

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ

IFCE *CAMPUS* FORTALEZA

PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PGECM

MARIA SILVANIA MARQUES XAVIER DE SOUZA

**O PENSAMENTO COMPUTACIONAL E O LETRAMENTO ESTATÍSTICO
DIGITAL: POSSIBILIDADES PARA O ENSINO DE ESTATÍSTICA**

FORTALEZA

2023

MARIA SILVANIA MARQUES XAVIER DE SOUZA

O PENSAMENTO COMPUTACIONAL E O LETRAMENTO ESTATÍSTICO DIGITAL:
POSSIBILIDADES PARA O ENSINO DE ESTATÍSTICA

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Matemática do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - *Campus* Fortaleza, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Juscileide Braga de Castro

FORTALEZA

2023

MARIA SILVANIA MARQUES XAVIER DE SOUZA

O PENSAMENTO COMPUTACIONAL E O LETRAMENTO ESTATÍSTICO DIGITAL:
POSSIBILIDADES PARA O ENSINO DE ESTATÍSTICA

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Matemática do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - *Campus* Fortaleza, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovado (a) em: ____ / ____ / ____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. A Dra. Juscileide Braga de Castro (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Prof. Dr. Carlos Eduardo Ferreira Monteiro
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Prof. Dr. José Aires de Castro Filho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

FICHA CATOLOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI

Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

MARQUES XAVIER DE SOUZA, MARIA SILVANIA.

O PENSAMENTO COMPUTACIONAL E O LETRAMENTO ESTATÍSTICO DIGITAL:
POSSIBILIDADES PARA O ENSINO DE ESTATÍSTICA / MARIA SILVANIA MARQUES
XAVIER DE SOUZA. - 2023.

198 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Ensino de Ciências e
Matemática, Campus Fortaleza, 2023.

Orientação: Profa. Dra. Juscileide Braga de Castro.

1. Pensamento Computacional. 2. Decolonialidade. 3. Ensino de Estatística. 4. Letramento
Estatístico Digital. 5. Robótica. I. Título

CDD 510.07

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, José Odécio e Geralda.

Ao amor da minha vida, Angelo.

Ao meu irmão, Silvio.

Aos meus preciosos filhos, Dantoni, Sâmia
e Emily.

AGRADECIMENTOS

No final de mais um ciclo, novos ciclos se iniciam, e eu tive em todos os momentos o apoio de pessoas muito especiais, que compuseram cada momento de minha vida. A elas, todo o meu agradecimento e reconhecimento por tudo que sou hoje.

A Deus.

A meus pais, José Odécio Xavier e Geralda Marques Xavier e meu irmão Silvio André, por vocês serem meu abrigo em dias chuvosos, nublados, ensolarados. À minha mãe por todo o seu imenso amor e proteção, não existe lugar melhor no mundo do que o seu colo. Ao meu Pai José Odécio e meu irmão Silvio André, por me acompanharem à escola todos os dias possíveis, o carinho e apoio de vocês sempre me impulsionou para mais longe.

Ao Angelo Queiroz, meu marido, agradeço por sua existência no mundo, por todo seu amor, incentivo, apoio, ensinamentos, conselhos. Seu companheirismo e cuidado comigo me deram forças para enfrentar essa jornada, és minha fonte de inspiração inesgotável. Sou uma pessoa privilegiada por poder entre cada intervalo da escrita sentir o seu cheiro. Sua presença sempre me impulsiona e me estimula. Você é a melhor parte da minha vida! Obrigado por deixar o meu mundo mais colorido com todo o seu amor e carinho.

Aos meus filhos, Dantoni, Sâmia e Emily por todo o companheirismo, amor e parceria. Vocês são a nossa fonte de alegria, é maravilhoso escutar diariamente as suas vozes e poder acompanhá-los nas suas jornadas. Espero que no futuro vocês desfrutem de um mundo melhor, onde haja paz entre os povos e respeito por todos os seres vivos e não vivos.

A minha orientadora, a professora Dra. Juscileide Braga de Castro, pelo apoio, generosidade, disponibilidade, dedicação, amizade e paciência, sempre levarei o seu exemplo como referência de Educadora que visa de fato o protagonismo e a transformação social dos seus educandos. Agradeço também por ter embarcado nessa jornada junto comigo, por me permitir voar mais longe, mas sempre por perto, tanto para encorajar quanto para ajudar. Obrigado pela sua interlocução cuidadosa, pelos ensinamentos, risadas e tantos momentos de partilha e compreensão.

Ao professor Dr. José Aires de Castro Filho, coordenador do Grupo de Pesquisa e Produção de Ambientes Interativos e Objetos de Aprendizagem – PROATIVA,

pelo apoio, paciência e confiança, meu muito obrigado. Além de ser um excelente professor, está sempre atento e zela com cuidado a todos que estão à sua volta.

Aos meus professores e colegas do Programa de Pós - Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECEM) do IFCE, pelas trocas de conhecimento, ajuda e incentivo em momentos tanto de alegria como em situações de angústias e dificuldades.

Aos professores da Universidade do Estado da Bahia (UNEB) do Curso de Especialização em Educação Matemática e Contemporaneidade (PPGEEMC), por serem parte fundamental na minha formação acadêmica, em especial ao professor Paulo Wataru Morimitsu.

Aos professores que aceitaram participar da banca como titulares, Prof. Dr. Carlos Eduardo Ferreira Monteiro e Prof. Dr. José Aires de Castro Filho pela colaboração na construção dessa pesquisa. Tenham certeza de que o trabalho crescerá com as contribuições de vocês. Reitero os agradecimentos aos professores Eurivalda Ribeiro Dos Santos Santana e Carlos Estevão Rolim Fernandes pela participação no teste de qualificação.

Aos integrantes do Grupo de Pesquisa e Produção de Ambientes Interativos e de Objetos de Aprendizagem (PROATIVA) e do Grupo de Pesquisa e Produção Colaborativa de Mídias Digitais e Aprendizagem da Matemática (PROMÍDIA) pela troca de conhecimentos e experiências. Em especial todos os integrantes do ambiente Athena.

A todos os meus amigos e familiares que me deram apoio e incentivo nos momentos mais difíceis. Em especial, Milena Muriel, Dayse, Silvio Henrique, Lucivânia, Ronaldo, Helaine Malcher, Cintia, Danilo, Vyeira, Amanda e Rochely. Tiveram dias em que pensei em desistir, mas em cada um desses momentos algum de vocês segurou a minha mão e me mostrou o horizonte. Gratidão!

Aos meus sobrinhos e afilhados que são a nossa esperança, Thays, Letícia, André Matheus, Miguel, Mirela, Caio Vitor e Sofia. Espero que a vida os conduza por caminhos lindos.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos no segundo ano do curso de Mestrado.

EPIÍGRAFE

Os pássaros vivendo em uma gaiola alimentam-se do que encontram na gaiola, voam só no espaço da gaiola, comunicam-se numa linguagem conhecida por eles, procriam e repetem-se e só veem e sentem o que as grades permitem. Não podem saber de que cor a gaiola é pintada por fora. (D'AMBROSIO, 2013, p. 4)

RESUMO

O Ensino da Matemática enfrenta grandes desafios em uma sociedade que passa por transformações provocadas pelo desenvolvimento de novas Tecnologias, que deram origem ao *Big Data*, a Inteligência Artificial e a Robótica. Estas Tecnologias exigem novas formas de coleta, armazenamento e análise de dados, gerando mudanças também na aquisição de dados, informações e de conhecimentos, nunca vivenciadas. Contudo, o modelo sobre o que se espera para que um adulto seja considerado letrado estaticamente tem foco apenas no consumo de Estatísticas e não reflete sobre todo os processos envolvidos nas etapas de uma investigação Estatística, cabendo verificar se esse modelo ainda atende às necessidades da sociedade. Em vista disso, temos como objetivo investigar se o Pensamento Computacional pode ser considerado uma competência essencial para o Letramento Estatístico. Para isso, realizamos um curso de Robótica e introdução à Inteligência Artificial, norteadas pelas ideias da Educação Matemática Crítica, da Decolonialidade e do Construcionismo, com abordagem da pesquisa qualitativa, com 30 estudantes de duas escolas públicas, sendo uma localizada em Murici dos Portelas, Piauí e a outra localizada no Parque Potira, Caucaia, Ceará. Com isso, pretendíamos que os estudantes desenvolvessem e aplicassem as habilidades do Pensamento Computacional, durante todas as etapas da investigação, desde a coleta de dados até a automação de soluções. Como resultados, percebemos que o Letramento Estatístico deve ser ampliado e sugerimos o Letramento Estatístico Digital como um novo saber a ser alcançado por estudantes e cidadãos em sociedades carregadas de dados e informações. Além disso, evidenciamos a conexão entre os pensamentos Computacional, Crítico e Estatístico que denominamos de pensamento Estatístico Digital.

Palavras-chave: Pensamento Computacional. Decolonialidade. Ensino de Estatística. Letramento Estatístico Digital. Robótica

ABSTRACT

Mathematics teaching faces great challenges in a society that is undergoing transformations brought about by the development of new Technologies, which have given rise to Big Data, Artificial Intelligence and Robotics. These technologies require new forms of data collection, storage, and analysis, generating changes in the acquisition of data, information, and knowledge never before experienced. However, the model about what is expected for an adult to be considered statically literate focuses only on the consumption of Statistics and does not reflect on all the processes involved in the steps of a Statistical investigation, and it is necessary to verify whether this model still meets society's needs. In view of this, we aim to investigate whether Computational Thinking can be considered an essential competence for Statistical Literacy. To do so, we will conduct a course on Robotics and introduction to Artificial Intelligence, guided by the ideas of Critical Mathematics Education, Decoloniality and Constructionism, with a qualitative research approach, with 30 students from two public schools, one located in Murici dos Portelas, Piauí and the other located in Potira Park, Caucaia, Ceará. With this, we intended that the students develop and apply Computational Thinking skills during all the stages of the investigation, from data collection to solution automation. As results, we realized that Statistical Literacy should be broadened and suggested Digital Statistical Literacy as a new knowledge to be achieved by students and citizens in societies loaded with data and information. Furthermore, we highlight the connection between Computational, Critical, and Statistical thinking and call it Digital Statistical thinking.

