita água diante o clima frio que faz condensar a água em gelo (FUTUYMA, 2002; RICKLEFS, 2005).

Para concluir a discussão, o E5 faz a associação desses dois fatores cruciais para a vida na terra como os que definem a sobrevivência das espécies que viverão naquela região (ODUM, BARRET, 2007; COUTINHO, 2010).

**Questão 06/FR02:** A questão 06 realiza uma reflexão do uso da tecnologia a favor do homem, ao tentar trazer as informações dos espécimes a serem usados para fins econômicos em associação com a tecnologia, facilitando o manejo dos mesmos. No Quadro 29 temos as respostas dos estudantes.

Quadro 29 – Respostas da questão 6 – FR02

<b>Pergunta: Na sua opinião, o homem ao saber de que uma planta precisa, faz com que ele antecipe as condições ideais para o seu desenvolvimento, usando isso em alto escala com o auxílio das tecnologias permite ter um consumo mais consciente?</b>	
<b>E1</b>	<i>Sim, pois com as tecnologias podemos preservar e aproveitar diversos tipos de plantas que correm um grande risco de extinção.</i>
<b>E2</b>	<i>Com a tecnologia podemos criar um ambiente propício para qualquer vegetação.</i>
<b>E3</b>	<i>Sim, pois fazendo o uso de tecnologias aliadas a conhecimentos prévios sobre um tipo de planta é possível antecipar muitas atuações e permite que qualquer consumo seja feito de forma mais racional.</i>
<b>E4</b>	<i>Sim.</i>
<b>E5</b>	<i>Sim</i>

Fonte: Os autores (2022).

A resposta de E1 aborda na perspectiva da preservação ambiental com o uso da tecnologia, um fato importante sobre o que podemos realizar com a biotecnologia, ramo da biologia voltada a estudos com tecnologia, apresentar como um de seus objetivos, evitar a extinção de espécies e entre outras aplicabilidades (SILVA JUNIOR, 2005).

A de E2 visa mostrar as potencialidades da tecnologia em sanar qualquer dificuldade aparente de fator abiótico. Atualmente a tecnologia está tão avançada que



a agricultura tem diversos meios tecnológicos de aumentar a produção sem se importar com a espécie, basta saber suas necessidades (NEVILLE, 2005).

O E3 vai na discussão do conhecimento sobre a espécie para depois o uso da tecnologia, evitando erros ao uso da tecnologia para com os seres vivos. Ele cita até conhecimentos prévios da espécie para criar uma ferramenta específica e totalmente voltada aquele manejo. Já o E4 e E5 tem uma resposta sintética de um “sim”.

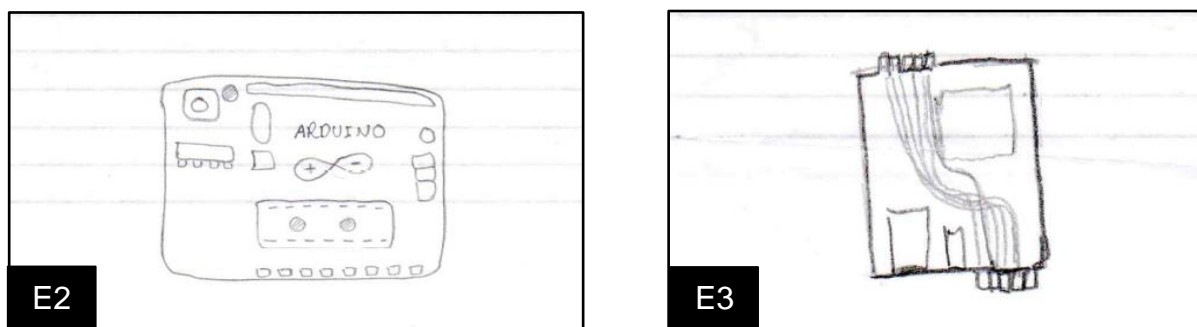
Portanto, na FR02, podemos observar respostas complexas e bem construídas, no sentido de que cada argumento discutido na exposição dialogada foi elencado por estudantes diferentes, cada um com suas particularidades citaram o que ficou marcado, como em outras perguntas as respostas do E1, E2, E3, E4 e E5 foram idênticas, há a confirmação de que os processos de assimilação e acomodação no CEK de investimento foi significativo e construtivo.

### **FICHA DE REGISTRO 03 (FR03): Utilizando a tecnologia a nosso favor**

O objetivo da FR03 foi observar de forma rápida a apropriação de conhecimentos de programação desenvolvidos na etapa de investimento. Saber o que eles pensavam ser e o que realmente foi desenvolvido para a construção e programação da estufa. Informamos também que a FR03 teve um *déficit* de participantes na devolutiva das respostas, pelo fato de não dar tempo de concluir na aula e por sugestão deles terminarem em casa e depois entregarem, nesse trâmite muitos perderam a FR03 e outros ficaram de entregar, mas não enviaram. Assim, por conta dos extravios analisaremos apenas 2 dos 5 estudantes sujeitos da pesquisa.

**Questão 01/FR03:** Na questão 01 da FR03, os estudantes tiveram de mostrar a percepção antes de conhecer o Arduino, só pela palavra o que seria essa ferramenta. Usando sua visão imagética de como seria o Arduino. A figura 27 temos os desenhos realizados pelos estudantes.

Figura 27 – Respostas da questão 1 – FR03



Fonte: Os autores (2022).

Observa-se desenhos fidedigno ao layout do Arduino real, com demonstração de elementos presentes na placa de prototipação. Com isso, as imagens são segundo Peirce (2015) representações dos conceitos pré-estabelecidos, ou seja, em algum momento o construto que visualiza o Arduino está sendo revisitados e manifestados em imagens (CAMPOS, 2017).

**Questão 02/FR03:** A questão 02, apresenta reflexões sobre o pensamento computacional, relacionando como as máquinas se comunicam com os humanos. Quais as lógicas envolvidas para que as máquinas compreendam o que pedimos a ela. Para saber manusear qualquer equipamento é necessário saber suas instruções, adquiridas em manuais para que o uso seja correto e de acordo com seus objetivos. O quadro 30 apresenta as respostas dos estudantes.

Quadro 30 – Respostas da questão 2 – FR03

Pergunta: Depois da discussão em sala, o que é o pensamento computacional para você?	
E1	Não respondeu a FR03
E2	<i>É a forma de resolver problemas com a tecnologia de forma mais prática.</i>
E3	<i>É a habilidade de resolver problemas com o uso da tecnologia a partir da dominação dos fundamentos da computação.</i>
E4	Não respondeu a FR03
E5	Não respondeu a FR03

Fonte: Os autores (2022).

A resposta de E2 refleti sobre o uso do pensamento computacional em relação a problemas matemáticos na lógica da programação. O raciocínio lógico é um dos pilares fundamentais para a programação existir, além dos conhecimentos biológicos, saber matemática é necessário (CAMPOS, 2017).

Já a resposta de E3 frisa a habilidade de resolver com o pensamento computacional os problemas. Ele vem em outra perspectiva de usar como forma de resolver, o outro é ter a habilidade de resolver com o pensamento computacional. Campo (2018) e Freire (2005) descrevem a importância da habilidade de resolver problemas, saber usar tais conhecimentos exercitam a curiosidade e motiva o saber da resposta. Pois o pensamento computacional é significativo na escola, visto que por meio dele os estudantes passam a revisar o que produzem e aprendem a pensar de forma crítica (ANDRÉ, 2018).

**Questão 03/FR03:** A questão 03 busca saber nos estudantes sobre as linguagens de programação, em especial a C++ que é utilizada no Arduino. No quadro 27 temos as respostas dos estudantes.

Quadro 31 – Respostas da questão 3 – FR03

<b>Pergunta: Programar em linguagem C++ será um desafio para você? Descreva seus anseios.</b>	
<b>E1</b>	Não respondeu a FR03.
<b>E2</b>	<i>Talvez, é questão de prática.</i>
<b>E3</b>	<i>Talvez, tenho certa habilidade com linguagens computacionais por fazer o técnico em redes de computadores, mas não o domino completamente.</i>
<b>E4</b>	Não respondeu a FR03.
<b>E5</b>	Não respondeu a FR03.

Fonte: Os autores (2022).

O E2 não afirma ser um desafio, mas coloca em sua resposta a possibilidade de dúvida na sua trajetória cognitiva. A prática citada pelo estudante mostra a vontade de tentar e observar o resultado, é na prática que se aprende com os erros. A curiosidade em aprender nasce do questionamento e da prática no processo de ensino e Aprendizagem de maneira a desequilibrar o que se sabe (DELFINO, 2017).

O estudante E3 escreve a mesma opção “talvez”, mas argumenta que por ter experiência diante seu curso vinculado ao ensino médio lhe dar base para ter habilidades em linguagens de programação, o que reflete já ter construtos e experiências exitosas com a programação mesmo não existindo “domínio completo”.

**Questão 04/FR03:** A questão 04 versa sobre as vantagens existentes no Arduino que elevam suas possibilidades de aprendizagem em comparação a outros kits de robótica presente nas escolas. Sabemos que qualquer equipamento tem os pontos positivos e pontos negativos, mas a intensão é observar o que os estudantes atentam de diferente no Arduino. O quadro 32 descreve as respostas dos estudantes.

Quadro 32 – Respostas da questão 4 – FR03

<b>Pergunta: Ao perceber como funciona o Arduino, qual as suas vantagens frente aos outros modelos de você conhecem de robótica?</b>	
<b>E1</b>	Não respondeu a FR03.
<b>E2</b>	<i>Ele é mais fácil de ser programado e usado.</i>
<b>E3</b>	<i>Ao meu ver, o arduino é uma boa opção por apresentar uma linguagem de programação simples e por ser fácil manuseio.</i>
<b>E4</b>	Não respondeu a FR03.
<b>E5</b>	Não respondeu a FR03.

Fonte: Os autores (2022).

O E1 e o E2 apresentam argumentos similares ao destacar a facilidade da programação do Arduino, porque utilizam uma linguagem padrão de outros equipamentos, além da abertura para uso em códigos de linha ou via *Arduinoblock*, que são blocos de comandos para os iniciantes e programação (MCROBERTS, 2011; ANDRADE, 2010).

**Questão 05/FR03:** A questão 05, é acompanhada de uma reflexão acerca dos atributos da tecnologia no âmbito escolar, se na visão dos estudantes é importante o uso mais intenso na sala de aula. Com a utilização de recurso imagético instiga sobre o uso da linguagem da rede de computadores ao vocabulário dos estudantes. No quadro 33 temos as respostas dos estudantes.

Quadro 33 – Respostas da questão 5 – FR03

**Pergunta: Após refletir na figura a seguir, responda: a tecnologia na escola vem mais para somar ou para subtrair nas atividades da escola?**



<b>E1</b>	Não respondeu a FR03.
<b>E2</b>	<i>Somar ele facilita muito atividade e é um conhecimento fundamental que o aluno adquirir.</i>
<b>E3</b>	<i>Depende muito da forma que ela é aplicada. A tecnologia pode ser muito benéfica ao aprendizado quando utilizada de forma correta e eficaz.</i>
<b>E4</b>	Não respondeu a FR03.
<b>E5</b>	Não respondeu a FR03.

Fonte: Os autores (2022).

A resposta de E2 destaca a tecnologia como soma na aprendizagem, pois é uma ferramenta facilitadora do conhecimento. Essa visão segundo Moran (2017) é fundamentada em um uso articulado da tecnologia, seja ela digital ou analógica, a definição do sucesso dela em sala vai depender do planejamento e do objeto de conhecimento.

A resposta de E3 visa mostrar que o uso da tecnologia de forma correta definirá o sucesso, apenas com um alinhamento do que se quer aprender, a tecnologia fará sentido e terá um processo de ensino e aprendizagem satisfatório.

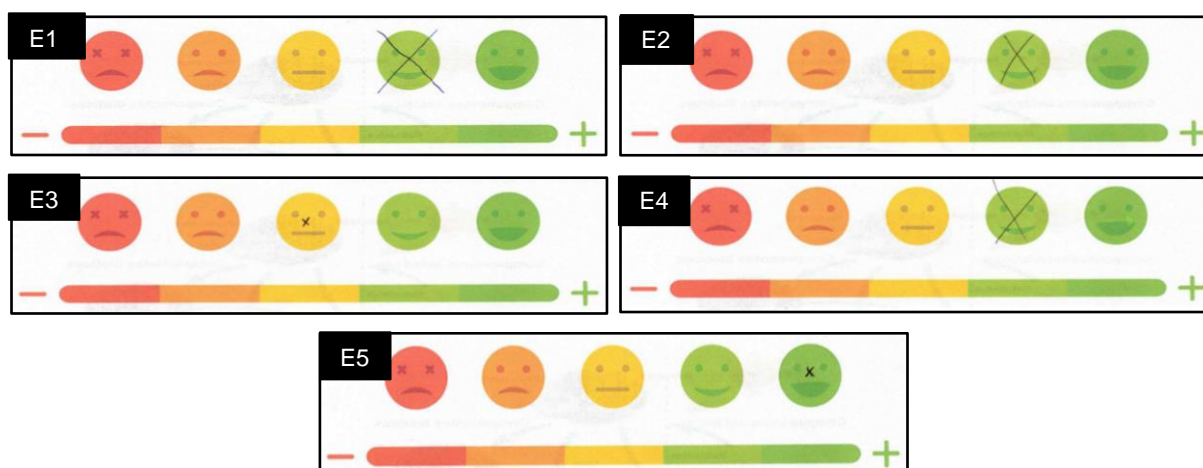
Ressalvamos que nessa etapa do Encontro, o Guia Aprendendo Robótica Arduino foi de grande valia para sanar dúvidas e mostrar o que cada integrante poderia fazer para juntos aprenderem e montarem a estufa. Muitos dos problemas foram resolvidos entre a equipe com o auxílio do Guia.

**FICHA DE REGISTRO 04 (FR04): Vamos ao trabalho em equipe**

A FR04 teve por objetivo analisar o que foi construído na etapa de validação, ocorrendo sua aplicação no término da etapa, ou seja, com a estufa finalizada. A FR04 teve questões que tentam contemplar as inquietações sobre a construção da estufa, grau de dificuldade observado, o trabalho em equipe e entre outros aspectos. Foi a etapa do CEK que envolveu diversas dúvidas e o trabalho em equipe foi essencial para a conclusão.

**Questão 01/FR04:** A questão 01 envolveu duas ações, a primeira, de marcar na escala Linkert o nível de dificuldade encontrado na programação da estufa. A segunda foi descrever de acordo com a escala o porquê da opção escolhida, justificando. Logo abaixo temos as opções escolhidas pelos estudantes na figura 28 e no quadro 34 as justificativas.