Keywords: Computational Thinking. Decoloniality. Statistics Teaching. Digital Statistical Literacy. Robotics

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Placa Arduino BlackBoard Uno R3	46
Figura 2 – Prototipagem em uma Protoboard	48
Figura 3 – Funcionamento dos sensores e atuadores no Arduino	48
Figura 4 – Arduino no TinkerCad	49
Figura 5 – Programação do Arduino no TinkerCad	50
Figura 6 – O Ciclo Investigativo PPDAC	53
Figura 7 – Relação entre pensamento, raciocínio e raciocínio lógico	69
Figura 8 – Distância entre as duas cidades	75
Figura 9 – Componentes ilustrados de um dos Kits de Robótica	83
Figura 10 – Instrumento de coleta - Stories do Instagram	89
Figura 11 – Instrumento de coleta - Formulário Google	90
Figura 12 – Sistema de auto-climatização	97
Figura 13 – Sistema de aquisição de dados da Robótica	98
Figura 14 – Descrição das ações para cada fase do ciclo PPDAC	110
Figura 15 – Lista de projetos de automação para a escola	112
Figura 16 – Ações para o Liceu de Caucaia	113
Figura 17 – Árvore de decisão	113
Figura 18 – Exemplo de resposta contendo ironia	116
Figura 19 – Gráfico problemas da escola versão 1	124
Figura 20 – Gráfico problemas da escola versão 2	124
Figura 21 – Storyboards dos desafios da Escola Liceu de Caucaia	125
Figura 22 – Resultado da leitura do Sensor de Som	139
Figura 23 – Código do sensor de som	142
Figura 24 – Códigos do sensor de som continuação	144
Figura 25 – Sensor de som	144
Figura 26 – Interconexão entre pensamentos	146
Figura 27 – Habilidades em comum dos pensamentos	148
Figura 28 – Pensamento Estatístico Digital	149
Figura 29 – Letramento Estatístico Digital	153

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Modelo de Letramento Estatístico proposto por Gal (2002)	59
Quadro 2 – Tipos de Letramento.....	64
Quadro 3 – Perfil dos participantes do curso	78
Quadro 4 – Pesquisadores integrantes da pesquisa.....	79
Quadro 5 – Etapas da pesquisa e instrumentos de coleta	80
Quadro 6 – Instrumentos que compõem o corpus da pesquisa	82
Quadro 7 – Lista de componentes Eletrônicos.....	83
Quadro 8 – Sequência de Passos do Algoritmo do Ciclo Investigativo PPDAC.....	87
Quadro 9 – Possíveis soluções.....	91
Quadro 10 – Módulo 1 - Introdução a Robótica com Arduino para resolução de problemas.....	93
Quadro 11 – Módulo 2 - Introdução à Inteligência Artificial para reflexão sobre dados. Dados, Inteligência Artificial e Viés Algorítmico.....	94
Quadro 12 – Planejamento coletivo da investigação.....	117
Quadro 13 – Habilidade do Pensamento Computacional.....	132
Quadro 14 – Habilidades do Pensamento Computacional Mobilizados	134
Quadro 15 – Tipos de pensamentos	137
Quadro 16 – Habilidades e ações verificadas no desenvolvimento do sensor de som	148

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela de Frequência.....	121
Tabela 2 – Percentual de Frequencia	122

LISTA DE PROGRAMAÇÕES

Programação 1 – Sistema de auto-climatização - versão 1	99
Programação 2 – Sistema de auto-climatização - versão 2	102
Programação 3 – Comando if	128
Programação 4 – Comando Else	129
Programação 5 – Automatização do sensor de som	130

LISTA DE PROTOCOLOS

Protocolo 1 – Diálogo entre professora P01CE e estudantes ECE08, ECE06.....	105
Protocolo 2 – Diálogo entre P01CE e ECE08	106
Protocolo 3 – Fragmentos das respostas do formulário de Avaliação – Parte 1	107
Protocolo 4 – Fragmentos das respostas do formulário de Avaliação – Parte 2	108

LISTA DE SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
IA	Inteligência Artificial
ISTE	International Society for Technology in Education
OBEDUC	Projeto Observatório da Educação
PC	Pensamento Computacional
PPDAC	Problema, Planejamento, Dados, Análise, Conclusão
PROATIVA	Grupo de Pesquisa e Produção de Ambientes Interativos e Objetos de Aprendizagem
PROMÍDIA	Grupo de Pesquisa e Produção Colaborativa de Mídias Digitais e Aprendizagem da Matemática
RED	Recursos Educacionais Digitais
REM-NE	Rede de Educação Matemática do Nordeste
SAEB	Sistema de Avaliação da Educação Básica
SBC	Sociedade Brasileira de Computação
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
UFC	Universidade Federal do Ceará
UTI	Unidade de Terapia Intensiva

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA E A EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA: UM OLHAR DECOLONIAL.....	27
2.1 O DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA E DA ESTATÍSTICA NA SOCIEDADE.....	28
2.2 O COLONIALISMO DOS DADOS, A ROBÓTICA E A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: REFLETINDO A DECOLONIALIDADE NO ENSINO DE ESTATÍSTICA.....	31
2.3 ENSINO E APRENDIZAGEM DE ESTATÍSTICA POR MEIO DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA E DO CONSTRUCIONISMO.....	40
2.4 A PLATAFORMA ARDUINO, AQUISIÇÃO DE DADOS, MONITORAMENTO E CONTROLE	46
2.5 CICLO INVESTIGATIVO PPDAC CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE ESTATÍSTICA	51
2.6 PESQUISAS EM EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA.....	54
3 O LETRAMENTO ESTATÍSTICO E AS TRANSFORMAÇÕES DA SOCIEDADE	57
3.1 O PENSAMENTO COMPUTACIONAL E O LETRAMENTO ESTATÍSTICO	67
4 PERCURSO METODOLÓGICO DA INVESTIGAÇÃO.....	75
4.1 METODOLOGIA DE PESQUISA.....	75
4.1.1 Locais da pesquisa e sujeitos	77
4.1.2 Etapas da pesquisa	80
4.1.3 Análise dos dados	82
4.1.4 Materiais e Tecnologias utilizadas	83
4.2 METODOLOGIA DE ENSINO.....	84
4.2.1 Fase de Problematização	85

4.2.2 Fase de Planejamento	88
4.2.3 Fase de Coleta dos Dados	88
4.2.4 Fase de Análise dos Dados	90
4.2.5 Fase de conclusões.....	90
4.2.6 Cronograma	93
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	96
5.1 LETRAMENTO ESTATÍSTICO	96
5.2 HABILIDADES DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL.....	109
5.2.1 Algorítmico.....	Erro! Indicador não definido.
5.2.2 Abstração	114
5.2.3 Decomposição	117
5.2.4 Coleta de Dados.....	118
5.2.5 Análise de dados	120
5.2.6 Representação dos dados	123
5.2.7 Simulação.....	126
5.2.8 Automação	128
5.2.9 Reconhecimento de padrões.....	131
5.2.10 Paralelização	131
5.3 RELAÇÕES ENTRE LETRAMENTO ESTATÍSTICO E PENSAMENTO COMPUTACIONAL.....	138
5.3.1 Definindo o Letramento Estatístico Digital.....	152
6 CONCLUSÕES.....	154
REFERÊNCIAS.....	159
APÊNDICE A - FORMULÁRIO PERFIL DO ESTUDANTE	168
APÊNDICE B - LEVANTAMENTO DE ACESSO À INTERNET	173
APÊNDICE C - FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO.....	176

APÊNDICE D - MAPEAMENTO DAS HABILIDADES INERENTES DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL	177
APÊNDICE E - CAMPANHA EU CUIDO DE CADA CANTINHO DO LICEU.....	178
ANEXO A - DIÁRIO DE CAMPO	184
MODELO ADOTADO PELO O GRUPO D-ESTAT	184
PROJETO DE PESQUISA: DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL DE PROFESSORES QUE ENSINAM MATEMÁTICA.....	184
ANEXO B - DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO DE APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	186
ANEXO C -TERMO DE AUTORIZAÇÃO E EXISTÊNCIA DE INFRAESTRUTURA	187
ANEXO D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	188
ANEXO E - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	191

1 INTRODUÇÃO

O cotidiano está impregnado dos saberes e fazeres próprios da cultura. A todo instante, os indivíduos estão comparando, classificando, quantificando, medindo, explicando, generalizando, inferindo e, de algum modo, avaliando, usando os instrumentos materiais e intelectuais que são próprios à cultura (D'AMBROSIO, 2001, p. 22).

A priori, o campo do Ensino da Matemática na contemporaneidade se vê diante de grandes desafios numa sociedade que passa por intensas e céleres transformações provocadas pelo desenvolvimento de novas Tecnologias Digitais, que deram origem ao *Big Data*, a Inteligência Artificial (IA) e a Robótica. Estas Tecnologias requisitam novas formas de coleta, armazenamento e análise de dados, provocando mudanças também na aquisição de dados, informações e de conhecimentos, nunca vivenciadas.