Figura 28 – Respostas da questão 1 – FR04



Fonte: Os autores (2022).

Quadro 34 – Respostas da questão 1 – FR04

**Pergunta:** Em uma escala, qual o nível de dificuldade que a equipe está tendo em aprender programação? Marque um X no rosto da figura e justifique posteriormente.

E1	<i>Todos os integrantes da minha equipe demonstraram um aprendizado muito rápido em relação ao assunto abordado.</i>
E2	<i>Trabalhamos bem, mesmo não tendo muita familiaridade com programação.</i>
E3	<i>Programação é algo complexo e exige certa base, mas com orientação ficou um pouco mais fácil.</i>

<b>E4</b>	<i>Por ser algo que não se tem muito contato, há uma certa dificuldade inicial, mas após um pequeno tempo, é possível facilmente aprender.</i>
<b>E5</b>	<i>Interação com programação e ótimo lugar e ideias de trabalho.</i>

Fonte: Os autores (2022).

A opção marcada pelo E1 foi a “boa”, justificando que sua equipe conseguiu aprender rápido a programação da sua equipe. Segundo Papert (1971), a construção rápida de conhecimentos se dá diante a curiosidade dos desafios que foram postos, a solução deles se torna um alvo a ser alcançado e todos os conhecimentos construídos são a base para a satisfação do que ele construiu.

O E2 marcou na escala a opção “boa” e justificou que atingiu os objetivos, “*trabalhou bem*”, mesmo sua equipe demonstrando aproximação com a programação desenvolvida. Campos (2017) discorre que no construcionismo os conhecimentos podem ser colocados em prática, mais a sua assimilação só ocorre quando a solução é posta. Com isso, os indivíduos acham que não possuem domínio mesmo chegando ao objetivo.

O E3 marcou na escala como “regular”, e comentou na sua justificativa que a programação é algo complexo e que as instruções dadas facilitaram a finalização da estufa. Freire (2005), fala que o professor deve ser o facilitador do saber, levar o estudante a pensar e ir em busca de erros e acertos, com isso podemos entender que o professor facilitou na busca ativa de resolver os problemas apresentados.

Já o E4 marcou na escala como “boa” e justificou que inicialmente teve muitas indagações e com o tempo foi resolvendo os problemas apresentados. Posto que, observa-se um crescimento de conhecimentos ao longo do processo, onde o que era difícil, não é mais diante a prática de analisar os erros e acertos na construção da estufa (LIMA, 2008).

O E5 finaliza assinalando na escala como “ótimo”, o que diferenciou dos outros estudantes, como também justificou que gostou da programação e do trabalho desenvolvido. Podendo concluir segundo Freire (2005) que a curiosidade e autonomia desenvolvida fez com que a aprendizagem fosse eficaz e com inexistência de lacunas.

**Questão 02/FR04:** A questão 02 teve a intensão de apreciar o desenvolvimento existente na construção da estufa, se o trabalho em equipe estava dando certo, ou

caminho até chegar à meta estava fatigante ou ainda estava sem rumo. No quadro 35 temos as respostas dos estudantes.

Quadro 35 – Respostas da questão 2 – FR04

Pergunta: A equipe se sente perdida na montagem da estufa?	
E1	Não.
E2	Não.
E3	Não, pois cada aluno faz uma parte do trabalho, não o tornando cansativo e o orientador sempre tira as dúvidas.
E4	Não.
E5	Não, foi ótimo e a equipe ativa e o professor não deixou que a desordem se propaga-se no grupo.

Fonte: Os autores (2022).

As respostas de E1, E2 e E4 foram reducionistas, respondendo com apenas um “não”. O E3 além do não, justificou que a equipe não ficou perdida diante a distribuição de funções facilitando a construção, além de não permitir estagnação com problemas aparentes. Outro ponto mencionado por E3 foi o orientador sempre sanar as dúvidas, na qual Freire (2005) sempre defendeu o professor nessa posição dentro do ambiente escolar como suporte das dificuldades encontradas e não permitindo o estudante sair dos objetivos pedagógicos propostos.

**Questão 03/FR04:** A questão 03 expôs como objetivo a averiguação de como estava a concepção do que é Entrada e Saída de informações, ou seja, os estudantes classificariam e marcariam alguns modelos de conexões. Quase todos os tipos foram manuseados na estufa e a importância desse conhecimento está em saber onde o Arduino manda os dados e onde ele recebe dados. As informações para o Arduino devem ser bem descritas para evitar conflitos na programação. O Arduino tem portas específicas para Entradas e Saídas, na qual saber a função de cada uma é um dos pilares para seu manuseio correto (MCROBERTS, 2011).

Entradas são portas na qual se recebe dados, isso significa que as informações do meio que irão para o Arduino, como os sensores de umidade e temperatura, a fonte de energia e entre outros. Já as Saídas são o inverso, são portas na qual sai os dados,



isto é, as informações são lançadas do Arduino para os equipamentos ligados a ele, como a bomba de água, Led's e entre outros (MCROBERTS, 2011). Obtemos um gráfico com as respectivas seleções de Entrada e Saída marcadas pelos estudantes. Analisemos o gráfico 1 abaixo:

Gráfico 1 – Respostas da questão 3 – FR04



Fonte: Os autores (2022).

Perante a quantidade alta de opções para marcar, a análise das respostas deteremos no quantitativo de acertos do que por marcações realizadas pelos estudantes, traduzindo uma análise mais conceitual do que foi marcado.

Apreciamos no gráfico com unanimidade em algumas marcações, nas quais o Led, Bomba e *Display* todos marcaram como peças do tipo saída, correspondendo a sua real classificação. São periféricos onde as informações saem do Arduino para desenvolver seu objetivo. Na mesma concepção de uniformidade, a fonte, cabo de dados, sensor de umidade e sensor de temperatura foram marcados como peças do tipo Entrada, na qual coincide a classificação das literaturas (CAMPOS, 2019).

Percebemos em Relé e Case de Pilhas marcações variáveis, com os dois com um quantitativo maior para Entrada (4 marcações) do que com Saída (1 marcação), demonstrando dificuldades de assimilação, visto que são classificados como equipamento de saída de dados. A falta de compreensão do caminho comunicacional

das informações, acarreta um desencontro da linha de raciocínio da programação e se não for sanado, pode existir futuramente um desestímulo na aprendizagem e da curiosidade científica (PARPERT, 1971; CAMPOS 2019).

A classificação da *Protoboard* foi duplamente marcada pelos estudantes como sendo uma peça mista, isso significa que é de Entrada e Saída ao mesmo tempo, a informação pode fluir de ambos os lados, indo ou chegando do Arduino. A concepção deles está exata. A função da Protoboard é de realizar as conexões de maneira organizada, é por ela que é feito o mapeamento da rede de ligações no Arduino, deste modo, ela recebe informações que parte do Arduino para os sensores, como também dos sensores para o Arduino (MCROBERTS, 2011; ANDRADE, 2010).

Em síntese, ocorreu uma apropriação relevante sobre a classificação dos periféricos utilizados na estufa automatizada, onde 8 das 10 peças colocadas foram classificadas corretamente, e destas que tiveram dificuldade na classificação, apenas dois estudantes se equivocaram, o que demonstrou uma apropriação satisfatória de conhecimentos básicos envolvendo a robótica.

**Questão 04/FR04:** Na questão 04 buscamos como propósito a exploração da criatividade e raciocínio lógico de adaptações na programação do Arduino, já que o mesmo possibilita um leque de formas de usos das suas ferramentas. A questão sugeria a mudança da forma de observação da umidade do solo, retirando o *display* (letreiro que mostra o valor exato da umidade) para uma forma analógica de observação via um semáforo. No quadro 36 temos as respostas dos estudantes.

Quadro 36 – Respostas da questão 4 – FR04

<b>Pergunta: O que vocês acham da ideia de mudar a lógica de sinal de trânsito para uso de um display para indicar quando o solo estiver úmido?</b>	
<b>E1</b>	<i>Seria uma ótima ideia, já que, pelas cores seria mais fácil fazer essa identificação.</i>
<b>E2</b>	<i>Como algo diferente e com impossibilidade.</i>
<b>E3</b>	<i>Interessante, com orientação seria muito produtivo.</i>
<b>E4</b>	<i>Vejo com impossibilidade.</i>

<b>E5</b>	<i>Uma ótima ideia devido ao costume com esse semelhança do dia a dia.</i>
-----------	--

Fonte: Os autores (2022).

O E1 constatou gostar da ideia e esclarece que pelas cores seria mais acessível a identificação de quando está úmido. A rápida visão de possibilidade e de mudança é uma das habilidades necessárias para quem almeja prosseguir no mundo da computação e programação (CALLEGARI, 2015; CAMPOS, 2017; ARAUJO, 2020).

O E2 e o E4 têm respostas similares que argumentam existir impossibilidades de usar o semáforo. Pode-se deduzir pela dificuldade de programar ou de organizar o sistema (ARAUJO, 2020).

O E3 em sua resposta mostra positivo como a ideia e destaca a necessidade de orientação nessa alteração, o suporte para essa mudança seria fundamental.

Por fim, o E5 fala ser promissor a alteração pela equivalência dos semáforos com o úmido e seco das plantas, fechando aqui uma análise positiva das respostas, onde três dos cinco estudantes demonstraram abertos a alterações e não engessamento da programação, visão que propomos no projeto. Existe um modelo, mais os caminhos são os mais diversos para chegar no objetivo proposto.

**Questão 05/FR04:** A questão 05 visou a apropriação de conhecimentos acerca da espécie que foi escolhida via sorteio, as equipes tinham a incumbência de pesquisar as características anatômicas e fisiológicas das plantas que ficaram responsáveis para poder assim saber a programação mais correta para a planta. O quadro 37 descreve as respostas dos estudantes.

Quadro 37 – Respostas da questão 5 – FR04

<b>Pergunta: As plantas que vocês ficaram responsáveis pertencem a que grupo da biologia? Descreva um pouco sobre suas características.</b>	
<b>E1</b>	<i>Mata atlântica. A Bromélia <u>Fireball Rubra</u>, por ser uma planta do bioma Mata Atlântica, uma de suas características é precisar de muita água constantemente, precisando estar em um lugar mais úmido.</i>
<b>E2</b>	<i>Epifitas, são plantas aéreas da mata atlântica. Precisam de uma boa quantidade de água e clima bom.</i>

<b>E3</b>	<i>Cerrado (semiárido) é considerado o segundo bioma da América Latina e também é conhecido como savana brasileira.</i>
<b>E4</b>	<i>Epífita, plantas que para sua sobrevivência se fixem em árvores, mas sem roubar.</i>
<b>E5</b>	<i>Cerrado, um clima semiárido com pouca água e plantas de resistência absurda ao sol e calor.</i>

Fonte: Os autores (2022).

O estudante E1 ficou com a planta do bioma Mata Atlântica e em sua resposta destaca a necessidade de muita água pelas plantas do bioma, como também viver em lugar muito úmido. Observações coerentes visto que segundo Lopes (2004) o clima tropical úmido de regiões costeiras a exemplo da mata atlântica, possuem uma alta taxa de evapotranspiração que torna o ambiente úmido e quente.

O E2 descreve sobre as plantas epífitas, ou seja, que usam os troncos de outras plantas para fixação e busca pela luz solar. Fala também da importância da água e do clima. Odum e Barret (2007) em seu texto discutem sobre a forte competição interespecífica que as plantas da mata atlântica sofrem. A copa quanto mais alta e espaçada garantem uma taxa maior de fotossíntese, e por isso a evolução de espécies aéreas é predominante, como no caso das epífitas se adaptaram bem com folhas grossas existindo espécies com mais de um tipo de clorofila (recebendo a captação de mais de um espectro de luz). Além de uma anatomia que permite o acúmulo de água no seu caule e folhas (TAIS, ZEIGER, 2013).

Já o E3 responde que ficou com o Cerrado e cita dados geográficos como ser o segundo maior da América Latina e por ser um subtipo de bioma terrestre da Savana. São informações relevantes, visto que nem todo estudante relaciona o cerrado com a Savana, acham ser biomas distintos e em lugares totalmente diferentes (FUTUYMA, 2002; BENGON, TOWNSEND, HARPER, 2007).

O E4 não fala o nome da planta nem caracteriza o bioma, apenas descreve que é uma planta epífita como o E2, que são plantas especializadas em se localizarem em troncos de outras árvores. Plantas nativas do bioma mata atlântica que procuram estratégias para a luz solar e armazenamento de água.

O E5 descreve sua equipe ser do cerrado e destaca a capacidade alta de modificações de sobrevivência. Enfim, as respostas dos estudantes sinalizam para

um aprofundamento conceitual de cada bioma escolhido, onde características específicas são expressas e levadas em consideração na programação da estufa.

**Questão 06/FR04:** A última questão teve o objetivo de estudantes associarem conceitos de fatores abióticos e fatores bióticos em uma relação complexo sistêmica. Com interrelação dos seres vivos com o modo de vida e características dos habitats, empregando recurso imagético para imersão. O quadro 38 apresenta as respostas dos estudantes.

Quadro 38 – Respostas da questão 5 – FR04

<p><b>Pergunta: Com a ajuda da imagem abaixo, como vocês observam a influência dos fatores abióticos para entendimento do funcionamento da estufa?</b></p>	
<b>E1</b>	<i>A influência desses fatores é algo crucial, visto que qualquer ser vivo necessita desses componentes abióticos para o seu crescimento e desenvolvimento.</i>
<b>E2</b>	<i>Os fatores abióticos fornecem condições para o desenvolvimento das plantas, animais, fungos, etc. A estufa permite o contato com a água.</i>
<b>E3</b>	<i>Os fatores abióticos são de uma importância para o ciclo de vida das plantas, uma vez que eles são responsáveis por fornecer energia solar, minerais e etc.</i>
<b>E4</b>	<i>Sem os fatores abióticos é impossível a sobrevivência da planta.</i>
<b>E5</b>	<i>Pois estes também tem a sua influência, pois tanto em questão das ocasião de locais os fatores abióticos são as maiores influenciadores.</i>

Fonte: Os autores (2022).

As respostas dos estudantes refletem sobre os fatores abióticos, iniciando com o E1 frisando a necessidade desses fatores, visto que são “cruciais” para o crescimento e desenvolvimento de qualquer ser vivo. As palavras do E1 refletem

segundo Odum e Barret (2007) que para todo ser vivo que hoje existe veio a partir de uma matéria inanimada em tempos pretéritos, pois vivemos em um ciclo de reciclagem da matéria. Hoje um carbono presente em compostos inorgânicos pode ser depois incluído em organismos orgânicos. Daí a importância de continuarmos a manutenção dos compostos nos biomas.