Além disso, o modo de tratamento e armazenamento desses dados, não beneficiam todas as populações nem enriquecem da mesma forma todas as comunidades. Para Castells (1998), o crescimento do capitalismo informacional tem como características, respectivamente, o desenvolvimento e o subdesenvolvimento econômico, a inclusão e a exclusão social.

Segundo D'Ambrosio (2008), os meios de observação, coleta e processamento de dados mudaram no decorrer da história. Nesse sentido, o autor entende que a percepção do contexto histórico é importante em qualquer discussão sobre Matemática e o seu processo de ensino. Assim, buscar compreender sobre o porquê da relevância do Ensino de Matemática, é essencial para que se faça uma proposta de inovação em Educação Matemática.

Nesse cenário, além dos dados disponíveis serem volumosos, são produzidos mais rápidos, tem uma variedade imensa de fontes, necessitando verificação da veracidade dos mesmos, além de ter um alto valor, quando tratados. Esta é a revolução dos dados! Contudo, precisamos refletir e responder: para quem será esta revolução? Afinal, alguns já têm acesso a esse novo mundo, mas por falta de conhecimento, recurso e oportunidade, muitos governos, organizações e cidadãos são excluídos dessa nova realidade. Existem grandes e crescentes desigualdades no âmbito do acesso de dados, nas informações e também na capacidade de utilizá-los (PARRA, 2016).

Conforme o relatório sobre a revolução dos dados denominado "Um mundo que conta", o uso de dados é essencial para a tomada de decisões (IEAG, 2014). Pode-

mos constatar isso na vida cotidiana, pois muitas vezes precisamos de dados e informações para tomar decisões, pois mesmo que não percebamos, fazemos isso usando Estatísticas. É por isso que adquirir habilidades estatísticas, já na escola, pode ser importante para aprendermos a ler e decodificar corretamente o mundo que nos rodeia, tomando decisões mesmo em momentos de incerteza.

A capacidade de tomar decisões em situações de incerteza é essencial para o cidadão consciente que pretende compreender os fenômenos que o rodeiam. Contudo, o uso da Estatística exige uma capacidade de entender os dados como números em um contexto, causando assim, implicações para o seu método de ensino.

O ensino de Estatística pode ser uma alternativa para preparar os estudantes a aplicar seus conhecimentos na resolução de problemas do mundo real, envolvendo dados de vários tipos, coletados em uma variedade de circunstâncias. Segundo Cazorla et al (2017, p. 14), a “Estatística é o conjunto de ferramentas para obter, resumir e extrair informações relevantes de dados; encontrar e avaliar padrões mostrados pelos mesmos”. Assim, o Ensino de Estatística pode ampliar a visão dos estudantes, dando lentes poderosas que podem projetar fotografias da realidade, possibilitando inferências transformadoras tanto nas suas vidas como na sociedade. Assim, a Estatística é uma poderosa ferramenta usada para obter informações sobre os mais variados assuntos. É através dela que os números podem ser captados e possibilitam expressar e ordenar uma realidade confusa.

Dessa forma, o processo de ensino de Estatística nas escolas irá auxiliar no tratamento de dados e informações, desde cedo, com o intuito que os mesmos sejam transformados em conhecimento útil para tomada de decisões democráticas, o que inclui a necessidade do desenvolvimento do Letramento Estatístico.

Contudo, o conjunto de conhecimentos e a compreensão necessária para ser letrado estatisticamente, é muitas vezes definido pensando nos consumidores de Estatísticas e não reflete o que nossos estudantes contemporâneos, também podem dispor de dispositivos capazes de produzirem Estatísticas (Produtores de Estatísticas). Por exemplo, Gal (2002, p. 2-3), com foco em adultos, define Letramento Estatístico em termos de consumo, como a capacidade das pessoas de interpretar e criticamente avaliar “produtos estatísticos”, bem como sua capacidade de “discutir ou comunicar suas reações” a produtos estatísticos.

Em seu estudo, Gal (2002) cita a cidadania como um motivo para o avanço do Letramento Estatístico, uma vez que as democracias exigem um debate informado, e quase todas as discussões sobre políticas requerem algum conhecimento estatístico. Gal (2002) faz questão de deixar claro que o tipo de letramento no qual ele se refere, diz respeito ao consumo de informações e não a produção. Contudo, Gal (2002) sinaliza a existência da produção de Estatísticas e cita, como exemplo, o trabalho desenvolvido por Wild e Pfannkuch (1999), que tem foco em estudantes do curso de Estatística.

Gould (2017) apresenta um olhar mais contemporâneo e alinhado ao nosso, quando diz que o objetivo básico do Letramento Estatístico é de desenvolver consumidores críticos de Estatísticas produzidas por outros. Segundo Gould (2017), os estudantes modernos têm novas necessidades e todos precisam ser educados para realizar o duplo papel de produtor e consumidor de Estatísticas. Conforme o autor, devido a função e a natureza dos dados terem mudado e do alto custo das ferramentas computacionais para acessar e analisar os dados, é necessária uma ampliação na definição de Letramento Estatístico.

Gould (2017) defende que aprimorar a noção de Letramento Estatístico com o Letramento em dados, possibilita o desenvolvimento de cidadãos que conseguirão acessar e analisar, por exemplo, tanto dados governamentais, como os dados de sensores pessoais, com o propósito de responder seus próprios questionamentos, dando-lhes um poder de voz em uma sociedade democrática.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) já aponta para essa necessidade do papel duplo que os estudantes precisam ter, ou seja, produtor e consumidor de Estatísticas “[...] os cidadãos precisam desenvolver habilidades para coletar, organizar, representar, interpretar e analisar dados em uma variedade de contextos, de maneira a fazer julgamentos bem fundamentados e tomar as decisões adequadas” (BRASIL, 2017a, p. 272). Essas habilidades são essenciais para a vida dos estudantes e precisamos refletir que o contexto em que os estudantes estudam hoje é diferente do contexto em que Gal (2002) definiu o Letramento Estatístico.

De fato, os avanços provocados pelo desenvolvimento das Tecnologias trouxeram vantagens como a rapidez, a redução do custo e de erros na execução de pesquisas Estatísticas. Em contrapartida, Scalvenzi (2019) alerta que todo esse avanço

cria um paradigma estatístico: o grande fluxo de dados complexos. Esse paradigma traz novos desafios para o Ensino de Estatística, pois segundo Lopes (2013, p. 905): “Para ensinar Estatística, não é suficiente entender a teoria Matemática e os procedimentos estatísticos; é preciso fornecer ilustrações reais aos estudantes e saber como usá-las para envolver os alunos no desenvolvimento de seu juízo crítico”.

Neste sentido, é cada vez mais necessário, que ainda na escola, os estudantes comecem a refletir sobre como utilizar esses dados estatísticos oriundos de diferentes meios e dispositivos, além de serem estimulados a usarem a própria Tecnologia para desenvolver artefatos capazes de coletar dados e a escolher mecanismos de armazenamento para os mesmos.

Todavia, existem algumas críticas ao currículo de Estatística. Segundo Cobb (2015) e Ridgway (2015), o currículo atual está muitas vezes preso aos anos 1900, concentrando em pequenas amostras para populações, resiste ao pensamento algorítmico e não reflete a revolução dos dados. Os estudantes hiper conectados precisam estar cientes dos benefícios e dos perigos para os problemas associados com a automatização da tomada de decisão advindos da Inteligência Artificial (O'NEIL, 2016).

Na Inteligência Artificial, os algoritmos são projetados para apoiar ou tomarem decisões baseados em dados, capazes de decidir, por exemplo, qual o *Stories* dos seus amigos que você poderá ver; que música você poderá escutar, qual o melhor percurso para um determinado caminho, o preço da viagem do *UBER*; qual o melhor tratamento médico para você.

Dessa forma, a Inteligência Artificial é um novo modelo estatístico de previsão. Turner (2019, p. 16) explica que Inteligência artificial (IA) é “a capacidade de uma entidade não humana de fazer escolhas por um processo avaliativo”. A IA contempla outras subáreas, como a *Machine Learning*, que é um tipo de método de análise de dados. O *Machine Learning* (aprendizado de máquina), automatiza a geração de modelos analíticos através de algoritmos que aprendem a partir de diversas bases de dados e de experiências acumuladas.

A técnica do *Machine Learning* permite a predição e o aprendizado de certos padrões e comportamentos automaticamente, sem a intervenção humana. Então, se

o Ensino de Estatística nos permite ampliar o olhar sobre a realidade a ponto de melhorar a nossa forma de inferir e decidir diante de situações de incerteza, como lidar com algoritmos que educadamente te oferecem as melhores escolhas?

Pesquisas como as de Pontes, Souza e Castro (2021), Lopes (2013) e Wild e Pfannkuch (1999) mostram a importância de trabalhar com dados reais durante o Ensino de Estatística, buscando levar os estudantes ao desenvolvimento da capacidade de julgamentos críticos. Contudo, vale ressaltar que os dados que dispomos hoje são diversos e podem ser encontrados em diferentes tipos de telas e dispositivos. Antes de todo esse avanço tecnológico, os jornais impressos e os transmitidos por emissoras eram as principais fontes de Estatísticas, sendo que os próprios jornalistas analisavam os dados por nós e faziam algumas inferências, às vezes tendenciosas. Diante das informações passadas pela imprensa, os cidadãos comuns tomavam suas próprias decisões, por diversas vezes, influenciadas ou manipuladas.