A resposta de E2 descreve que os fatores abióticos fornecem condições ideais aos seres vivos, gerando nutrientes para seu desenvolvimento. Cita ainda, que a estufa neste caso gera um desses fatores, que seria a água. Equívoco conceitual, pois as estufas não garantem o fornecimento de água, apenas as condições climáticas favoráveis ao crescimento, a água é um dos fatores incluídos nesse processo.

O E3 em sua resposta restringe as plantas a necessidade vital dos fatores abióticos para a sobrevivência das espécies. Segundo Lopes (2004) essa associação da vegetação para com os fatores abióticos ser mais intrínseca pelo fato das plantas serem os produtores primários, ou seja, são os organismos que converter energia luminosa em compostos orgânicos e retiram do solo os minerais necessários para os outros organismos consumidores que não tem a capacidade de síntese.

E4 é mais incisivo na sua resposta e responde que seria “impossível” a vida dos vegetais. A fala do estudante se encaixa no que é descrito por ----- que frisa a importância dos vegetais para a sucessão ecológica, para que se permaneça a biodiversidade em uma localidade é necessário primariamente a conservação da flora e assegurar os fatores abióticos, visto que são necessários para a sua sobrevivência.

O E5 finaliza as respostas descrevendo que os fatores abióticos são os maiores influenciadores para o sucesso de qualquer organismo, relacionando as plantas as estufas necessitam fornecer, sem elas a eficiência energética da planta é perdida (BENGON, TOWNSEND, HARPER, 2007). No geral as respostas dos estudantes destacaram a necessidade dos fatores para o crescimento das plantas e que são vitais para seu ciclo de vida como expressos na imagem motivadora da questão.

### **6.2.2 ANÁLISE DAS ENTREVISTAS**

As entrevistas foram realizadas no final do último encontro da etapa Revisão Construtiva, ocorrendo de forma individual, enquanto os demais respondiam a Rubrica Avaliativa.

Logo abaixo temos a transcrição das entrevistas, onde foi observado no aspecto geral respostas curtas e simples, mesmo durante as perguntas existir o incitamento pelo entrevistador para explanação maior do que foi construído ao decorrer da intervenção. A nível de recapitulação das perguntas realizadas nas entrevistas, temos o quadro 39 e posteriormente as respostas do Estudante E1 no quadro 40.

Quadro 39 – Formulário com as perguntas realizadas na Entrevista

Nº	Pergunta
1	A construção da estufa em equipe colaborou para seu aprendizado?
2	Seus colegas contribuíram junto a você na estufa?
3	Ao apresentar aos colegas a sua estufa, como foi a experiência?
4	Sobre a montagem da estufa, saiu como planejado?
5	Trabalhar com kits pré-montados ajuda na construção?
6	A equipe teve dificuldades na programação do Arduino? Cite inquietações se existir.
7	As informações sobre as plantas selecionas foram fáceis de estudar? Comente sobre a busca pela equipe.
8	Você observa a ligação das diferenças dos biomas brasileiros ao analisar as especificidades do bioma escolhido?
9	Você acha que programar o Arduino demanda muito da ajuda de outras pessoas?
10	Na sua visão, os sensores ligados ao Arduino e construídos na estufa, facilitam no manejo das plantas?
11	O guia que foi entregue a equipe, ajudou a compreender como funciona o Arduino?
12	O estudo dos biomas você observou ao decorrer do projeto
13	O projeto como um todo, o que você achou?

Fonte: Os autores (2022).

Quadro 40 – Transcrição das respostas de E1

Respostas do E1	
Pergunta 1	<i>Sim.</i>
Pergunta 2	<i>Sim, contribuíram muito.</i>
Pergunta 3	<i>Sim.</i>
Pergunta 4	<i>Sim, tudo de acordo com o planejado.</i>
Pergunta 5	<i>Sim.</i>
Pergunta 6	<i>Não, as dificuldades foram normais.</i>
Pergunta 7	<i>Sim.</i>
Pergunta 8	<i>Sim.</i>
Pergunta 9	<i>Sim, foi a parte que mais tivemos dificuldades.</i>
Pergunta 10	<i>Sim.</i>
Pergunta 11	<i>Sim.</i>
Pergunta 12	<i>Sim.</i>
Pergunta 13	<i>Sim, foi algo particularmente muito legal, podemos aprender bastante.</i>

Fonte: Os autores (2023).

Quadro 41 – Transcrição das respostas de E2

Respostas do E2	
Pergunta 1	<i>Sim.</i>
Pergunta 2	<i>Sim, a gente trabalhou juntos.</i>
Pergunta 3	<i>Sim, foi bem legal.</i>
Pergunta 4	<i>Sim, deu tudo certo no final.</i>
Pergunta 5	<i>Sim, foi bem mais prático.</i>
Pergunta 6	<i>Não.</i>
Pergunta 7	<i>Sim, a gente viu o quanto precisava de água, etc.</i>
Pergunta 8	<i>Não, não observei.</i>
Pergunta 9	<i>Sim.</i>



Pergunta 10	<i>Sim.</i>
Pergunta 11	<i>Sim.</i>
Pergunta 12	<i>Sim.</i>
Pergunta 13	<i>Gostei bastante.</i>

Fonte: Os autores (2023).

Quadro 42 – Transcrição das respostas de E3

<b>Respostas do E3</b>	
Pergunta 1	<i>Colaborou, ajudou no entendimento do que é Arduino e programação. E ajudou muito a aprender Biologia</i>
Pergunta 2	<i>Sim, todos ficaram responsáveis por uma parte.</i>
Pergunta 3	<i>Sim, deu tudo certo.</i>
Pergunta 4	<i>Sim.</i>
Pergunta 5	<i>Facilitou muito, e foi mais rápido também.</i>
Pergunta 6	<i>Não, não tivemos problemas.</i>
Pergunta 7	<i>Sim, fomos nos ajudando.</i>
Pergunta 8	<i>Com certeza, pois cada tipo de planta, precisa de algo diferente. Foi bastante importante e ficou bem claro.</i>
Pergunta 9	<i>Depende do conhecimento que cada um tem, em grupo fica mais fácil</i>
Pergunta 10	<i>Facilitaria bastante.</i>
Pergunta 11	<i>Sim, ajudou muito pois tinha o passo a passo. O guia ajudou muito, foi essencial.</i>
Pergunta 12	<i>Sim, nós vimos como cada planta era diferente e associamos aos biomas.</i>
Pergunta 13	<i>Eu gostei bastante, eu estou me sentindo muito grata e privilegiada. Pois aprendi bastante, e aprendi programação, estou feliz por ter participado.</i>

Fonte: Os autores (2023).

Quadro 43 – Transcrição das respostas de E4

<b>Respostas do E4</b>	
Pergunta 1	<i>Sim.</i>
Pergunta 2	<i>Sim, colaboraram muito.</i>
Pergunta 3	<i>Sim, conseguimos trabalhar com tranquilidade.</i>
Pergunta 4	<i>Sim, deu tudo certo.</i>
Pergunta 5	<i>Sim, facilitou.</i>
Pergunta 6	<i>Não, a dificuldade foi por nunca termos tido contato com essa tecnologia.</i>
Pergunta 7	<i>Sim.</i>
Pergunta 8	<i>Sim.</i>
Pergunta 9	<i>Não, precisa entender como funciona e a pessoa consegue fazer sozinha.</i>
Pergunta 10	<i>Sim, facilita.</i>
Pergunta 11	<i>Sim, contribuiu, mas as aulas práticas foram mais claras.</i>
Pergunta 12	<i>Sim.</i>
Pergunta 13	<i>Achei um projeto muito legal, aprendemos a usar o Arduino, e tivemos mais conhecimento na área de biomas.</i>

Fonte: Os autores (2023).

Quadro 44 – Transcrição das respostas de E5

<b>Respostas do E5</b>	
Pergunta 1	<i>Sim, foi bem construtivo.</i>
Pergunta 2	<i>Sim, todos contribuíram e cada um fez uma parte, todos trabalharam muito.</i>
Pergunta 3	<i>Foi bem tranquila, pois todos se empenharam.</i>
Pergunta 4	<i>Sim, deu tudo certo.</i>
Pergunta 5	<i>Sim, facilitou, pois não precisava tirar uma ideia da cabeça.</i>
Pergunta 6	<i>Sim, no começo, depois ficou mais fácil.</i>
Pergunta 7	<i>Sim.</i>

Pergunta 8	<i>Sim, o nosso deu para perceber bastante sobre o cerrado, foi bastante interessante.</i>
Pergunta 9	<i>Depende do nível de conhecimento da pessoa.</i>
Pergunta 10	<i>Sim, facilita, devido aos sensores de umidade e temperatura, e por isso dá pra ter um controle certo.</i>
Pergunta 11	<i>Sim, pois tinham informações bastante.</i>
Pergunta 12	<i>Sim, foi interessante.</i>
Pergunta 13	<i>Foi um projeto bastante diferenciado, unindo biomas e tecnologias, que são duas coisas opostas hoje em dia.</i>

Fonte: Os autores (2023).

Como observada, as respostas dos estudantes são de caráter positivo em relação ao que foi confeccionado e que afirmam ter construído conhecimentos a partir do projeto.





### 6.2.2 ANÁLISE DA RUBRICA AVALIATIVA: O QUE APRENDI COM O PROJETO

Com o intuito de realizar uma reflexão do que foi desenvolvido ao longo da intervenção, foi confeccionado uma rubrica avaliativa que é um modelo de auto avaliação onde o estudante observa em qual estágio está sua aprendizagem diante ao que foi construindo ao longo da intervenção.

A rubrica avaliativa foi construída com base em 4 quadrantes, em que o primeiro quadrante (I) vai para o mais basal das aprendizagens e o quarto quadrante (IV) para o que mais aprendeu no que foi desenvolvido ao longo do CEK.

Além da escolha do quadrante, o estudante tinha um espaço para comentar o porquê da escolha e elencar pontos positivos ou negativos da construção das estufas automatizadas e dos conhecimentos advindos dele. O quadro 44 descreve o quadrante escolhido para o comentário escrito pelos estudantes.

Quadro 45 – Respostas da Rubrica Avaliativa

	 <b>I</b> Não atendeu às expectativas de aprendizagem.	 <b>II</b> Atendeu parcialmente às expectativas de aprendizagem.	 <b>III</b> Atendeu a maioria das expectativas de aprendizagem.	 <b>IV</b> Atendeu todas as expectativas de aprendizagem.
<b>E1</b>			<p><i>O projeto foi muito bom, não vou dizer que não teve dificuldades pois teve partes da programação que fiquei em dúvida. Mas, tudo saiu como havíamos planejado.</i></p>	
<b>E2</b>			<p><i>O projeto me fez conhecer as tecnologias usadas no processo e o Arduino. A construção ajudou por completo a entender os fatores bióticos e abióticos como também os biomas.</i></p>	
<b>E3</b>				<p><i>O projeto foi muito edificante, contribuiu muito para meu entendimento do Arduino e programação, bem como ajudou a compreender os biomas terrestres e os fatores bióticos e abióticos. Eu sinto muito grata e privilegiada por ter participado.</i></p>
<b>E4</b>			<p><i>O projeto contribuiu em partes na minha aprendizagem. Entendi a diferença entre os biomas brasileiros e a construção da estufa a entender fatores bióticos e abióticos. Entendi em partes o uso do arduino, porém aprendi muito sobre o Arduino tendo em vista nunca</i></p>	

			<i>tive contato com essa tecnologia.</i>	
<b>E5</b>			<i>O projeto foi de boa base a excelente, aprendendo todas as coisas sobre os biomas e a tecnologia atingiu as minhas expectativas.</i>	

Fonte: Os autores (2023).

A construção de Rubricas avaliativas levou os estudantes a realizarem uma reflexão sistêmica do que foi visto ao longo de todo o processo. Perguntas como: O que foi visto mudou algo em mim? Eu gostei realmente de participar do projeto de construção de uma estufa? Os biomas fazem sentido agora? Essas indagações podem emergir ao responder uma auto avaliação além da medição do que foi visto e sistematizado como expectativas.

Analisando as respostas dos estudantes podemos concluir que o saldo proveniente da escolha dos quadrantes foi satisfatório, com 3 estudantes escolhendo o Quadrante III e 2 estudantes escolhendo o Quadrante IV. A Construção da estufa gerou diversos conhecimentos que foram adquiridos durante a intervenção via CEK.

O E1 refere no seu comentário “foi muito bom” e cita que existem dificuldades ao longo do processo, em especial na programação do Arduino, contudo, nada além do esperado e finaliza dizendo que saiu como o planejado.

Já o E2 em seu comentário expõe que o projeto como um todo o fez entender como funciona o Arduino e seus componentes e na etapa da construção da estufa, fez ele assimilar de maneira mais clara a interação entre os fatores bióticos e abióticos. Silva Junior (2004) descreve que a compreensão de como os seres vivos interagem com os recursos a ele disponíveis, desenvolve um senso de criticidade e de complexidade, o pensamento sistêmico complexo para a emergir no sujeito.

O E3 relata no comentário o seu grau de satisfação no projeto “ao ser muito edificante”, acentuando as contribuições sobre a programação e uso do Arduino, além dos conceitos biológicos de biomas terrestres. Entender onde vive e como a natureza entra em homeostase, faz o indivíduo se conectar com o meio, ele compreende que não é um expectador da natureza e sim um participante do processo (BENGON, TOWNSEND, HARPER, 2007). Como também no seu comentário é elencado os conceitos de fatores bióticos e abióticos que também foram frisados pela E2.

O comentário do E4 discorre que o projeto ocasionou “em partes na aprendizagem”, visto que a construção viabilizou aprender sobre conceitos biológicos como as diferenças dos biomas brasileiros e na construção da estufa os fatores bióticos e abióticos. Contudo, o que analisamos no fim do comentário foi que o projeto não foi totalmente alcançado na perspectiva de aprendizagem perante a densidade de informações que foi exibida sobre a programação e organização do Arduino. Informações postas sem o devido cuidado podem em vez de construir conhecimento, desconstruir os mesmos e criar bloqueios cognitivos (BARROS, BASTOS, 2007).

Para finalizar, o E5 escreve que o projeto teve uma “boa base” e que ele proporcionou excelentes momentos de novos conhecimentos acerca dos biomas e a tecnologia e conclui seu comentário que o foi proposto e onde haviam chegado foi atendido, ou seja, atingiu as expectativas existentes.

A etapa da revisão construtiva com a perspectiva de observar onde meus construtos eram para com o que eles chegaram, isto é, minhas visões de mundo acerca dos biomas que existiam para onde alcançaram com a experiência da estufa automatizada. Tudo isso pode ser refletido via uma rubrica avaliativa.

### **6.2.3 ANÁLISE INTERVENTIVA COM BASE NA TEORIA DOS CONSTRUTOS PESSOAIS**

A metodologia do trabalho baseou-se no corolário da experiência, realizando o Ciclo da Experiência de Kelly, mas pelo desenvolvimento das atividades, houve a inserção de outros corolários nos processos cognitivos dos estudantes. Dessa forma, inserimos nas análises os corolários da individualidade, comunalidade, sociabilidade. Sendo assim, analisamos a trajetória de forma sistêmica a partir dos documentos anteriormente discutidos de forma a incorporar novas observações acerca da Teoria dos Construtos Pessoais, no que concerne a construção e ressignificação conceitual, considerando que o conhecimento ensinado é também um sistema de construção (KELLY, 1963; LIMA, 2018). Nessa análise, além de revisitarmos as Fichas de Registro e as Rubricas Avaliativas, incluiremos as entrevistas realizadas. Isto posto, estruturamos essa análise a partir de 4 categorias, conforme descrito abaixo:

**CATEGORIA 01:** Categoria baseada no corolário da experiência, ao considerar que o sistema de construção de uma pessoa varia conforme o que ela constrói, sucessivamente, réplicas de eventos. À medida que as antecipações ou hipóteses de uma pessoa são sucessivamente revisadas à luz do desenvolvimento de uma sequência de eventos, seu sistema de construção se modifica, evolui. A pessoa reconstrói. Isso é dito como a experiência (KELLY, 1963; ANDRADE, 2010; OLIVEIRA *et al*, 2021).

A categoria 01 é a base para a formação do CEK, por este motivo é contemplado o corolário em todas as etapas, deste a etapa da antecipação visando instigar os construtos pré-existentes e expô-los, até a Revisão Construtiva que tente a observar os novos construtos (ANDRADE, 2010). Na antecipação foi mostrado informações que fizeram os estudantes questionarem o que sabiam. Desde a exibição dos vídeos da “natureza fala” ao texto do “Raio X dos Biomas” os estudantes indagavam experiências exitosas do seu passado em confronto ao que foi exibido. A FR01 registrou alguns conceitos confrontados que tenderam a ser nivelados ao final da antecipação.

No investimento foi realizado uma exposição dialogada dos biomas terrestres com questionamentos sobre a mata de cocais, em seguida foi debatido sobre o que usamos como critérios para definir um bioma. Nesse questionamento todos os estudantes responderam oralmente ser um bioma, mediante suas experiências anteriores que demonstraram essa justificativa. Mas durante a resposta da FR02 na questão 03, os estudantes não mais falaram ser um bioma, e sim justificaram com argumentos debatidos na exposição, o E1, E2 e E3 descrevem não ser um bioma por ser uma Mata de Transição e o E4 e E5 citam não ser um bioma por ser uma Mata Artificial. Concluindo que suas visões de mundo não correspondem mais a mesma questionada no início do Investimento diante ao novo evento que passaram.

No Encontro, diversos eventos no decorrer da construção da estufa fizeram eles depararem com experiências novas. Na FR03 na questão 3 foi questionado o uso da Linguagem C++ se teriam dificuldades, alguns estudantes nunca viram ou mexeram com programação, entretanto nas respostas colocaram um “talvez”, demonstrando nas experiências com programação que estavam resolvendo suas deficiências em linguagem C++.

Na etapa da validação as apresentações das equipes permitiram momentos que mostraram as dificuldades na montagem e/ou programação. As experiências grupais verbalizadas e assimiladas é a concretização da categoria 01.

Na Revisão Construtiva cada estudante na rubrica remetera suas experiências do projeto como um todo e reforçam os construtos iniciais foram moldados diante os eventos para outras visões de mundo em cada estudante ao participar da intervenção.

**CATEGORIA 02:** Categoria baseada no corolário da individualidade, o qual considera que cada pessoa difere uma da outra nas suas construções de eventos. Considera as diferentes abordagens à antecipação dos mesmos eventos. Além da possibilidade de compartilhar experiências, visto que cada pessoa pode construir as semelhanças e diferenças nos quais está envolvido, juntamente com as de outra pessoa envolvida, havendo compartilhamento de significados (KELLY, 1963; ANDRADE, 2010; OLIVEIRA *et al*, 2021).

A categoria 02 apresentou-se em evidência nas etapas iniciais do CEK, ou seja, na Antecipação, Investimento e Encontro declarados na FR01, FR02 e FR03 por exibir questionamentos mais relacionados ao que cada estudante observava nos eventos. As questões subjetivas permitiram analisar claramente o que cada estudante apresenta como visão de mundo, que se diferenciava no mesmo evento questionado.

Como exemplo, na questão 02 da FR01 pede para que os estudantes analisem uma imagem sobre a biodiversidade brasileira, onde cada estudante escreveu usando as experiências da antecipação ou outras experiências anteriores, e individualmente relataram interpretações diferentes a mesma pergunta, cada um utilizando argumentos diferentes ao evento existente. O E1 relacionou ao conceito de biomas, o E2 se volta a descrever a imagem ligando ao bioma amazônico, o E3 interpreta a imagem ao contorno da bandeira nacional, já o E4 contextualiza de acordo com fatores bióticos e, por fim, o E5 liga a imagem a diversidade brasileira. As respostas dos estudantes são coesas a imagem, em que cada estudante expressou sua interpretação de mundo, pois cada pessoa tem experiências diferentes e individuais.

As etapas iniciais do CEK tendem a querer confrontar e mostrar novos conceitos e informações aos estudantes. A intervenção mostrou o conceito, suas implicações, classificações e que podemos usar para estudo dos biomas. É uma fase de questionar os saberes e acomodar novos conhecimentos. A categoria 02 se evidência por todos os estudantes carregarem bagagens diferentes.



**CATEGORIA 03:** Categoria baseada no corolário da comunalidade, a qual se refere a implicações do postulado fundamental para as relações interpessoais. Na similaridade na construção de eventos que encontramos base para ações similares, não na construção do evento em si. Duas pessoas podem agir de maneira semelhante mesmo se forem submetidas a estímulo bastante diferentes (KELLY, 1963; ANDRADE, 2010; OLIVEIRA *et al*, 2021).

A categoria 03 apresentou evidência nas etapas do Encontro, Validação e Revisão Construtiva. Onde os registros nas fichas descreveram que mesmo que cada equipe tenha ficado com biomas diferentes, retratam as mesmas dificuldades.

Na Antecipação e Investimento a forma de trabalho deu-se com o grande grupo, só no começo da etapa do Encontro que as equipes poderão se organizar e iniciar um processo mais restrito, trabalhando de forma mais grupal para construir a estufa automatizada. Nas fichas, em especial nas perguntas sobre as barreiras encontradas pela equipe, existia uma convergência de questionamentos, sempre relacionado à programação e detalhes da construção da estufa.

Coube então, a identificação de similaridades durante a construção de eventos na questão 02 da FR04, que pedia aos estudantes para falar de suas dificuldades na programação do Arduino. Foram descritos em quase todas as respostas as mesmas colocações com palavras diferentes, como a descrição de E1 que “tiveram um aprendizado muito rápido” mesmo diante dos problemas. A resposta de E2 que faz parte de outra equipe que cita “ter trabalhado bem”, apesar do tempo curto. Na mesma questão o E3 cita a “complexidade da programação” e que mesmo assim com as orientações conseguiram fazer, o E4 de outra equipe descreve sucintamente aspectos relacionados ao que E3 discorreu, falando que “inicialmente foi difícil”, mas com o passado do tempo, conseguiram avançar. Portanto o E1 e E2 falam da rapidez em resolver os problemas mesmo em equipes diferentes e o E3 e E4 das barreiras iniciais da programação foram vencidas.

**CATEGORIA 04:** Categoria baseada no corolário da Sociabilidade, a qual afirma que na medida em que uma pessoa constrói os processos de construção de outra, ela pode ter um papel em um processo social envolvendo a outra pessoa. Na teoria em questão, papel é um processo psicológico, baseado na construção que aquele que faz o papel chega em relação a aspectos do sistema de construção daqueles com os quais tenta juntar-se em uma atividade social, ou seja, é um padrão de comportamento

que decorre do entendimento de uma pessoa sobre como pensam os outros que estão associados a ela em uma tarefa (KELLY, 1963; ANDRADE, 2010; OLIVEIRA *et al*, 2021).

A categoria 04 expõe de maneira abstrata na Antecipação e Investimento, sendo notadas nas questões de associação de informações, como a questão 01 da FR01 e a questão 01 da FR02, associando os biomas a suas devidas localidades, sejam no Brasil ou Mundial. A sociabilidade emergiu na hora das respostas, com uma comunicação entre eles e um resultado similar, criando um padrão de resultado ao evento.

Diante disso, torna-se evidente na etapa do Encontro e da Validação, devido a concentração para o trabalho em equipe, cada grupo ficou de construir a Estufa e programá-la, além de apresentar suas impressões e conclusões do bioma correspondente. A sociabilidade apresentada fortemente na exposição das estufas, durante a Validação, por meio da socialização de cada equipe com os outros grupos suas dificuldades, anseios, questionamento e pesquisas. A observação do que os outros construíram fez com que no final todas as dúvidas fossem resolvidas.

Os estudantes chegaram ao projeto com construtos diferentes, alguns com experiências em programação e uso do Arduino e outros nem sabiam o que significava o nome. À medida que eles foram entrosando, muitos conhecimentos daqueles que sabiam foram passados aos que não tinha experiências e isso fica registrado em perguntas de caráter coletivo da FR03 e FR04.

Visando uma percepção sistêmica acerca dos resultados discutidos anteriormente, construímos um quadro síntese (Quadro 45), o qual foi elaborado baseado a partir de uma escala de cores, nas quais a intensidade que cada cor reflete nossa percepção acerca de cada etapa do CEK, no que concerne uma articulação com as premissas dos corolários descritos em cada categoria (C1, C2, C3 e C4). Assim sendo, cada coluna apresenta as categorias que foram coloridas de modo a facilitar a compreensão dos resultados e as linhas apontam os documentos analisados em cada etapa interventiva do Ciclo de Kelly, onde a intensidade de cor que reflete o grau de inserção no Corolário. Na ausência de articulação entre a etapa do CEK a as categorias de análise, a coluna foi mantida em branco.

Quadro 46 – Panorama de observação das categorias nas etapas do CEK

Etapas CEK	Doc	C1				C2				C3				C4			
Antecipação	FR01																
Investimento	FR02																
Encontro	FR03																
Validação	FR04																
Revisão Construtiva	Rub. A.																
	ESE																

Fonte: Os autores (2023).

Frisamos que ao longo dos resultados descritos, se versou a utilização de diversos instrumentos e métodos de análise visando uma discussão ampla dos múltiplos aspectos envolvidos na aplicação do kit educacional e na sua eficácia na biologia. Deste o desenvolvimento do kit educacional, o envolvimento da tecnologia, características dos biomas e forma diferentes de observação do CEK.

Realizadas as devidas investigações, apontaremos nas considerações finais a importância da pesquisa, refletindo sobre as informações identificadas e possíveis desdobres e as inferências educacionais.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a conclusão da pesquisa observamos que assim como em qualquer intervenção pedagógica, existiu pontos positivos e negativos, conforme abordados acima. Observamos contribuições no processo de ensino e aprendizagem diante o uso multifacetado de recursos para a construção de saberes, no qual os objetivos da pesquisa foram alcançados. Cabe salientar que os resultados descritos nesse estudo não correspondem especificamente a essa amostra de estudo, não havendo a intenção de fazer uma universalização dos resultados, isto é, se realizado o mesmo estudo com outro universo amostral os resultados construídos poderão ser diferentes, já que os construtos são individuais e gerados pelos eventos que cada sujeito vivenciou.

A proposta interventiva da pesquisa pode ser encaixada ao novo ensino médio mediado pela BNCC, para uso como eletiva na área das ciências da natureza em

conjunto com as novas tecnologias. Ela apresenta materiais, atividades pedagógicas e tempo hábil para aplicação em seis meses, além de apresentar um produto para ser exposto em uma culminância pedagógica. Todo o material já está bem especificado e preparado para a repetição posterior em outras turmas por ser um kit Educacional. As eletivas são aprofundamentos que o estudante do ensino médio vivencia para os temas gerados de seu interesse particular e profissional segundo a BNCC.

Nesse estudo, compreendemos que vivemos em um mundo altamente conectado e o uso dessas tecnologias em escolas contribuem positivamente no ensino, pois facilitam a apropriação de conceitos ecológicos necessários para conscientização da preservação e conservação ambiental. Ademais, a pesquisa demonstrou uma modificação dos conceitos envolvidos no estudo dos biomas, onde a adaptação de termos específicos e a capacidade de fazer conexões com outras áreas foi expressamente notado. Outro ponto observado foi a conscientização do uso da tecnologia a favor da humanidade com o respeito ao manejo sustentável dos recursos naturais.

A tecnologia Arduino, em conjunto com a linguagem de programação nas estufas, teve seu avanço contemplado, em que o corolário da sociabilidade foi a característica mais marcante do processo. Aprender programação e utilizar o Arduino requer habilidade específica, mas a desenvoltura dos estudantes foi percebida apesar do curto intervalo de tempo que decorreu o processo interventivo.

Foi possível observar que a robótica utilizada neste trabalho, por haver elementos científicos e tecnológicos, deixaram reflexões nos estudantes do que podemos fazer com ele. A curiosidade de diferentes tarefas com essa ferramenta, as possibilidades de aplicações em larga escala, como também fonte de renda ou como profissionais da área foram pontos analisados nas fichas de registro e entrevistas.

Outro ponto discutido é o limite que as tecnologias educacionais, como os kits educacionais, são capazes de contribuir na aprendizagem dos estudantes na forma de recurso incentivador de aprendizado, de modo que a tecnologia não compromete a relação entre o professor para com o estudante, a proporciona ao professor um papel de mediação, e aos estudantes, proporciona a autonomia, a criatividade e o interesse em aprender.

Uma contribuição a ser destacada é que pesquisa abre possibilidades para a criação de diversas temáticas que poderão contribuir ainda mais para a expansão da Teoria dos Construtos Pessoais atrelado ao Construcionismo e o Construtivismo em

uma abordagem via o Ciclo de Experiência de Kelly, uma vez que o viés metodológico perpassa os conceitos ecológicos trabalhados e vai além de outras áreas do conhecimento. Assim, os resultados apontaram para evidências que o Ciclo da Experiência de Kelly como uma metodologia que agrega outros corolários da Teoria dos Construtos Pessoais, como da individualidade, comunalidade e sociabilidade, trazendo novas visões de mundo perpassando por vários eventos na construção e reconstrução de conceitos.