Segundo Freire (1987), por meio da manipulação, as elites dominadoras vão tentando conformar as massas populares a seus objetivos e quanto mais imaturas, politicamente, estejam elas, mais facilmente se deixam manipular. O cenário aparentemente mudou, hoje temos algoritmos avançados capazes de tomar decisões por nós, baseados em dados. Logo, à medida que foi acontecendo o desenvolvimento de novas tecnologias, foi acontecendo a troca dos mediadores humanos por mediadores automatizados, permitindo cada vez mais o controle das nossas preciosas escolhas. Para Freire (1987), a manipulação é um instrumento fundamental para a manutenção da dominação das massas pelas elites dominantes.

Deste modo, cabem novas reflexões no campo do ensino de Estatística: é confiável um algoritmo tomar decisões pelos seres humanos? Até que ponto isso pode ser aceitável? Acreditamos na necessidade de profundas reflexões críticas e éticas sobre todas essas mudanças relacionadas ao uso dos dados para fins lucrativos (colonialismo de dados) e para a alimentação da Inteligência Artificial: como os dados são captados? De que forma alimentam a Inteligência Artificial? Como alguém pode se beneficiar com os diferentes tipos de dados produzidos? Quem lucra com a produção massiva de dados? Os dados podem conter vieses? Reflexões como essas podem se iniciar na escola, que terá um grande desafio para preparar os nossos estudantes para todas essas mudanças.

Em vista disso, buscaremos refletir se o Letramento Estatístico proposto por Gal (2002), no qual ele define os elementos essenciais para que os indivíduos adultos sejam considerados aptos à leitura do mundo, ainda atende a sociedade contemporânea, haja vista, profundas mudanças ocorridas ao longo do tempo. Considerando que os estudantes de hoje têm mais acesso às Tecnologias, do que os sujeitos analisados na pesquisa de Gal (2002) e visando que os estudantes sejam cada vez mais estimulados a resolverem problemas do seu ambiente, acreditamos que possam existir novas competências e habilidades que sejam essenciais, nesse novo cenário, que podem encadear a novos tipos de letramentos.

Deste modo, entendemos que o Pensamento Computacional será essencial para ajudar a integrar aplicações de diferentes métodos estatísticos e ferramentas computacionais, durante o contato com os mais variados tipos de dados e nos seus processos de análise, auxiliando nas soluções para diferentes problemas encontrados na sociedade e poderá implicar no desenvolvimento de novos tipos de Letramento Estatístico.

Destarte, Pensamento Computacional pode ser uma competência essencial para trabalhar com esse grande fluxo de dados e com as diferentes Tecnologias existentes. Dessa forma, neste estudo, abordaremos na Matemática, o campo da Estatística, pois entendemos que ela seja uma disciplina que poderá ajudar os estudantes a trabalharem com diferentes tipos de dados, o que poderá contribuir para os processos de tomada de decisão pessoais e sociais, em decorrência da análise dos mesmos. Freire (2009) destaca que a Educação deve levar o sujeito a novas posturas diante dos problemas. Assim, exercer uma Educação Matemática de forma Crítica é colaborar para a cidadania, pois permite o exercício político e social dos estudantes.

Com esse propósito, buscamos um olhar sobre o Letramento Estatístico, sob uma perspectiva decolonial e da contemporaneidade, buscando metodologias de Ensino voltados para a coletividade, de forma que nenhum estudante fique para trás, e que o conhecimento seja partilhado para todos. Visando assim os processos de ensino e de aprendizagem de Estatística voltados para a construção de uma sociedade que utilize os dados para exercer a justiça social a partir do diálogo.

Diante das justificativas apresentadas, a questão norteadora desse projeto é: o desenvolvimento do Pensamento Computacional pode contribuir para o processo de Letramento Estatístico dos estudantes?

O questionamento citado anteriormente, serve de base para a definição do objetivo geral: analisar o Pensamento Computacional como uma competência para o desenvolvimento do Letramento Estatístico a partir de um curso de Robótica e introdução à inteligência artificial com suporte do ciclo PPDAC. Ademais, elencamos como objetivos específicos:

- a) Realizar um curso de Robótica e Introdução à Inteligência Artificial, buscando compreender o desenvolvimento do Letramento Estatístico;
- b) Mapear habilidades inerentes ao Pensamento Computacional, mobilizadas por estudantes do Ceará durante uma investigação com suporte do Ciclo PPDAC;
- c) Identificar ações que promovam o Letramento Estatístico que estejam relacionadas com o Pensamento Computacional;

A realização desta pesquisa ancora-se na perspectiva de competências e habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que prevê o desenvolvimento de habilidades concatenadas à Estatística e a utilização de diferentes linguagens, entre elas, a cultura digital (BRASIL, 2018).

Para isso, buscaremos despertar nos estudantes o espírito investigativo, e com aporte teórico sobre Letramento Estatístico de Gal (2002); ciclo investigativo PPDAC (Problema, Planejamento, Dados, Análise, Conclusão) de Wild e Pfannkuch (1999) e o Construcionismo de Papert (1993); Para embasar as reflexões quanto ao uso dos dados utilizaremos: o Pensamento Computacional de Wing (2011); o Decolonialismo, segundo Walsh (2010) e a Matemática Crítica de Skovsmose (2001).

Espera-se que, ao final desta pesquisa, aprimorar o conhecimento sobre como os estudantes podem usar o Pensamento Computacional durante as suas próprias investigações Estatísticas com ou sem o uso de tecnologia, colaborando assim para o desenvolvimento do Letramento Estatístico, o que poderá acarretar inferências baseadas em dados, e não apenas em suposições, propiciando ações que ajudem na transformação da realidade, visando um novo pensar sobre justiça social, que nos ajude a manter o equilíbrio e segurança na sociedade.

Essa dissertação está organizada em seis seções, descritos a seguir: elementos introdutórios, já apresentados. A primeira seção, intitulada: Educação Matemática Crítica e a Educação Estatística: um olhar Decolonial, abordará o desenvolvimento da tecnologia e da Estatística na sociedade, apontando reflexões para o Ensino de Estatística.

Na seção seguinte, denominada: O Letramento Estatístico e as transformações na sociedade, discutiremos os pressupostos da Educação Matemática Crítica com foco no colonialismo dos dados, a Inteligência Artificial e abordaremos o Pensamento Computacional e o Letramento Estatístico, como possibilidades para o Ensino de Estatística.

Na seção dos procedimentos metodológicos serão detalhados a caracterização da pesquisa, o *lôcus* e os sujeitos envolvidos, os instrumentos e recursos utilizados na coleta dos dados da pesquisa, a forma de análise e o cronograma de execução.

Na sequência, fizemos um mapeamento das habilidades inerentes ao Pensamento Computacional, mobilizadas por estudantes durante investigações com o suporte do Ciclo PPDAC no Ceará e por fim, analisamos o curso buscando compreender o desenvolvimento do Letramento Estatístico.

Encaminhando para a conclusão, evidenciamos a necessidade da ampliação do Letramento Estatístico e propusemos o Letramento Estatístico Digital. Além disso, verificamos a associação entre os pensamentos Crítico, Estatístico e Computacional e para essa conexão entre os pensamentos denominamos de Pensamento Estatístico Digital. Nesta, baseio-me em informações referentes a observações registradas em diário de campo, *print* de telas, imagens digitais de atividades e produções escritas, artefatos desenvolvidos pelos estudantes bem como relatórios, textos e narrativas, por mim construídos, em uma intervenção durante um curso de Robótica e inteligência Artificial, para estudantes Ensino Médio que, no ano de 2022, em duas cidades no Nordeste do Brasil.

2 EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA E A EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA: UM OLHAR DECOLONIAL

Segundo Skovsmose (2001), a Tecnologia determina as relações de poder presentes em nossa sociedade. É por meio das TIC que podemos determinar ou aumentar essas relações. À vista disso, faz-se necessário a formação de cidadãos para adquirir competência crítica, capazes de não apenas aceitar decisões, mas que possam questioná-las, exigindo diálogo entre a sociedade, que envolvam o ambiente e os grupos sociais em que vivem.

Espera-se, portanto, que as pessoas sejam capazes de questionar os atos tecnológicos, de forma a perceber não só os seus pontos positivos, mas também os pontos negativos e os eventuais riscos para o ambiente e para a sociedade. A partir disso, o uso das TIC junto à Educação Matemática Crítica pode ser incentivado, visando a implantação de uma Educação que estimule a ação por parte dos estudantes. Essa ação exige uma postura crítica e investigativa, pois a utilização de Tecnologias possibilita um grande fluxo de dados, sendo necessário que os estudantes aprendam a utilizar esses recursos para resolver problemas sociais e individuais.

Nesse sentido, entendemos que a escola possui um desafio e uma responsabilidade social sobre esse assunto, fazendo-se necessário novas reflexões que ajudem os estudantes a entenderem sobre qual o papel que a Matemática exerce nesse cenário e de que forma ela pode contribuir para a promoção da democracia.

Skovsmose (2013), com um olhar semelhante ao nosso, diz: “a democracia não caracteriza apenas estruturas institucionais da sociedade com relação às distribuições de direitos e deveres. Democracia também tem a ver com a existência de uma competência na sociedade” (SKOVSMOSE, 2013, p. 37). Segundo o autor, caso o Ensino de Matemática continue sendo repassado sem o aspecto democrático, ela será apenas mais uma ferramenta para domesticar a sociedade dominada pela Tecnologia. Logo, estimular a utilização da Matemática e da Tecnologia como facilitadores durante a resolução de problemas do seu contexto, poderá levá-los a tecer ações que colaborem para a realização da Justiça Social, visando a diminuição das diferenças e desigualdades sociais.