Portanto, a presente pesquisa indica que o uso de Kits Educacionais com a Tecnologia Arduino fornece de maneira expressiva um processo de ensino aprendizagem construtivo, que estabelece satisfatoriamente uma construção do conceito de Biomas em estudantes do Ensino Médio.

Para pesquisas futuras, seria imprescindível investigar construtos que ultrapassam a rede básica de ensino e aplicá-los com estudantes do ensino superior, para compreender como o tema transcorre com sujeitos mais maduros, considerando os pontos cognitivos e outras experiências. Outra sugestão de pesquisa é verificar o emprego dessa sequência didática com outro universo amostral, para que o ambiente escolar possibilite o desenvolvimento de competências e habilidades no ramo científico e tecnológico, além de fortalecer a relação entre a Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS.

## REFERÊNCIAS

ACKERMANN, E. K. **Ferramentas para um aprendizado construtivo**: repensando a interação. Massachusetts: MIT, 1993.

ADVENTURECLUB. **Descubra fatos curiosos sobre a flora do Pantanal**. 2020. Disponível em: < <https://www.adventureclub.com.br/blog/descubra-fatos-curiosos-sobre-a-flora-do-pantanal/> >. Acesso em: 27 maio 2023.

ANDRADE, M. J. P. **O Ciclo da Experiência de Kelly e a Teoria da Aprendizagem Significativa**: uma reconciliação integradora para o ensino de astronomia com o uso das ferramentas computacionais. 162f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010

ANDRADE, J. F.; GOMES, M. A. V.; LIMA, S. F. **Uso da plataforma Arduino para automatizar coleta de dados físicos num arranjo hidropônico**. Física em Revista - Cadernos de Ensino do Colégio Pedro II. v. 1, n. 1, p. 1-9, Rio de Janeiro, 2017.

ALVES, T. A.S. **Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) nas escolas**: da idealização à realidade. 134f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Educação), Universidade Lusófona de Humanidades Tecnológicas, Lisboa, 2009.

ARAUJO, A. **Cultura Maker e Robótica Educacional no Ensino de Física**: desenvolvendo de um semáforo automatizado no Ensino Médio. 86f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020.

BAIÃO, E. R. **Desenvolvimento de uma metodologia para o uso do Scratch For Arduino no Ensino Médio**. 101f. Dissertação (Mestrado em Educação), Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

BALDASSIN, P. **Flora da Mata Atlântica**. 2018. Disponível em: < <https://www.iguiecologia.com/dia-da-mata-atlantica/flora-da-mata-atlantica/> >. Acesso em: 27 maio 2023.

BANDOUK, A. C., *et al.* **Biologia, 3º ano: ensino médio**. São Paulo: Edições SM, 2016.

BARROS, J. D.; MONTEIRO, T. R. R.; CESTARO, L. A. **A Região Natural Planalto da Borborema no Semiárido do Rio Grande Do Norte**. CONEDIS. 2018.

BARROS, M. A.; BASTOS, H. F. B. N. Investigando o uso do Ciclo da Experiência Kellyana na compreensão do conceito de Difração de “Elétrons”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1: p. 26-49, 2007.

BASTOS, H. F. B. N. **Changing teachers’ practice**: towards a constructivist methodology of physics teaching. 1992. 438 p. Thesis (Doctoral – Philosophy) – Department of Educational Studies, University of Surrey, Guildford, 1992.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. 2007. **Ecologia**: de indivíduos a Ecossistemas. Porto Alegre: Artmed, 4ª edição, 740p

BRITO, F. M. **Uma proposta de ensino acerca das Energias Renováveis**: ações a partir do Kit de Robótica. 78f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.

BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017.

BRASIL, Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**. Brasília: MEC, 2012.

BANDOUK, A. C. *et al.* **Ser protagonista**: biologia 3º ano, ensino médio. 3 ed. São Paulo: Edições SM, 2016.

CASTRO, C. N. **Transposição do Rio São Francisco**: Análise de Oportunidade Do Projeto. IPEIA: Rio de Janeiro. 2011.

BEZERRA, B. G. **Investigando o desenvolvimento da concepção de interdependência entre os elementos da biosfera, com alunos do ensino fundamental I**. 99f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências), Universidade Rural de Pernambuco, Recife, 2005.

CALLEGARI, J. H. **A Robótica Educativa com Crianças/Jovens**: processo sociocognitivo. 152f. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2015.

CAMPOS, F. R. **Paulo Freire e Seymour Papert**: educação, tecnologias e análise do discurso. Curitiba: Editora CRV, 2013

CAMPOS, F. R. Robótica educacional no Brasil: questões em aberto, desafios e perspectivas futuras. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 12, n. 4, p. 2108-2121, 2017.

CAMPOS, F.R. **A robótica para uso educacional**. São Paulo: Editora Senac, 2019.

CHITOLINA, R. F. **O Lego® como ferramenta educacional no aprendizado de Ciências Naturais nas séries finais do Ensino Fundamental**. 81f. Dissertação (Mestrado Ensino Científico e Tecnológico), Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai, Santo Ângelo, 2014.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais**. Rio de Janeiro: Vozes, 2006.

COUTINHO, L. M. O Conceito de Bioma. **Revista Acta bot. bras.** v.2, p. 13-23. 2006.

CONEXÃO123. **Bioma pampa**: lugares para conhecer. 2021. Disponível em: < <https://blog.123milhas.com/bioma-pampa-lugares-para-conhecer/> >. Acesso em: 27 maio 2023.

CORRÊA, R. **Cerrado: a riqueza do Tocantins**. 2021. Disponível em: < <https://www.to.gov.br/noticias/cerrado-a-riqueza-do-tocantins/eiqhanjsl6i> >. Acesso em: 27 maio 2023.

DARWIN, C. **A origem das espécies**. 1 ed. São Paulo: Martin Claret. 2014

DELFINO, B. M. **Campeonatos de Robótica na Escola: constituição de um ambiente de aprendizagem**. 145f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

DIANA, J. **Flora da Caatinga**. 2020 Disponível em: < <https://www.todamateria.com.br/flora-da-caatinga/> >. Acesso em: 27 maio 2023.

DIAZ, L. **Vídeos retratam a diversidade dos 6 Biomas Brasileiros**. 2021. Disponível em: < <https://guiadoestudante.abril.com.br/estudo/videos-retratam-a-diversidade-dos-6-biomas-brasileiros> >. Acesso em: 18 fev. 2022.

DINIZ, R. H. N. **A Utilização da Robótica Educacional LEGO® e suas contribuições para o ensino de Física**. 152f. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica), Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

FORNAZA, R. **Robótica Educacional aplicada ao Ensino de Física**. 163f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2016.

FERRACIOLI, L. Aprendizagem, desenvolvimento e conhecimento na obra de Jean Piaget: uma análise do processo de ensino-aprendizagem em Ciências. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 80, n. 194, p. 5-18, 1999.

FUTUYMA, D.J. **Biologia evolutiva**. 2 ed. Editora Funpec, 2002. 632p.

IBGE. **Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250 000** / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, IBGE, v. 45. 168 p. 2019.

KELLY, G. A. **A Theory of Personality – The psychology of personal constructs**. New York: Norton, 1963.189p.

LIMA, K. S. **Compreendendo as concepções de avaliação de professores de física através da teoria dos Constructos Pessoais**. 164f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

LIMA, J. R. T. **Robótica Educacional no ensino de física: contribuições da engenharia didática para a estruturação de sequência de ensino e aprendizagem**. 188f. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018.

LOUREIRO, V. R. **Amazônia: uma história de perdas e danos, um futuro a (re)construir**. Estudos Avançados, v. 16, n. 45, p. 107–121, maio 2002.

LOPES, S. **Bio: volume único**/ Sônia Lopes. 1 ed. São Paulo: Saraiva. 2004.



LUCIANO, A. P. G. **Utilização da Robótica Educacional com a Plataforma Arduino: Uma contribuição para o Ensino de Física**. 151f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática), Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014.

LUCIANO, A. P. G. **A Robótica Educacional e a Plataforma Arduino: Estratégias Construcionistas para a prática docente**. 151f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática), Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2017.

MACHADO, A. A.; ZAGO, M. R. R. S. Articulações entre práticas de educação ambiental, robótica e cultura maker no contexto das aulas de laboratório de ciências. **Tecnologias, sociedade e conhecimento**, v. 7, n. 2, 2020.

MCROBERTS, M. **Arduino Básico**. São Paulo: Novatec, 2011.

MAGNUS, V. S. **A Implementação de um Projeto de Robótica com o Apoio dos Conceitos de Ciências e Matemática**. 122f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2015.

MINAYO, C. S. *et al.* **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 28 ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2009.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: da visão clássica à visão crítica**. In: OJEDA ORTIZ, J. A.; MOREIRA, M. A.; RODRÍGUEZ PALMERO, M. L. (Orgs.). *Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación, monografía VIII*. Madri: La Salle/SM, 2006.

NASCIMENTO, J. P. T. **Ecoalfabetização: estudos e práticas em educação ambiental voltadas ao espaço escolar**. Pilar: Edição do autor, 2019.

National Forest Information System. **Florestas nos biomas brasileiros**. Brasília: NFIS, 2020. Disponível em: <https://snif.florestal.gov.br/en/biomes-and-their-forests/608-florestas-nos-biomas-brasileiros>. Acesso em: 21/02/2021.

NEVES, R. F. **A interação do Ciclo da Experiência de Kelly com o Círculo Hermenêutico-dialético, para a construção de Conceitos de Biologia**. 110f. Dissertação (Mestrado de Ensino das Ciências), Universidade Rural de Pernambuco, Recife, 2006.

NEVES, R. F.; CARNEIRO-LEAO, A. M. A.; FERREIRA, H. S. A interação do ciclo da experiência de Kelly com o círculo hermenêutico-dialético para a construção de conceitos de Biologia. **Ciênc. educ.** (Bauru), Bauru, v. 18, n. 2, p. 335-352, 2012.

NEVILLE V. B. dos Reis. **Embrapa: Construção de estufas para produção de hortaliças nas Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste**. Brasília, 2005.

ODUM, E.P; BARRET, G.W. **Fundamentos de Ecologia**. 5. ed., Editora Thomson: Pioneira, 2007. 616p.

OLIVEIRA, G. S. *et al.* **O Pensamento de George Kelly e as Implicações no**

Ensino-Aprendizagem de Matemática. **Cadernos da Fucamp**, Monte Carmelo, v.20, n.44, p.115-130, 2021.

PAULA, B. B.; MARTINS, C. B.; OLIVEIRA, T. Análise da crescente influência da Cultura Maker na Educação: Revisão Sistemática da Literatura no Brasil. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, v.7, p. 1-23, 2021.

PAPERT, S. A computer laboratory for elementary schools. **Logo Memo**, n.1. Massachusetts: MIT, 1971.

PAPERT, S. **Constructionism**. New Jersey: Norwood, 1991.

PEREIRA, A. P.; ARTHUR T. Cultura Maker e Ensino de Ciências: um mapeamento sistemático. Congresso Internacional de Educação e Tecnologias. p. 1-7. Anais[.] 2020.

PEREIRA JÚNIOR, C. A. **Robótica Educacional aplicada ao Ensino de Química: Colaboração e Aprendizagem**. 115f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

PIAGET, J. **Teorias cognitivas da aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

PIRES, J. R. L. **A Estufa Escolar como espaço para Ensino de Física**. 128f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física), Universidade Federal do Rio Grande, 2019.

RÉGNIER, J. C.; ANDRADE, V. L. V. X. **Análise estatística implicativa e análise de similaridade no quadro teórico e metodológico das pesquisas em ensino de ciências e matemática com a utilização do software CHIC**. Recife: EDUFRPE, n.1, 2020.

RICKLEFS, R.E. **A Economia da Natureza**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 5 ed, 2003.

SAMPAIO, S. M. V.; WORTMANN, M. L. C. Ecoalfabetização: ensinando a ler a natureza. **Revista Pesquisa em Educação Ambiental**, v.2, n.2, p. 133-152, 2007.

SANTOS, J. P. S. **Utilizando o ciclo da experiência de Kelly para analisar visões de ciências e tecnologia dos licenciados em física quando utilização da Robótica Educacional**. 172f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências e Matemática), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016.

SANTOS, T. F. M. **Robótica Educacional e qualidade motivacional dos estudantes em aulas de física**. 211f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

SILVA, W. A.; KALHIL, J. B.; NICOT, Y, E. Uma Análise Comparativa das abordagens metodológicas que podem sustentar a utilização das Tecnologias no processo de Ensino e Aprendizagem de Ciências. **Revista REAMEC**, Cuiabá, n.03, p. 5-24, 2015.

SILVA, F. R. O. **Aprendizagem de Conceitos Físicos de Ondulatória com o auxílio de uma Plataforma Robótica**. 85f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2017.

SILVA JÚNIOR, C. **Biologia Volume 3: genética, evolução e ecologia**. 7 ed. São Paulo: Saraiva. 2005.

SILVA JÚNIOR, L. A. **O discurso dos professores de Ciências relativo ao uso da Robótica Educacional na Cidade do Recife**. 203f. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências e Matemática), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.

SILVEIRA, S. **Desenvolvimento de um Kit Experimental com Arduino para o Ensino de Física Moderna no Ensino Médio**. 275f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física), Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2016.

SANTANA NETO, M. F. **Uma proposta de utilização do ciclo da experiência de Kelly apoiando o laboratório investigativo no ensino de química**. 30f. Monografia (Especialização em fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares), Universidade Estadual da Paraíba, Itabaiana, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed., Artmed, 2013.

TREKKING, P. **Saiba mais: conheça um pouco sobre as plantas da Amazônia**. 2018. Disponível em: < <https://pisa.tur.br/blog/2018/05/15/plantas-da-amazonia/> >. Acesso em: 27 maio 2023.

VALENTE, J. A. Integração do Pensamento Computacional no Currículo da Educação Básica: Diferentes Estratégias Usadas e questões de Formação de Professores e Avaliação do Aluno. **Revista e-Curriculum**, v. 14, n. 3, p. 864-897, São Paulo, 2016.