Ao refletirmos sobre essas questões, acreditamos que a Educação Matemática Crítica pode ter um papel relevante na busca incessante de diferentes questões sobre

a democracia no âmbito educacional, utilizando a Matemática como uma facilitadora no processo de investigação e estímulo ao protagonismo estudantil. Similarmente a Educação Matemática Crítica, a Educação Estatística também tem um cunho crítico e permite abordagens em que tanto a Matemática como a Estatística sejam usadas como meios para a conquista da Justiça Social, tornando-as verdadeiras ferramentas para o empoderamento do conhecimento, para os estudantes. Afinal, a busca pela democratização da educação deve ser constante, não basta garantir apenas a vaga para os estudantes, é necessário assegurar condições básicas para que os mesmos permaneçam nas escolas. Deste modo, é necessário pensar em estratégias que favoreçam a todos os indivíduos condições mínimas necessárias para que os mesmos participem ativamente do processo educativo.

Nas próximas subseções, viajaremos no tempo para entender como aconteceu o desenvolvimento da Tecnologia e da Estatística na sociedade e faremos reflexões para o Ensino de Estatística na Educação Básica, com lentes de equidade e sob uma perspectiva decolonial.

2.1 O DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA E DA ESTATÍSTICA NA SOCIEDADE

Os desenvolvedores de tecnologia modelam o mundo, pois oferecem recursos que mudam o nosso ambiente, propiciando tudo o que mais desejamos e também o que mais odiamos.

À medida que as tecnologias foram sendo desenvolvidas pela sociedade, o conhecimento especializado passou a ser cada vez mais valorizado, no entanto, esse acesso ao conhecimento era muito limitado e poucos tinham acesso. A consequência dessa limitação é um abismo imenso entre os desenvolvedores e os consumidores de tecnologia. Além disso, o pensamento que leva os desenvolvedores não é neutro e possui tanto um lado positivo como um negativo. À medida que os avanços vão dando poder para quem desenvolve inovação tecnológica, muitas vezes ao longo prazo são desconsiderados os potenciais efeitos negativos na sociedade (BURKE; ORNSTEIN, 1995).

Em vista disso, o desenvolvimento das Tecnologias deve impulsionar transformações sociais, valorizando a inclusão social e não potencializar, ainda mais, as desigualdades sociais. Buscar por soluções tecnológicas que visem também o bem-estar das pessoas e que promovam a democratização da Educação pode ser um caminho para a resolução de problemas enfrentados pela sociedade. Para isso, é essencial que compreendamos o trabalho dos desenvolvedores de Tecnologia, o processo pelo quais suas ações moldam as nossas vidas e a contribuição da Matemática e da Estatística.

Uma vez que a Estatística está relacionada ao crescimento e ao avanço tecnológico, o seu uso já era realizado há milhares de anos atrás. Contudo, Bayer et al (2004) alerta que, com o desenvolvimento dos computadores, a Estatística ficou mais acessível aos seus indivíduos, porque grandes quantidades de informações, que dispomos hoje, são compilados por softwares de Estatística em uma fração de segundos, procedimento que antes era realizado, de forma manual, acarretando um trabalho gigantesco. Então, à medida que foi acontecendo o desenvolvimento da Tecnologia e à medida que novos artefatos iam sendo desenvolvidos, novas formas de coleta de dados iam surgindo e assim era possível manipular esses novos dados. Segundo Cazorla et al (2017), a definição de Estatística enquanto Ciência refere-se ao:

Conjunto de ferramentas para obter, resumir e extrair informações relevantes de dados; encontrar e avaliar padrões mostrados pelos mesmos; planejar levantamentos de dados ou delinear experimentos e comunicar resultados de pesquisas quantitativas (CAZORLA et al; 2017, p. 14).

Existem registros de que a Estatística esteve presente em diferentes culturas, nos tempos mais remotos (LOPES; MEIRELES, 2005). Em civilizações antigas, como: a Grécia, Egito, Japão, Roma e China, encontramos facilmente relatos de recenseamento, contagem e enumeração (MAYER-SCHOENBERGER; CUKIER, 2013). Contudo, o processo de senso, por exemplo, no qual pessoas saíam pelos lugares para coletar dados e colocar nos seus registros, era muito demorado e dispendioso e mesmo com todo tempo e despesas gastos, as informações geradas eram muitas vezes aproximadas ou até mesmo obsoletas.

Durante esse período histórico, a Estatística era usada pelo estado, que tinha interesse em conhecer a sua população a nível econômico e social visando a cobrança

de impostos e o recrutamento militar. Assim, à medida que os governantes foram despertando o interesse por informações, eles foram usando a Estatística para saber sobre suas riquezas, populações, tributos e moradias.

Para Burke e Orneiem (1995), a possibilidade de estudar o comportamento de um grande número de indivíduos através de fórmulas Matemáticas, significava uma dádiva para ser usada no controle social. Contudo, no início da história da humanidade, dispúnhamos de poucos dados, então surgiu o conceito de amostra Estatística. Mayer-Schoenberger e Cukier (2013) explicam que o motivo de haver uma limitação de dados se justifica pela ausência ou precariedade de ferramentas para coletar, organizar, armazenar e analisar. Assim, selecionamos ao mínimo as informações em que confiávamos para que pudéssemos examiná-las com mais facilidade.

Gould (2010) explica que à medida que novas ferramentas tecnológicas iam sendo criadas, novas formas de coleta e análise iam surgindo. Em vista disso, ao longo do tempo, os desenvolvedores de Tecnologia foram cativando as pessoas com promessas baseadas em dados. Os magos do paleolítico, por exemplo, conseguiam indicar a melhor época para caçar, por terem noção do conhecimento das estações; os governantes do Egito e Mesopotâmia podiam prometer alimentos devido a inventários de celeiros; a Medicina prometia vida em resposta às epidemias e que devastavam populações (BURKE; ORNSTEIN, 1995).

Com o decorrer do tempo, os dados aumentaram cada vez mais, permitindo assim a extração de informação e conseqüentemente de conhecimento. Todavia, Cazorla (2004) alerta que as informações deveriam ser utilizadas para opinar, escolher e comprar, no entanto, vêm sendo criadas para promover um produto, uma marca, uma causa ou um político e não para expandir conhecimento.

Hoje, diferentes empresas e órgãos governamentais usam essa imensa quantidade de dados coletados para rastrear informações sobre o comportamento humano (SCALVENZI, 2019). Entretanto, nem sempre foi assim, só recentemente empresas e até mesmo cidadãos comuns já podem coletar e classificar informações em grande escala. Anteriormente, apenas grandes instituições como as Igrejas e o Estado realizavam essa tarefa.

Para Scalvenzi (2019), o surgimento da *Web 2.0* e o surgimento das mídias sociais possibilitou que páginas na internet fossem geradas por usuários sem conhecimento em programação. Devido a isso, foi possível codificar diferentes aspectos da vida social de uma forma nunca vista antes, como por exemplo: interesses, busca por informações, conversas casuais, respostas emocionantes, expressões de gostos e muitos outros.

Apesar do desenvolvimento da Tecnologia ter propiciado também o desenvolvimento cada vez mais avançado da Estatística e de técnicas de análise, ferramentas e softwares foram sendo desenvolvidas ao longo da história e provocaram uma revolução, a dos dados, cabendo a necessidade de reflexões quanto ao seu uso indiscriminado.

Logo, o uso de dados e da Estatística ao longo do tempo só aumentou e atualmente são utilizados para obter vantagens e enriquecimento, trazendo novos desafios para o âmbito do Ensino de Estatística.

A seguir abordaremos como acontece a estruturação do colonialismo dos dados e fazemos uma reflexão sobre como o processo da decolonialidade pode ser realizado no Ensino de Estatística

2.2 O COLONIALISMO DOS DADOS, A ROBÓTICA E A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: REFLETINDO A DECOLONIALIDADE NO ENSINO DE ESTATÍSTICA

Vivemos a Revolução dos dados, perceptível aos olhos de quem tem um simples celular, por exemplo. Temos acesso em tempo real a dados como: a previsão do tempo, o número de nascidos, gastos em saúde no mundo, pessoas sem acesso à água potável, o petróleo extraído hoje (RIDGWAY; 2015). A esse grande volume de dados denominamos de *Big Data*.

Segundo *TechAmerica Foundation* (2012), o termo *Big Data* descreve os grandes conjuntos de dados variados, velozes que são gerados a cada segundo e que necessitam de métodos e tecnologias avançadas para conseguir processar, coletar e gerenciar esse intenso fluxo de dados. Para Scalvenzi (2019), diferente dos dados estatísticos, que são coletados com fins específicos, o *Big Data* é um grande emaranhado de dados, subprodutos dos sistemas inteligentes e da internet das coisas.

Teles (2016, p. 435) explica que esse grande fluxo de dados não classificados, são originários de diferentes meios, como as “redes sociais, blogs, *feeds* de notícias, dados de sensores de faces, sons e imagens, *e-mails*, jogos, geolocalizadores e autorizações de celulares, sistemas de cartões, operações de marketing e publicidade, pesquisas científicas, redes e sistemas de segurança”.

Laney (2001) apresenta como as características do *Big Data*: Volume - grandes quantidades de dados; Variedade - heterogeneidade dos dados; Velocidade - acesso rápido aos dados; Valor - relacionado à preciosidade dos dados; Variedade - variedade e complexidade dos dados que podem ser retidos. Os dados podem ser estruturados (dados tabulares); semiestruturados (dados provenientes da *WEB*) e não estruturados, como textos, vídeos, áudio e imagem. Esses precisam de pré-processamento para serem analisados.

Conforme Madigan et al (2013), os dados de um *Big Data* apresentam todas essas características mencionadas anteriormente, mas também apresentam diferentes formatos que os estatísticos não tinham costume de manipular, tais como: imagens, funções e redes. Um dos desafios oriundos do *Big Data* é descobrir como gerar e analisar informações em sistemas tão complexos.

Nesse sentido, Wild (2017) acredita que o desenvolvimento do Pensamento Estatístico no contexto de *Big Data* é importante. O Pensamento Estatístico consiste em compreender todas as etapas de uma investigação, entendendo, por exemplo, que a amostra e a forma de coleta de dados podem influenciar nos resultados (CASTRO; CASTRO-FILHO, 2015), o que requer analisar as informações e os dados, presentes no cotidiano, de forma crítica (CAZORLA; UTSUMI, 2010). Assim, para Wild (2017), em um contexto com grande fluxo de dados, precisamos nos relacionar de forma crítica com o *Big Data*, inclusive quando não somos os produtores, nem os consumidores de declarações Estatísticas.

Madigan et. al, (2013) alertam sobre a necessidade de aprender a usar ferramentas tecnológicas para conseguir manipular esse fluxo intenso de dados. Para os autores é importante o desenvolvimento de habilidades computacionais que ajudem no manuseio desses sistemas inteligentes, para conseguir obter informações úteis desse emaranhado de dados disponíveis que ajudem nos processos de tomada de decisões. Quando pensamos no processo de decolonialidade, além de estimular a

manipulação de dispositivos tecnológicos, é preciso também estimular os estudantes a desenvolverem suas próprias soluções tecnológicas.

Há diversas possibilidades de exploração desses grandes fluxos de dados na Educação, especificamente para o Ensino de Estatística: para entender fenômenos e dinâmicas da sociedade, especialmente as que abrangem análises em tempo real. Entretanto, devemos levar os estudantes a perceberem que os dados advindos do *Big Data*, apesar de volumosos, não tratam da população como um todo, mas de usuários do Instagram ou Facebook e de motoristas de aplicativos com GPS, por exemplo.

Conforme já mencionado, o aumento significativo na produção de dados é visto como um verdadeiro manancial, por vezes, declarado como o petróleo do século XXI, fazendo comparação à sua relevância nas atividades econômicas e geração de riqueza monetária. Conforme Mayer-Schoenberger e Cukier (2013), o processo de criação de grandes quantidades de dados pode ser denominado datificação. Segundo os autores, esse processo possibilita a conversão de ações sociais em dados, que após serem analisados, permitem o monitoramento das ações em tempo real e permitem uma análise preditiva. Logo, essa grande quantidade de dados possibilita realizar uma síntese da nossa vida moderna.

Contudo, o modo de tratamento e armazenamento desses dados não beneficia todas as populações, nem enriquece da mesma forma todas as comunidades. Teles (2016) alerta que esse volume astronômico de dados não está disponível para todos os indivíduos. Essa falta de disponibilização é reflexo da desigualdade social. Afinal, em uma sociedade baseada em dados, a colonialidade é feita e ampliada através do uso de dados e das suas tecnologias de tratamento. Em um país como o Brasil, por exemplo, que possui uma grande área demográfica, existem pontos críticos de locais ainda sem acesso à internet e a dispositivos eletrônicos. Países periféricos como o Brasil, por exemplo, devem se dedicar em comprar os melhores produtos tecnológicos e serviços pelo menor preço. O uso da tecnologia é a principal alternativa para a população desses países. Já o desenvolvimento, o domínio da técnica, concentram-se nas *Big Techs* – grandes corporações, que tenham capital para essa atividade. Castells (1998, p. 82) enfatiza que “a ascensão do capitalismo informacional global é, na realidade, caracterizada pelos simultâneos desenvolvimentos e subdesenvolvimento econômico, inclusão e exclusão social”.

Cassino, Souza e Silveira (2021, p. 76) complementam o raciocínio acima, explicando que:

Uma nova forma de colonização empresarial está ocorrendo, segundo o sociólogo Michael Kwet. Ao contrário da conquista de terras, as grandes empresas estão a colonizar a tecnologia digital. Sistemas operacionais de computadores pessoais e smartphones, ferramentas de buscas, suítes de escritório, navegadores, plataformas de redes sociais, mapas, transportes e streaming de vídeo são aplicativos e funções dominados por empresas multinacionais estadunidenses.

Seguindo a lógica da economia neoliberal, enquanto em um número restrito de países, grandes empresas de Tecnologia ou *Big Tech* desenvolvem diferentes recursos capazes de captar e tratar grandes volumes de dados de seus usuários, que depois podem ser tratados e utilizados para gerar mais riqueza para seus desenvolvedores. Países periféricos apenas consomem Tecnologia, ou seja, eles precisam se esforçar para comprar os melhores produtos e serviços pelo menor preço. Tais ações deixam os países consumidores de tecnologias cada vez mais dependentes dos que a desenvolvem, gerando com isso o que Couldry e Mejías (2019) denominam de colonialismo dos dados.

Segundo Couldry e Mejías (2019), o colonialismo dos dados é o processo de extração de dados por grandes empresas de Tecnologia de seus usuários. Ele é uma combinação das práticas extrativas predatórias do colonialismo histórico com os métodos de quantificação da computação em um processo que se estrutura à medida que pessoas e coisas vão se vinculando à infraestrutura de conexão. Para os autores, a vida humana é usurpada por meio dos dados que produzimos e das interações realizadas com outros indivíduos, a extração desses dados, é o objeto do capital (COULDRY; MEJÍAS, 2019). Dessa forma, a vida social transforma-se em um artifício para a extração, durante a mineração desses dados.

Cassino, Souza e Silveira (2021, p. 51) dizem que:

O colonialismo de dados também, e principalmente, deve ser compreendido como um processo de empobrecimento dos países periféricos diante das gigantescas plataformas de dados. Os fluxos dos dados estão ocorrendo em sentido único. Dados como ativos de grande valor econômico e insumos vitais para os sistemas algorítmicos de aprendizado de máquina são gerados por dispositivos criados pelas plataformas que os extraem e concentram em seu poder. Isso gera maior capacidade de análise e, por conseguinte, maior conhecimento codificado nas mãos das plataformas, novos leviatãs.

Vale ressaltar que as ações que ocorreram no colonialismo histórico foram responsáveis pelo desenvolvimento seletivo da Europa e do subdesenvolvimento da

Ásia, África e América Latina (COULDRY; MEJÍAS, 2019). Os efeitos do colonialismo continuam a ser sentidos, não só nos povos indígenas, mas também para os negros e seus descendentes e ainda hoje precisam resistir à expropriação, invasão cultural e o genocídio. Sobre isso, Leite, Ramalho e Carvalho (2019, p.1) relatam que a “escola brasileira, entretanto, carrega a herança de nosso passado colonial, que impôs a cultura e o conhecimento de povos dominantes a outros povos e culturas que se expressavam de forma distinta e, por isso, não eram reconhecidos como legítimos”. Conforme os autores, as escolas brasileiras ainda carregam a herança de nosso passado colonial, e a sua ação muitas vezes provocou o desaparecimento de muitas culturas e saberes, manifestando um aspecto violento por meio dessa instituição.

Em decorrência disso, o colonialismo de dados é visto como algo ainda mais profundo, pois por meio dele é possível capturar e controlar a própria vida humana através da apropriação dos dados, que podem ser extraídos para o lucro (COULDRY; MEJÍAS, 2019). As plataformas como *Google*, *Facebook*, *Instagram*, *LinkedIn* capturam e armazenam milhares de dados pessoais, que depois são utilizados para promover influência comportamental para fins de propaganda comercial, política ou ideológica. Essa prática de extração de dados é muito lucrativa para essas empresas, que ficam concentradas na América do Norte e na China, aumentando ainda mais o abismo de desigualdades sociais. Conforme Cassino, Souza e Silveira (2021, p. 78):

O colonialismo digital permite ao colonialismo de dados extrair, de forma sem precedentes, dados pessoais em escala global. Para tal, as grandes empresas da tecnologia desenvolvem ambientes voltados para o capital, isto é, criam ambientes de interações sociais prontos para converter nossas vidas em fontes de renda por meio dos dados, o que sugere uma nova forma de exploração, apropriação e dinâmicas de discriminação e desigualdade.

Por conseguinte, o fluxo intenso de dados captado e armazenado pelas tecnologias desenvolvidas está sendo utilizado para alimentar a Inteligência Artificial. Para Turner (2019, p. 16), Inteligência artificial (IA) é “a capacidade de uma entidade não humana de fazer escolhas por um processo avaliativo”. A IA usa algoritmos, que quando aplicados a uma parcela de dados, possibilita solucionar conjuntos semelhantes de problemas (TURNER, 2019). A partir dos algoritmos, as empresas de Tecnologia controlam o mercado usando a Inteligência Artificial, que pega qualquer informação disponível no smartphone ou PC para recomendar um anúncio ou uma publicação, por exemplo.

Um algoritmo é uma sequência de passos bem definidos para resolver problemas (TURNER, 2019). Eles atuam como verdadeiros filtros informacionais, pois ao entrarem em contato com um conjunto de dados, os algoritmos escolhem aqueles que foram estabelecidos como essenciais para a finalidade a que foram programados. Através da identificar padrões em grandes conjuntos de dados, os algoritmos conseguem aprender, possibilitando assim o aprendizado em máquina ou Machine Learning (DOMINGOS, 2012).

Contudo, Blikstein et al (2021) alertam que os algoritmos e os diferentes métodos de Inteligência Artificial são caixas-pretas e nem sempre permitem que se conheça como criam seus modelos a partir de dados pessoais. Teles (2018) também sinaliza que o uso de algoritmos possui a característica de criar mecanismos de controle sem a necessidade de exercer discursos e ideologias.