ZANATTA, R. P. P. **A Robótica Educacional como ferramenta metodológica no processo Ensino-Aprendizagem: uma experiência com a Segunda Lei de Newton na série final do Ensino Fundamental**. 110f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Programa), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

## APÊNDICE A – Carta de apresentação a escola



**Universidade Federal Rural de Pernambuco**  
**Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências**

### CARTA DE APRESENTAÇÃO

Por meio do presente Documento, solicitamos autorização para a realização de uma atividade pedagógica, no âmbito da disciplina de Biologia, nas turmas do terceiro ano do Ensino Médio sob minha responsabilidade. A referida atividade compreende a realização de uma atividade investigativa com 15 alunos afim de construir de forma colaborativa uma estufa automatizadas com equipamentos próprios da pesquisa.

Na oportunidade, solicitamos também a utilização de um dos laboratórios da presente na escola. Ao mesmo tempo, pedimos autorização para que o nome desta escola conste no relatório final, bem como em futuras publicações em eventos e periódicos científicos.

Na expectativa de contarmos com a colaboração e empenho desta Escola, agradecemos antecipadamente a atenção, ficando à disposição para quaisquer esclarecimentos adicionais que se fizerem necessários por meio de e-mail jeffersonmaa@outlook.com, bem como pelo telefone (81) 99494-2795.

Recife, 15 de Dezembro de 2021

Docente: Juliana Jônia de Santana

nº 429.144-1

Concordamos com a solicitação ..... ( ) Não concordamos com a solicitação

Carline Giselle Pires de Moura  
 Gestora  
 Mat. 277 706-1  
 ETE Prof. José Luiz de Mendonça  
 Port. SEE N° 3232 28/05/2021  
 Gravatá PE

Assinatura do Responsável pela Escola



## APÊNDICE B – Questionários QVA

### QVA - NA BUSCA PELO CONHECIMENTO ESQUECIDO

*Criado no Google Forms*

Olá Galera!

Esse é nosso primeiro contato antes de iniciar nossa aventura pela tecnologia e a biologia, venho aqui tentar "escavar" conhecimentos adormecidos na cabeça de vocês. Não economizem palavras e deixem fluir tudo que lembram nas perguntas a seguir:

1. O que é bioma para você?
2. Quais fatores você considera ser crucial para a distribuição dos biomas? (Pode marca mais de um).
  - Clima.
  - Temperatura.
  - Pluviosidade (Chuva).
  - Tipo de solo.
  - Relevo.
  - Luminosidade.
  - Salinidade.
  - Umidade.
3. Existem animais que só vivem em um determinado bioma, ao serem retirados se colocados em outro bioma não sobrevivem. Por que isso acontece?
4. Você acredita que no Brasil existe quantos biomas?
5. A classificação dos biomas é feita com base em qual característica?
  - Vegetação encontrada.
  - Animais encontrados.
  - Quantidade de água.
  - Disponibilidade de nutrientes.
6. O que é uma estufa?
7. Qual a função de uma estufa?
8. Você já teve contato com robótica? Se sim, comente como foi.
9. O que você acha ser um Arduino?
10. Qual a sua expectativa ao realizar o projeto

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Muito baixa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito alta

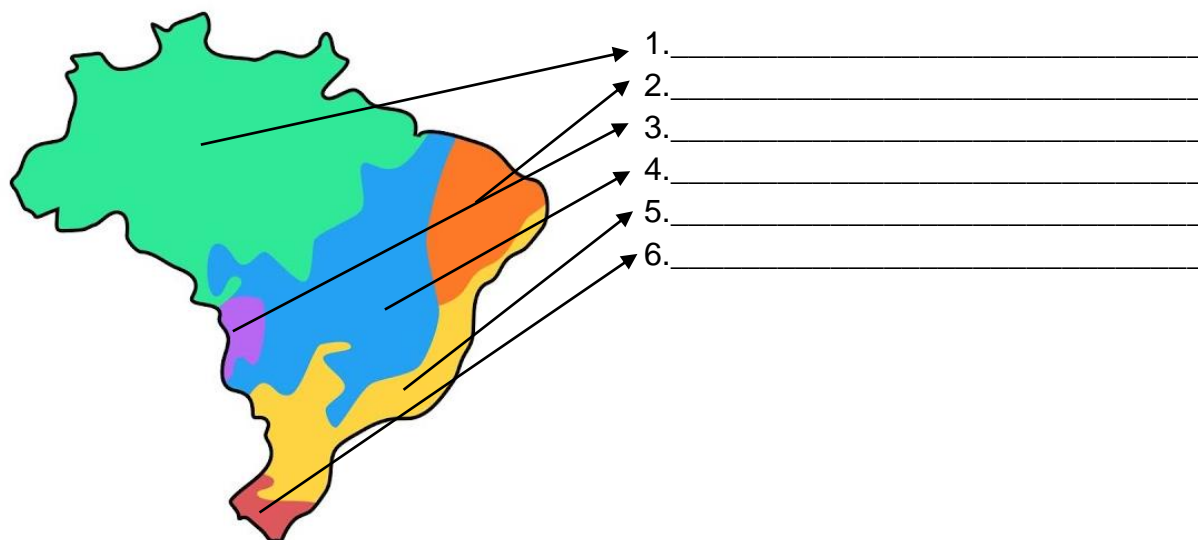
## APÊNDICE C – Fichas Investigativas

### FICHA 1 – INVESTIGANDO O BRASIL

O que temos para hoje...

Galera, estamos iniciando hoje nosso projeto e temos tanta coisa para construir, venho aqui descrever quais serão as atividades de hoje: Saber o que vocês já sabem dos biomas brasileiros e discutir como eles são importantes para a nossa vida!

1. O Brasil é um país com tamanho quase continental e diante essa característica é rico em vários aspectos de biodiversidade. Classifique de acordo com seus conhecimentos os principais biomas do Brasil no mapa abaixo:



2. Observe a imagem abaixo e descreva o que você pode entender dela ao se falar de biodiversidade.




---



---



---



---



---



---



---



---



3. Os seres vivos a todos os momentos estão em interação com outros seres vivos (bióticos) e com outros elementos não vivos (abióticos), relacione os exemplos a seguir com a classificação que você acha ser mais coerente:

Fatores bióticos ●

Fatores Abióticos ●

- Luz solar
- Autotróficos
- Herbívoros (produtores)
- Umidade
- Calor
- Heterotróficos
- Decompositores
- Consumidores
- Oxigênio
- Nitrogênio

4. Após lê o quadrinho a seguir, responda: Na sua opinião, qual a importância de estudarmos a diversidade e as interações de cada bioma?




---



---



---



---



---



---

Vamos lá, agora é hora de refletir!

Tenho certeza que trabalhamos tanta coisa nova hoje, novos termos e processos tão legais. Como forma de organizar as ideias do que estudamos hoje, diga para nós quais foram os cinco pontos que lhe chamaram mais a atenção?

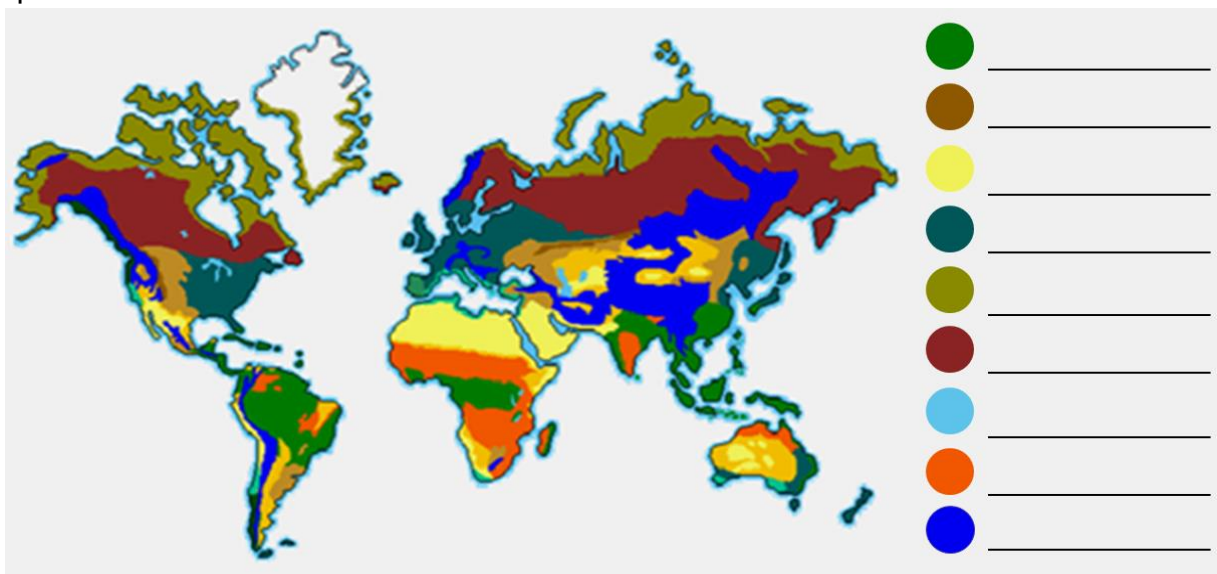
1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

## FICHA 2 – INVESTIGANDO O BRASIL

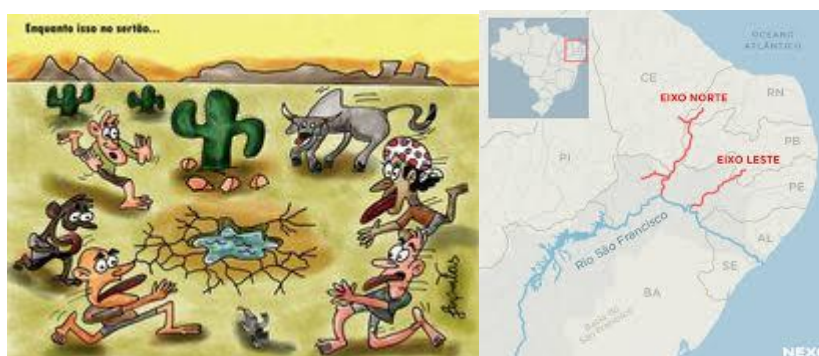
O que temos para hoje...

Olá pessoal! Dando sequência aos nossos estudos ao fantástico mundo dos biomas, venho aqui descrever quais serão as atividades de hoje: Estudar junto com vocês as características dos biomas terrestres e depois diferenciar os biomas brasileiros.

1. O clima mais a fisionomia vegetal são os principais fatores que permitem a diferenciação dos biomas terrestres, sobre esse assunto, descreve no mapa a seguir quais são os biomas terrestres existentes:



2. Observe as imagens abaixo e depois descreva o que você sabe sobre o processo de desertificação do nordeste e quais os impactos desse processo.




---



---



---



---



---



---

3. Após nossas conversas sobre as características dos biomas, responda por que a Mata de Cocais não é classificada como um bioma?



---

---

---

---

4. Qual(ais) característica do bioma Caatinga permite(m) classificar como semiárido e não como deserto?

---

---

---

---

5. A natureza se conecta muito fortemente com os fatores abióticos, necessários para se desenvolver. Pensando nisso, fala com suas palavras por que a água e a luz solar influenciam tanto na formação da vegetação no globo terrestre?

---

---

---

---

6. Na sua opinião, ao homem ao saber de que uma planta precisa, faz com que ele antecipe as condições ideais para o seu desenvolvimento, usando isso em alta escala com o auxílio das tecnologias permite ter um consumo mais consciente?

**Vamos lá, agora é hora de refletir!**

Tenho certeza que trabalhamos tanta coisa nova hoje, novos termos e processos tão legais. Como forma de organizar as ideias do que estudamos hoje, diga pra nós quais foram os cinco pontos que lhe chamaram mais a atenção?

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

**FICHA 3 – UTILIZANDO A TECNOLOGIA NA NOSSO FAVOR**

O que temos para hoje...

Agora é hora de aprender sobre tecnologia! Vamos aqui revisar e apontar os principais benefícios da tecnologia para o ser humano, usando a base do Arduino para diversas reflexões e contribuições para a nossa vida.

1. Arduino pode ser uma palavra nova para você, então imagine o que seja e desenhe o que você pensou antes de conhecer ele, seja criativo e faça um esboço de como ele era sua cabeça antes de ver a placa pessoalmente.

2. Depois da discussão em sala, o que é o pensamento computacional para você?

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Programar em linguagem C++ vai ser um desafio para você? Descreve seus anseios.

( ) Sim            ( ) Não            ( ) Talvez

---

---

---

---

4. Ao perceber como funciona o Arduino, qual as suas vantagens frente aos outros modelos de você conhecem de robótica?

---

---

5. Após refletir na figura a seguir, responda: a tecnologia na escola vem mais para somar ou para subtrair nas atividades da escola?



**Vamos lá, agora é hora de refletir!**

Tenho certeza que trabalhamos tanta coisa nova hoje, novos termos e processos tão legais. Como forma de organizar as ideias do que estudamos hoje, diga pra nós quais foram os cinco pontos que lhe chamaram mais a atenção?

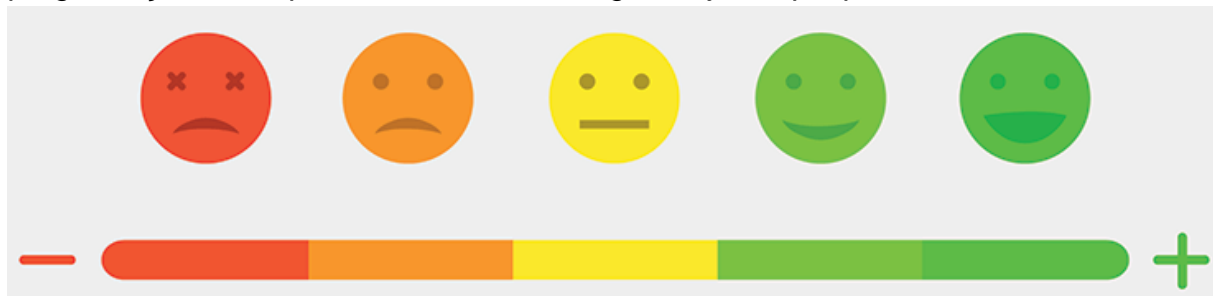
1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

## FICHA 4 – VAMOS AO TRABALHO EM EQUIPE

Que temos para hoje...

Agora chegou a hora de conversar como está sendo o trabalho em equipe, respondam em conjunto as perguntas a seguir de como está sendo a montagem da estufa.

1. Em uma escala, qual o nível de dificuldade que a equipe está tendo em aprender programação? Marque um X no rosto da figura e justifique posteriormente.