Os motores de busca do Google, por exemplo, são organizados por algoritmos, que definem o que devemos visualizar primeiro ao realizarmos uma pesquisa. Similarmente, nas Redes Sociais, em qualquer ação, seja apenas visualizar uma foto ou vídeo, os algoritmos interpretam as interações e conseguem capturar comportamentos e aprendem com ele. Cada vez que interagimos nas Redes Sociais, os algoritmos transformam o nosso comportamento no ciberespaço, em um dado estatístico importantíssimo. Semelhantemente, o Youtube nos ajuda a encontrar os vídeos conforme os nossos interesses, já definidos em nossas buscas anteriores.

Assim, vamos nos acostumando com essas recomendações perfeitas feitas silenciosamente pelos algoritmos, em um mundo virtual onde tudo é modelado conforme as nossas preferências. Temos como resultado desses filtros personalizado as bolhas que reúnem e interligam as pessoas que têm o mesmo padrão e características semelhantes. Nesse mundo perfeito, caso as pessoas não pesquisem em seus buscadores sobre política, cultura, notícias, por exemplo, dificilmente elas saberão sobre esses e outros assuntos diferentes de suas preferências e de suas buscas anteriores.

Segundo Pariser (2014), essas relações de conexão em bolhas geram a radicalização das opiniões e a fragilidade das experiências comuns. Esses filtros personalizados podem representar uma ameaça para a democracia, porque a formação de visões extremistas pode provocar reações de radicalização e intolerância, o que precisa ser discutido e analisado.

Através do advento das Tecnologias e o aprendizado de máquina é possível identificar padrões predominantes que podem ser decodificados e decifrados por algoritmos. Por trás de tudo isso nos deparamos com o uso de técnicas Estatísticas capazes de analisar grandes volumes de dados e permitir o reconhecimento de padrões. A utilização de reconhecimento de padrões é uma técnica utilizada dentro da Inteligência Artificial para analisar conjuntos de dados, identificar as semelhanças e diferenças e organizá-los conforme padrões semelhantes. Contudo, existem também implicações negativas que precisam ser verificadas (GILLESPIE, 2014). Em 2014, Gillespie já ponderava a importância de refletir se os algoritmos eram isentos de subjetividade, erro ou manipulação (GILLESPIE, 2014). A seleção de quais dados importam e porquê importam nesse processamento depende do objetivo (BIONI, 2019).

Após um sistema reconhecer determinados padrões, é possível direcionar anúncios, recomendar filmes, identificar spams no e-mail, entre outros. Segundo Zhao et al. (2017), os sistemas de recomendação de anúncio baseiam-se em dados demográficos e alguns grupos raciais e de gênero recebem anúncios com preços maiores que outros grupos.

Um exemplo, que podemos citar é do algoritmo do UBER. Em regiões periféricas, onde acontecem alto índice de assalto, é comum os usuários relatarem altos preços e falta de motoristas disponíveis. Pesquisas também relatam, em alguns sistemas de policiamento preditivo, a ocorrência de desempenho preditivo diferentes entre raças (ANGWIN et al., 2016; SELBST, 2017; LUM; ISAAC, 2016). O desafio do reconhecimento de padrões dentro da Inteligência Artificial, especialmente no Machine Learning, é não usar algoritmos já previamente enviesados com predisposição a preconceitos, distinção e favorecimento entre grupos étnicos apenas pela ideia enraizada de raças.

Em suma, percebemos que as Tecnologias evoluem rapidamente, fazendo-se necessário um debate constante sobre os impactos sociais e quais as possíveis soluções para tornar as Tecnologias e as técnicas de Inteligência Artificial menos injustas. Refletir qual o papel da Matemática e da Estatística para o desenvolvimento dessas novas Tecnologias pode ser essencial, para ressignificar o Ensino de Estatística na escola. Freire (1987), em seu livro *Pedagogia do oprimido*, propõe, como forma de ruptura, uma Educação para a Liberdade. Já o sociólogo peruano Aníbal Quijano, no

final dos anos 1980, cria o termo colonialidade, para denunciar que a dominação presente nos sistemas coloniais perdura mesmo com o fim das colônias (MIGNOLO, 2017).

Cassino, Souza e Silveira (2021) comentam sobre a atuação da colonialidade na atualidade:

A colonialidade trabalha preferencialmente o tempo imediato. As soluções sempre devem estar prontas, a dromoaptidão, a velocidade acelerada das soluções ofertadas pelas plataformas é enaltecida. As corporações sempre estão prontas a nos servir, serão mais rápidas do que construir um caminho de aprendizado e de fortalecimento das inteligências locais. No contexto da colonialidade, o colonizado, a inteligência coletiva local, nunca está pronto, apto, capacitado para enfrentar um problema sem recorrer a uma corporação da matriz. O neoliberalismo se aconchega na colonialidade.

Em vista disso, Quijano (2007) propõe o rompimento com esta colonialidade, apontando para uma perspectiva decolonial, que se encontra com a Educação como prática da liberdade, proposta por Freire (1986), revelando que outra Educação é possível. Para Walsh (2010), a decolonialidade embasa-se na refutação das ideias de que diversos povos não ocidentais eram atrasados e não-civilizados. Segundo a autora, decolonizar-se é papel essencial do ponto de vista epistemológico e político.

Em outras palavras, a decolonialidade é a insurgência de novos modelos intelectuais que não desprezem as consequências do colonialismo, todavia, que inferem a necessidade de reconstruir o ser, o poder e o saber a começar, desta realidade marcada e resultante da relação colonialista. Para Kilomba (2019), descolonizar significa desfazer-se do colonialismo, buscando autonomia da parte de quem foi colonizado ou ainda sofre com as suas consequências e isso implica busca pela liberdade.

Nesse ponto, seria adequado trazer ao debate sobre a decolonialidade como instrumento de emancipação humana no sentido mais amplo. Logo, é necessário a criação de canais de interação entre as diferenças humanas sem que essas sejam adjetivadas por manifestações moralistas ou conservadores.

Com efeito, levando em conta o colonialismo dos dados; da importância da reflexão que nos traz a Educação Matemática Crítica e todos esses outros desafios já comentados, inerentes dos desenvolvimentos da Tecnologia, os estudantes precisam estar vigilantes sobre a importância dos dados e das possíveis opressões algorítmicas sutis. Uma das possíveis formas de promover a decolonização no Ensino de Estatística pode ser levando os estudantes para além do consumo de Estatística, mas que

eles consigam utilizar a Estatística para construção do conhecimento crítico e científico, visando a criação de soluções tecnológicas pautadas na coletividade, na cooperação, no comum, na emancipação dos saberes e das experiências sócio tecnológicas. Estimular os estudantes para que aprendam a usar os dados em benefício da sociedade para a construção dos seus próprios artefatos, pode contribuir para que os mesmos não fiquem dependentes apenas das grandes plataformas de Tecnologia dominantes, que possam seguir uma lógica patriarcal ou racista (WALSH, 2013). Também é preciso pensar em quais as novas habilidades essenciais para que um adulto seja considerado letrado estatisticamente na nossa sociedade contemporânea. Entendemos que para os estudantes sejam considerados letrados Estatisticamente, além dos conhecimentos estatísticos, eles precisarão ser capazes de entender toda a lógica contida em cada fase de um processo investigativo, assim como os novos mecanismos de coleta, análise e tratamentos de dados, tais atribuições poderão acarretar na necessidade de novas habilidades.

Para isso, são necessárias ações no âmbito da Educação Matemática que ajudem a promover intervenções baseadas na equidade durante o Ensino de Estatística, visando que os estudantes ampliem a capacidade de usar a Matemática e a Estatística para aprender a utilizar criticamente os dados a fim de resolver questões políticas e sociais, pois, segundo Gutiérrez (2002, p. 166), deve haver uma “relação positiva entre Matemática, pessoas e o planeta de forma a apagar as iniquidades”. Por isso, esta pesquisa focou em grupos de pessoas que estão à margem da sociedade, visando uma Educação libertadora.

Afinal, Freire (1968, p 15) alerta que a escola não é neutra e diz:

Não existe tal coisa como um processo de educação neutra. Educação ou funciona como um instrumento que é usado para facilitar a integração das gerações na lógica do atual sistema e trazer conformidade com ele, ou ela se torna a "prática da liberdade", o meio pelo qual homens e mulheres lidam de forma crítica com a realidade e descobrem como participar na transformação do seu mundo.

Então, entendemos que a melhor opção para a criação de um processo de Educação, deve seguir o lado que aponte para a prática libertadora, em que os indivíduos sejam conduzidos para participar da transformação de seu mundo, atuando de forma crítica, visando a justiça social por meio da equidade. Deste modo, comungamos com as ideias de Freire e vislumbramos a Educação como um ato libertador, cujo

os estudantes possam ser agentes que operam e transformam o mundo (FREIRE, 1986). Segundo o autor, a Educação libertadora tem como pilares, o diálogo e a ação.

Similarmente, D'Ambrosio (2017, p. 23-24) diz que

[...] uma sociedade com equidade e justiça social começa na sala de aula. A sala de aula de hoje é um espelho da sociedade como um todo, com todos os seus males – com a opressão dos alunos, com relações de poder que dividem e diferenciam os alunos, com procedimentos de avaliação que angustiam os alunos e os distinguem dos outros – servindo de mecanismo que determina que alguns terão poder e outros serão oprimidos. Para reverter a ordem social devemos criar um ambiente de sala de aula que sirva de exemplo das possibilidades para o relacionamento humano – onde o normal seja o respeito, a solidariedade, e a colaboração, criando nas crianças uma imagem de um mundo com respeito e dignidade de vida para todos. Precisamos incentivar professores a serem insubordinados ao se comprometerem a criar ambientes educacionais em que apoiam e potencializam o desenvolvimento de cada criança como um ser viável, vibrante, criativo, moral, responsável, confiante, colaborativo, capaz de amar e que se preocupa com o bem estar e a dignidade de todos à sua volta.