---



---



---

2. A equipe se sente perdida na montagem da estufa?

---



---



---



---

3. Sobre o conceito de entradas e saídas no Arduino, classifique os componentes a seguir, colocando E para os de Entrada e S para os de Saída:

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Relé                  | <input type="checkbox"/> Display             |
| <input type="checkbox"/> Sensor de Umidade     | <input type="checkbox"/> Protoboard          |
| <input type="checkbox"/> Bomba                 | <input type="checkbox"/> Cabo de alimentação |
| <input type="checkbox"/> Led                   | <input type="checkbox"/> Cabo de dados       |
| <input type="checkbox"/> Sensor de Temperatura | <input type="checkbox"/> Case com pilhas     |

4. O que vocês acham da ideia de mudar a lógica de sinal de trânsito para uso de um display para indicar quando o solo estiver úmido?

---



---



---



---

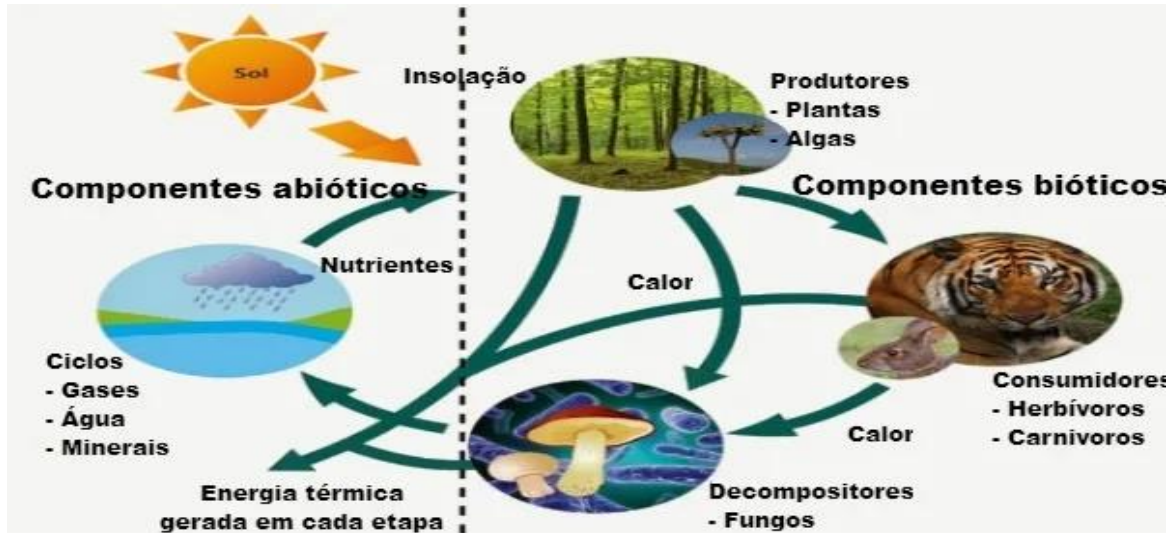
5. As plantas que vocês ficaram responsáveis pertencem a que grupo da biologia? Descreva um pouco sobre suas características.

---



---

6. Com a ajuda da imagem abaixo, como vocês observam a influência dos fatores abióticos para entendimento do funcionamento da estufa?



Vamos lá, agora é hora de refletir!

Tenho certeza que trabalhamos tanta coisa nas últimas aulas montando a estufa, novos termos e processos tão legais. Como forma de organizar as ideias do que estudamos hoje, diga para nós quais foram os cinco pontos que lhe chamaram mais a atenção?





1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_



Estudante: \_\_\_\_\_ / Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**AUTOAVALIAÇÃO – O QUE APRENDI COM O PROJETO**

Galera, estamos chegando ao fim do nosso projeto, espero que tenha sido uma experiência exitosa, então para fechar com chave de ouro, vamos fazer uma autoavaliação? Fazer uma análise do que foi construído ao longo dessas encontros. Escolha um quadrante abaixo que mais você se identificou e decoreva abaixo o porquê dele.

	 <p>Não atendeu às expectativas de aprendizagem.</p>	 <p>Atendeu parcialmente às expectativas de aprendizagem.</p>	 <p>Atendeu a maioria das expectativas de aprendizagem.</p>	 <p>Atendeu todas as expectativas de aprendizagem.</p>
	<p>O projeto não contribuiu na minha aprendizagem, não entendi as diferenças entre os biomas terrestres e brasileiros, não sei usar o Arduino e as tecnologias associadas. A construção da estufa não ajudou a entender o que são fatores abióticos e bióticos.</p>	<p>O projeto contribuiu parcialmente na minha aprendizagem, entendi as diferenças entre os biomas terrestres e brasileiros, sei usar o Arduino e as tecnologias associadas. A construção da estufa não ajudou a entender o que são fatores abióticos e bióticos.</p>	<p>O projeto contribuiu na minha aprendizagem em partes, entendi as diferenças entre os biomas terrestres e brasileiros, sei usar o Arduino e as tecnologias associadas na sua grande maioria. A construção da estufa ajudou vagamente a entender o que são fatores abióticos e bióticos.</p>	<p>O projeto contribuiu na minha aprendizagem, entendi todas as diferenças entre os biomas terrestres e brasileiros, sei usar o Arduino e as tecnologias associadas. A construção da estufa ajudou muito a entender o que são fatores abióticos e bióticos.</p>
<p><b>COMENTÁRIOS DO ESTUDANTE</b></p>				

**APÊNDICE D – Roteiro de Entrevista**

Nº	Pergunta
1	A construção da estufa em equipe colaborou para seu aprendizado?
2	Seus colegas contribuíram junto de você na estufa?
3	Ao apresentar aos colegas a sua estufa, como foi a experiência?
4	Sobre a montagem da estufa, saiu como planejado?
5	Trabalhar com kits pré-montados ajuda na construção?
6	A equipe teve com dificuldades na programação do Arduino? Cite inquietações se existir.
7	As informações sobre as plantas selecionadas foram fáceis de estudar? Comente sobre a busca pela equipe.
8	Você observa a ligação das diferenças dos biomas brasileiros ao analisar as especificidades do bioma escolhido?
9	Você acha que programar o Arduino demanda muito da ajuda de outras pessoas?
10	Na sua visão, os sensores ligados ao Arduino e construídos na estufa, facilitam no manejo das plantas?
11	O guia que foi entregue a equipe, ajudou a compreender como funciona o Arduino?
12	O estudo dos biomas você observou ao decorrer do projeto
13	O projeto como um todo, o que você achou?

Fonte: Os autores (2021)

## APÊNDICE E – Textos de suporte na Intervenção

### **Raio-X dos biomas: qual a importância dos ecossistemas e como podemos preservá-los**

*Agência Senado e Camila Santos*

Certamente, você se lembra de ter visto algo a respeito dos ecossistemas brasileiros durante o período escolar. Caso não se recorde, cada um desses conjuntos faz parte de um bioma, termo utilizado para descrever espaços geográficos com homogeneidade entre a fauna e flora destes locais. Ou seja, animais e plantas que estão adaptados a diversos fatores regionais, como clima, solo, altitude, pluviosidade, entre outros. No Brasil, país com ampla diversidade, encontram-se seis biomas: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal. Mas você sabe qual é a situação e a importância de cada um deles?

Especialistas presentes na audiência pública que discutiu o papel dos biomas na produção de água, biodiversidade e estratégias de conservação, nesta quarta-feira (5), na Comissão de Meio Ambiente (CMA), alertaram para o futuro dos biomas brasileiros. A reunião faz parte da programação do Junho Verde no Senado. Segundo dados apresentados por João Paulo Capobianco, vice-presidente do Conselho Diretor do Instituto de Desenvolvimento e Sustentabilidade, o Brasil precisa criar 262 mil quilômetros quadrados de unidades de conservação para proteger, pelo menos, 10% dos seus biomas, fora a Amazônia. Já perdemos a maior parte (85,5%) da floresta nativa da Mata Atlântica; o Pampa tem mais da metade da sua área (54,2%) desmatada; no Cerrado, restam 50% da vegetação natural; a Caatinga desflorestou 46,6% da sua área; e o Pantanal perdeu 15,4%. No caso da Amazônia, o desmatamento, em um intervalo de 20 anos, foi de mais de 370 mil hectares, entre 1967 e 1987.

Outro risco apontado pelo biólogo é a ameaça às espécies endêmicas desses biomas, ou seja, aquelas que existem apenas nessas regiões. Isso significa que se elas forem extintas nesses locais, desaparecem do planeta. São mais de 2 mil espécies de plantas e 1.173 espécies de animais. Só na Mata Atlântica, são 428 espécies vulneráveis ou em perigo de extinção.

Diante desses números, outra preocupação de Capobianco é a política ambiental do governo federal. — Algo que nos apavora são as iniciativas oficialmente declaradas de revisão das unidades de conservação, de cancelamento de novas



unidades, de intervenção branca no ICMBio inviabilizando a sua atividade. Isso significa um retrocesso inadmissível dentro de um quadro já extremamente preocupante — disse.

Álvaro salienta que cada ecossistema exerce um papel primordial na vida das pessoas, seja como fonte de alimento ou produto. “Isso vai desde o látex que utilizamos na produção de borracha até as frutas que ingerimos no café da manhã”, diz. O especialista acrescenta que a prospecção de novos medicamentos e outras substâncias só é viável por meio de estudos da fauna e flora locais. “Isso faz dos nossos biomas verdadeiros cofres do nosso patrimônio natural que salvaguardam a nossa existência. Quando perdemos parte deste patrimônio estamos perdendo possíveis novas espécies que poderiam ajudar a responder perguntas científicas importantes para o nosso próprio progresso como civilização.”

Conforme o professor Magno Botelho, ecologista da Universidade Presbiteriana Mackenzie, a sociedade pode contribuir com a preservação dos biomas por meio de melhores escolhas de consumo. “Devemos verificar se as empresas são ambientalmente e socialmente responsáveis. Também precisamos conferir se as organizações têm a cadeia de matéria-prima localizadas nesses biomas e como elas se comportam em relação a eles”, explica. Somado a isso, ele pontua que a escolha dos governantes possui relação direta com a situação do meio ambiente.

## ANEXO A – Carta de Anuência



ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL PROFESSOR JOSÉ LUIZ DE MENDONÇA  
Rua Luiz Toscano de Brito, s/n  
CEP 55.644-651 - Gravatá / PE

## CARTA DE ANUÊNCIA

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos (o) a pesquisador (a) Jefferson Matheus Alves do Amaral, a desenvolver o seu projeto de pesquisa “PRODUÇÃO DE KIT EDUCACIONAL PARA A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS DE BIOLOGIA: a Robótica na Sala de Aula”, que está sob a coordenação/orientação do (a) Prof. (a) Dr.<sup>a</sup> Janaína de Albuquerque Couto cujo objetivo é Analisar as potencialidades e limitações de um kit educacional desenvolvido com o Arduino para a construção de conceito sobre o tema ecologia, junto a estudantes do Ensino Médio de uma Escola Técnica Estadual, na Escola Técnica Estadual Professor José Luiz de Mendonça.

Esta autorização está condicionada ao cumprimento do (a) pesquisador (a) aos requisitos das Resoluções nº 510 de 07 de abril de 2016 e suas complementares, comprometendo-se utilizar os dados pessoais dos participantes da pesquisa, exclusivamente para os fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades.

Antes de iniciar a coleta de dados o/a pesquisador/a deverá apresentar a esta Instituição o Parecer Consubstanciado devidamente aprovado, emitido por Comitê de Ética em Pesquisa, credenciado ao Sistema CEP/CONEP.

Gravatá, em 21/06/2022

  
Carline Gisete Pires de Moura  
Gestora  
Mat. 277 706-1  
ETE Prof José Luiz de Mendonça  
Port. SEE N° 3232 28/05/2021  
Gravatá PE

Nome/assinatura e **carimbo** do responsável onde a pesquisa será realizada

## ANEXO B - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS

### TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA MENORES DE 7 a 18 ANOS)

***OBS: Este Termo de Assentimento para o menor de 7 a 18 anos não elimina a necessidade da elaboração de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que deve ser assinado pelo responsável ou representante legal do menor.***

Convidamos você o(a) Sr.(a) \_\_\_\_\_, estudante após autorização dos seus pais [ou dos responsáveis legais] para participar como voluntário (a) da pesquisa: “PRODUÇÃO DE KIT EDUCACIONAL PARA A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS DE BIOLOGIA: a Robótica na Sala de Aula”. Esta pesquisa é da responsabilidade do pesquisador Jefferson Matheus Alves do Amaral, residente na rua Pedro Bezerra de Carvalho, nº. 45, Bairro Nossa Senhora das Graças, Gravatá/PE, CEP: 55.642-680, telefone: (81) 9 9494 2795, e-mail: jefferson.aamaral@ufrpe.br. O pesquisador é estudante de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e está sob a orientação de: Dr.<sup>a</sup> Janaína de Albuquerque Couto, Telefone: (81) 9 9189 3132, e-mail: janaina.couto@ufrpe.br.

Todas as dúvidas serão esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via deste termo lhe será entregue para que seus pais ou responsável possam guardá-la e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu. Para participar deste estudo, um responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento, podendo retirar esse consentimento ou interromper a sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo.

Este documento está de acordo com as normas regulamentadoras dos princípios éticos em pesquisa científica constantes na Resolução CNS nº. 466 de 2012 que trata da normalização ética de pesquisas envolvendo seres humanos, com a Resolução CNS nº. 510 de 2016 que trata das normas aplicáveis às pesquisas em Ciências Humanas e Sociais e com a Resolução CNS nº. 304 de 2000 que trata da pesquisa com população indígena quando o estudante participante da pesquisa for indígena.

#### INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

##### ➤ **Descrição da pesquisa:**

- JUSTIFICATIVA: Nossa proposta se justifica pela quantidade reduzida de pesquisas envolvendo a tecnologia Arduino ligada ao ensino da biologia, área do conhecimento bastante rica e pouco explorada, além do seu desenvolvimento de forma interdisciplinar.
- OBJETIVOS: Analisar as potencialidades e limitações de um kit educacional

desenvolvido com o Arduino para a construção de conceito sobre o tema ecologia, junto a estudantes do Ensino Médio de uma Escola Técnica Estadual; Analisar como o kit educacional poderia corroborar no processo de construção de conceitos da biologia durante abordagem do conteúdo da ecologia, a partir de uma abordagem envolvendo o estudo de biomas; Avaliar a participação e o engajamentos de estudantes, a partir da construção e utilização do Kit Educacional baseado na tecnologia Arduino; e Identificar as principais dificuldades atreladas ao uso do kit educacional, por parte dos estudantes e do professor mediador;

- **DETALHAMENTO DOS PROCEDIMENTOS DA COLETA DE DADOS:** A coleta de dados ocorrerá por meio de fichas impressas individuais e coletivas, como observações via diário de bordo e entrevista semi estruturada.

➤ **Esclarecimento do período de participação do voluntário na pesquisa, início, término e número de visitas para a pesquisa.**

O período de participação será de três meses, com dia, horário e sala a definir a disponibilidade dos estudantes. Ocorrerá na Escola Técnica Estadual Professor José Luiz de Mendonça, localizada no endereço: Rua Luís Toscano de Brito, Centro, Gravatá - PE, 55.641-105. (81) 3533-9872.

➤ **RISCOS:** Os possíveis riscos previstos para essa participação são desconforto e constrangimento relacionados às perguntas. Nossa proposta para amenizar os riscos são: (1) manter sigilo sobre a identidade dos participantes voluntários conforme os princípios de privacidade e confidencialidade; (2) os voluntários podem solicitar a sua desvinculação da pesquisa a qualquer momento sem qualquer prejuízo. Vale ressaltar que, a depender da disponibilidade dos sujeitos participantes e das condições sanitárias relacionadas à pandemia da COVID-19, as entrevistas ocorreram de modo presencial, no entanto serão estabelecidos os protocolos de saúde recomendados pelos órgãos competentes (distanciamento, uso de máscara e álcool em gel). Destaco a existência de risco de acidentes elétricos diante a manipulação de equipamentos eletrônicos, exigindo a necessidade do uso de equipamentos de proteção individual (EPI), disponibilizados durante as intervenções. Ressalvo também que não haverá compartilhamento eletrônico da gravação de áudio, a qual ficará registrada apenas com no computador do pesquisador principal.

➤ **BENEFÍCIOS:** A pesquisa contribuirá para com a construção de perspectivas interdisciplinares acerca das relações da tecnologia e estudo dos biomas no viés da Biologia. Podendo propiciar aprendizagens aos atores sociais participantes do estudo. Contribuirá também com a valorização dos aspectos tecnológicos nas escolas, além da experiência cultura por meio da incrementação da visão científico-biológica, a partir de um prisma interdisciplinar e holístico do fenômeno investigado.

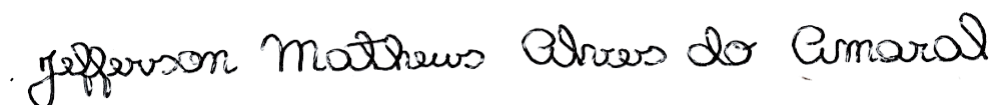
Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (gravações, entrevistas, fotos, filmagens, produções didático-pedagógicas, etc.), ficarão armazenados em pastas de arquivos em computador pessoal e/ou sistema de arquivamento em nuvem, sob a responsabilidade do pesquisador Jefferson Matheus Alves do Amaral e da orientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Janaína de Albuquerque Couto, no endereço acima informado, pelo período mínimo de 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos,

comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

As pesquisas científicas brasileiras são obrigatoriamente avaliadas pelo sistema CEP - Comitê de Ética em Pesquisa. Tratando-se de um comitê local formado por colegiado interdisciplinar e independente, de relevância pública, constituído em instituições e/ou organizações, de caráter consultivo, deliberativo e educativo criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade para contribuir com o desenvolvimento da pesquisa dentro dos padrões éticos.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa da UFRPE no endereço: **(Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n. Campus Dois Irmãos CEP: 52171-900 - Recife/PE, Tel.: (81) 3320.6638 – e-mail: cep@ufrpe.br).**

A handwritten signature in black ink that reads "Jefferson Matthews Alves de Amaral". The signature is written in a cursive, flowing style.

Assinatura do pesquisador (a)

**ASSENTIMENTO DO(DA) MENOR DE IDADE EM PARTICIPAR COMO  
VOLUNTÁRIO(A)**

Eu, \_\_\_\_\_,  
abaixo assinado, concordo em participar do estudo “PRODUÇÃO DE KIT EDUCACIONAL PARA A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS DE BIOLOGIA: a Robótica na Sala de Aula”, como voluntário (a). Fui informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, o que vai ser feito, assim como os possíveis riscos e benefícios que podem acontecer com a minha participação. Foi-me garantido que posso desistir de participar a qualquer momento, sem que eu ou meus pais precise pagar nada.

Local e data \_\_\_\_\_

Assinatura do (da) menor: \_\_\_\_\_

Presenciamos a solicitação de assentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do/a voluntário/a em participar. Duas (02) testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

<b>Nome:</b>	<b>Nome:</b>
<b>Assinatura:</b>	<b>Assinatura:</b>

**ANEXO C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Convidamos o(a) Sr.(a) \_\_\_\_\_ para participar como voluntário(a) da pesquisa para participar como voluntário(a) da pesquisa “PRODUÇÃO DE KIT EDUCACIONAL PARA A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS DE BIOLOGIA: a Robótica na Sala de Aula”.

Esta pesquisa está sob a responsabilidade do pesquisador Jefferson Matheus Alves do Amaral, residente à rua Pedro Bezerra de Carvalho, nº. 45, Bairro Nossa Senhora das Graças, Gravatá/PE, CEP: 55.642-680, telefone: (81) 9 9494-2795, e-mail: jefferson.aamaral@ufrpe.br. O pesquisador é estudante de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e está sob a orientação de: Dr.<sup>a</sup> Janaína de Albuquerque Couto, Telefone: (81) 9 9189 3132, e-mail janaina.couto@ufrpe.br.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o/a Senhor/a concordar, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via deste termo de consentimento lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir pela participação ou não desta pesquisa. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema. Caso não concorde, não haverá penalização, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

Este documento está de acordo com as normas regulamentadoras constantes na Resolução CNS nº. 466 de 2012 que trata da normalização ética de pesquisas envolvendo seres humanos e com a Resolução CNS nº. 510 de 2016 que trata das normas aplicáveis às pesquisas em Ciências Humanas e Sociais.

**INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:****➤ Descrição da pesquisa:**

- **JUSTIFICATIVA:** Nossa proposta se justifica pela quantidade reduzida de pesquisas envolvendo a tecnologia Arduino ligada ao ensino da biologia, área do conhecimento bastante rica e pouco explorada, além do seu desenvolvimento de forma interdisciplinar.
- **OBJETIVOS:** Analisar as potencialidades e limitações de um kit educacional desenvolvido com o Arduino para a construção de conceito sobre o tema ecologia, junto a estudantes do Ensino Médio de uma Escola Técnica Estadual; Analisar como o kit educacional poderia corroborar no processo de construção de conceitos da biologia durante abordagem do conteúdo da ecologia, a partir de uma abordagem envolvendo o estudo de biomas; Avaliar a participação e o engajamentos de estudantes, a partir da construção e utilização do Kit Educacional baseado na tecnologia Arduino; e Identificar as principais dificuldades atreladas ao uso do kit educacional, por parte dos estudantes e do professor mediador;

● **DETALHAMENTO DOS PROCEDIMENTOS DA COLETA DE DADOS:** A coleta de dados ocorrerá por meio de fichas impressas individuais e coletivas, como observações via diário de bordo e entrevista semi estruturada.

**Esclarecimento do período de participação do voluntário na pesquisa, início, término e número de visitas para a pesquisa.**

O período de participação será de 3 meses (Abril, maio e Junho de 2022) para os 15 participantes, realizando 10 encontros.

➤ **RISCOS:** Os possíveis riscos previstos para essa participação são desconforto e constrangimento relacionados às perguntas. Nossa proposta para amenizar os riscos são: (1) manter sigilo sobre a identidade dos participantes voluntários conforme os princípios de privacidade e confidencialidade; (2) os voluntários podem solicitar a sua desvinculação da pesquisa a qualquer momento sem qualquer prejuízo. Vale ressaltar que, a depender da disponibilidade dos sujeitos participantes e das condições sanitárias relacionadas à pandemia da COVID-19, as entrevistas ocorreram de modo presencial, no entanto serão estabelecidos os protocolos de saúde recomendados pelos órgãos competentes (distanciamento, uso de máscara e álcool em gel). Destaco a existência de risco de acidentes elétricos diante a manipulação de equipamentos eletrônicos, exigindo a necessidade do uso de equipamentos de proteção individual (EPI), disponibilizados durante as intervenções. Ressalvo também que não haverá compartilhamento eletrônico da gravação de áudio, a qual ficará registrada apenas com no computador do pesquisador principal.

➤ **BENEFÍCIOS:** A pesquisa contribuirá para com a construção de perspectivas interdisciplinares acerca das relações da tecnologia e estudo dos biomas no viés da Biologia. Podendo propiciar aprendizagens aos atores sociais participantes do estudo. Contribuirá também com a valorização dos aspectos tecnológicos nas escolas, além da experiência cultura por meio da incrementação da visão científico-biológica, a partir de um prisma interdisciplinar e holístico do fenômeno investigado.

➤ **Armazenamento dos dados:** As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo a identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). As entrevistas ficarão armazenadas em pastas de arquivos em computador pessoal e/ou sistema de arquivamento em nuvem, sob a responsabilidade do pesquisador Jefferson Matheus Alves do Amaral e da orientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Janaína Albuquerque Couto, no endereço acima informado, pelo período mínimo de 5 anos.

O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois é de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação dele/a na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação).

As pesquisas científicas brasileiras são obrigatoriamente avaliadas pelo sistema CEP - Comitê de Ética em Pesquisa. Se tratando de um comitê local formado por colegiado interdisciplinar e independente, de relevância pública, constituído em instituições e/ou organizações, de caráter consultivo, deliberativo e educativo criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade para contribuir com o desenvolvimento da pesquisa dentro dos padrões éticos.



Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa da UFRPE no endereço: **(Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n. Campus Dois Irmãos CEP: 52171-900 - Recife/PE, Tel.: (81) 3320.6638 – e-mail: cep@ufrpe.br).**

Jefferson Matthews Alves do Amaral

Assinatura do pesquisador

**ANEXO D - Termo de Autorização de Uso de Imagem e Depoimentos****TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E DEPOIMENTOS**

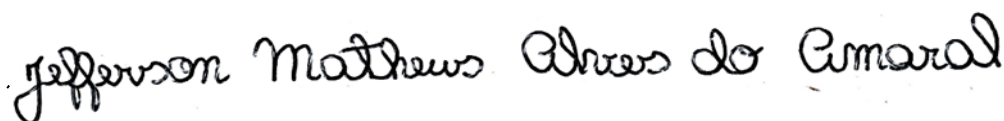
Eu \_\_\_\_\_,  
CPF: \_\_\_\_\_, RG: \_\_\_\_\_, depois de conhecer e entender os objetivos, procedimentos metodológicos, riscos e benefícios da pesquisa, bem como de estar ciente da necessidade da cessão do uso de minha imagem e/ou depoimento, especificados neste Termo de Autorização de Uso de Imagem e Depoimentos, AUTORIZO, o pesquisador Jefferson Matheus Alves do Amaral do projeto de pesquisa intitulado PRODUÇÃO DE KIT EDUCACIONAL PARA A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS DE BIOLOGIA: a Robótica na Sala de Aula, a realizar a gravação de imagens e de áudio que se façam necessárias e/ou a colher meu depoimento sem quaisquer ônus financeiros a nenhuma das partes.

Ao mesmo tempo, autorizo a utilização destas imagens, áudio e/ou depoimentos para fins científicos, de estudos e divulgação da memória da FEB (livros, artigos, slides e transparências), em favor dos pesquisadores da pesquisa, acima especificados, obedecendo ao que está previsto nas Leis que resguardam os direitos das crianças e adolescentes (Estatuto da Criança e do Adolescente – ECA, Lei Nº 8.069/1990) dos idosos (Estatuto do Idoso, Lei Nº 10.741/2003) e das pessoas com deficiência (Decreto nº 3.298/1999, alterado pelo Decreto Nº 5.296/2004),

Recife, \_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

---

Assinatura do Voluntário da Pesquisa



Assinatura do Pesquisador Responsável pela Entrevista

**ANEXO E - Termo de Compromisso e Confidencialidade****TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE**

**Título do projeto:** A “PRODUÇÃO DE KIT EDUCACIONAL PARA A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS DE BIOLOGIA: a robótica na sala de aula”

**Nome Pesquisador responsável:** Jefferson Matheus Alves do Amaral

**Instituição/Departamento de origem do pesquisador:** Universidade Federal Rural de Pernambuco / Departamento de Educação

**Endereço completo do responsável:** Rua Pedro Bezerra de Carvalho, nº 45, Nossa Senhora das Graças, Gravatá — PE.

**Telefone para contato:** (81) 9 9494-2795

**E-mail:** jefferson.aamaral@ufrpe.br

**Orientador:** Janaína de Albuquerque Couto

**Fone contato:** (81) 9 9189-3132

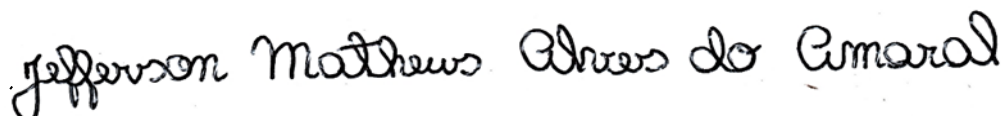
**E-mail:** janaina.couto@ufrpe.br

O pesquisador do projeto acima identificado assume o compromisso de:

- Garantir que a pesquisa só será iniciada após a avaliação e aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Federal de Pernambuco — CEP/UFPE e que os dados coletados serão armazenados pelo período mínimo de 5 anos após o término da pesquisa;
- Preservar o sigilo e a privacidade dos voluntários cujos dados serão estudados e divulgados apenas em eventos ou publicações científicas, de forma anônima, não sendo usadas iniciais ou quaisquer outras indicações que possam identificá-los;
- Garantir o sigilo relativo às propriedades intelectuais e patentes industriais, além do devido respeito à dignidade humana;
- Garantir que os benefícios resultantes do projeto retornem aos participantes da pesquisa, seja em termos de retorno social, acesso aos procedimentos, produtos ou agentes da pesquisa;
- Assegurar que os resultados da pesquisa serão anexados na Plataforma Brasil, sob a forma de Relatório Final da pesquisa;

Os dados coletados permanecerão armazenados em pasta física, mídia digital (nuvem) e computador pessoal, sob tutela do pesquisador Jefferson Matheus Alves do Amaral, no endereço Rua Pedro Bezerra de Carvalho, nº 45, Nossa Senhora das Graças, Gravatá — PE., 55642-680, pelo período mínimo de 5 anos após o término da pesquisa.

Recife, 29 de Março de 2022.



Assinatura Pesquisador responsável