Logo, pensando no Ensino de Estatística, podemos usar as lentes da equidade para proporcionar a todos os estudantes oportunidades iguais de participação nas práticas durante o processo de aprendizagem, tais como: fazer perguntas, compartilhar ideias, realizar ilustrações. Buscando sempre que nenhum estudante fique para trás ou as margens do processo de aprendizagem, por não ter recursos ou condições para continuar nesse processo. Afinal, conforme Kimboa (2019), durante o estudo da própria marginalidade, podem ser criadas possibilidades do surgimento de um novo indivíduo.

Na próxima seção abordaremos o Ensino e Aprendizagem Estatística.

2.3 ENSINO E APRENDIZAGEM DE ESTATÍSTICA POR MEIO DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA E DO CONSTRUCIONISMO.

O ensino e a aprendizagem de Estatística podem ser abordados por meio da Educação Matemática Crítica e do Construcionismo. Essas abordagens pedagógicas oferecem perspectivas complementares que promovem uma compreensão crítica e engajada da estatística, permitindo que os estudantes desenvolvam habilidades de pensamento crítico, reflexão e participação ativa na construção do conhecimento estatístico

Conforme Skovsmose (2008), a Educação e a Democracia estão diretamente relacionadas. Segundo o autor, o conteúdo matemático poderia ser utilizado como

instrumento de democratização. Skovsmose (2008, p. 101) apresenta uma reflexão sobre a ideia da Educação Crítica:

Para que a Educação, tanto como prática quanto como pesquisa, seja crítica, ela deve discutir condições básicas para a obtenção do conhecimento, deve estar a par dos problemas sociais, das desigualdades, da supressão etc., e deve tentar fazer da Educação uma forma social progressivamente ativa (SKOVSMOSE; 2008, p. 101).

À vista disso, entendemos que seja possível o desenvolvimento de uma Educação Crítica no contexto da Educação Matemática e, por esse motivo, o desenvolvimento de uma Educação Matemática Crítica, em que o propósito principal não deve estar na resolução de provas de Matemática, mas no seu emprego como base tecnológica para a atuação crítica dos estudantes em diferentes problemas da sociedade.

Sobre isso, Skovsmose (2007, p. 188) explica que:

Tem havido observações consideráveis sobre o que poderia significar desenvolver a Educação Matemática, não para um trabalho em particular, mas para preparar cidadãos. Essa cidadania poderia ser passiva, mas faz sentido perguntar como a Educação Matemática poderia prepará-los para a cidadania crítica (SKOVSMOSE, 2007, p. 188).

Conforme o autor, a Educação Matemática Crítica sugere formar os estudantes em cidadãos críticos e reflexivos perante as Tecnologias e a sociedade (SKOVSMOSE; 2008). Para isso, Skovsmose (2008) diz que o Letramento Matemático é essencial para a formação dos mesmos.

Segundo o autor, a Educação Matemática Crítica pode mobilizar os estudantes a refletirem sobre os diversos problemas na sociedade e ajudar na busca por soluções. De maneira idêntica, entendemos que a Educação Estatística também pode servir como base para projetar tais mudanças, no âmbito da aprendizagem e do Ensino de Estatística (SKOVSMOSE; 2008, p. 101).

Para Campos (2007, p. 108), a Educação Estatística Crítica congrega “os objetivos da Educação Estatística com os da Educação Crítica, de forma a produzir uma pedagogia democrática, reflexiva, engajada em sua função maior de responsabilidade social para com os educandos”. O estudo de Campos (2007) ocasionou o surgimento do termo Educação Estatística Crítica. Sob essa ótica, para garantir o engajamento do professor, são necessários três princípios básicos:

Contextualizar os dados de um problema estatístico, preferencialmente utilizando dados reais; incentivar a interpretação e análise dos resultados obtidos; socializar o tema, ou seja, inseri-lo num contexto político/social e promover debates sobre as questões levantadas (CAMPOS; 2007, p. 110-111).

Em seu estudo, Campos (2007) diz que o objetivo de ensinar Estatística é para desenvolver a criticidade e o engajamento dos estudantes diante de situações políticas e sociais importantes para o seu contexto, buscando lutar pela justiça social.

Na visão de Lopes (2008), a Educação Estatística Crítica requer do professor que ele preze pelos conhecimentos que os estudantes já têm do seu mundo, que foram adquiridos pela sua convivência na sociedade. Trabalhar com temas relacionados ao cotidiano e ao contexto cultural dos estudantes pode ser um caminho para permitir a formação de cidadãos críticos, éticos e reflexivos. Sobre isso, Freire (1983) diz que a comunicação entre o professor e o estudante deve ser baseada no diálogo. Para o autor, o diálogo implica no reconhecimento do outro, por meio do respeito a sua dignidade, e isso só é possível entre pessoas que se fundamentam na democracia.

Para Cazorla e Santana (2019), a Estatística é a Ciência que oferece ferramentas que proporcionam a coleta, tratamento e a análise de dados, extraindo informações que nos permitem tomar decisões em situações de incerteza. Para Cazorla, Utzumi e Monteiro (2021), existe um aspecto essencial na aprendizagem da Estatística, que consiste em entender a sua essência para obter informações contidas nos dados. Segundo os autores, isso traz implicações no conhecimento da transformação de grandes quantidades de dados em Estatística e na compreensão dos seus significados, possibilitando o entendimento dos acontecimentos em sua volta. Inclusive, as Estatísticas constituem uma ferramenta que auxilia na resolução de problemas em diferentes áreas de estudo, como a Ciência, Medicina, Geografia, Biologia, Química e Ciências Sociais.

Conforme Giordano (2016), é essencial que todo cidadão consiga selecionar dados de fontes confiáveis, buscando contextualizá-los e consiga avaliar sua relevância para poder assimilá-los e, conseqüentemente, usá-los durante o processo de tomada de decisão. Em vista disso, refletir como esses dados são disponibilizados hoje e como os indivíduos podem usá-los, para tomar decisões que propiciem o exercício da cidadania, podem ser promovidos na escola durante as aulas de Estatística.

Nesse contexto, cumpre destacar o papel da aprendizagem de conceitos estatísticos, ainda durante a Educação Básica. As pessoas estatisticamente letradas conseguem utilizar-se das informações adequadamente, pensar criticamente sobre elas e tomar boas decisões embasadas em dados (GAL, 2002; CAMPOS, 2007). Para

Pontes, Souza e Castro (2021), o Letramento Estatístico é importante para formar cidadãos críticos, capazes de analisar dados e checar a veracidade dos fatos e das informações disponíveis na sociedade, para isso, é necessário que tanto o professor, como os estudantes desenvolvam essa competência para atuar de forma consciente no meio social. Contudo, o Letramento Estatístico costuma ser desenvolvido com práticas pedagógicas focadas em procedimentos, memorização, regras e algoritmos, práticas que, muitas vezes, ainda prevalecem em escolas da Educação Básica (PONTES; CASTRO, 2020).

Para Cazorla, Utzumi e Monteiro (2021), a essência da Estatística é a extração de informações oriundas de dados. Isso requer o conhecimento da transformação de grandes massas de dados em Estatísticas, como: tabelas, gráficos e medidas e também necessita a interpretação dos seus resultados, possibilitando o entendimento dos fenômenos. Um aspecto importante da aprendizagem de Estatística refere-se à compreensão de sua essência – extrair informação subjacente aos dados, o que implica no conhecimento da transformação de grandes massas de dados em Estatísticas. O desenvolvimento do Letramento Estatístico e do Pensamento Estatístico são tidos como essenciais em uma sociedade repleta de dados e informações.

Vale ressaltar que com o desenvolvimento de diferentes tipos de Tecnologias, hoje além de meros consumidores de informações, também produzimos dados, informações e conteúdo para diferentes mídias. Por isso, pensar no Letramento Estatístico, como algo que leve os estudantes apenas a ler o mundo, já não atende a nossa sociedade.

Convém destacar que o Ensino de Estatística só foi inserido no Brasil em 1997, com a publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e atualizado por meio da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), no ano de 2018 (CAZORLA; UTZUMI; MONTEIRO, 2021; PONTES; CASTRO, 2021). Para os pesquisadores, o motivo da sua inclusão é fruto do reconhecimento de sua relevância no desenvolvimento do Letramento e Pensamento Estatístico, ainda nos anos iniciais de escolarização.

A BNCC indica que o processo de escolarização deve acontecer através do desenvolvimento de dez competências gerais. Dentre estas a sétima competência é:

Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental

e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta (BRASIL, 2018, p. 9).

De acordo com a BNCC, o processo de escolarização deve acontecer utilizando fatos concretos oriundos da realidade dos estudantes. A BNCC também ressalta a importância de desenvolver competências para aprender a lidar com a grande quantidade de informações cada vez mais disponíveis, ser proativo para reconhecer os dados de uma situação e buscar solução, e ter autonomia para tomar decisões.

Podemos ilustrar a relevância dada à Estatística na BNCC, por meio do trecho seguinte:

Todos os cidadãos precisam desenvolver habilidades para coletar, organizar, representar, interpretar e analisar dados em uma variedade de contextos, de maneira a fazer julgamentos bem fundamentados e tomar as decisões adequadas. Isso inclui raciocinar e utilizar conceitos, representações e índices estatísticos para descrever, explicar e prever fenômenos (BRASIL, 2018, p. 274).

Para isso, faz-se necessário que as aulas de Estatística levem os estudantes a raciocinar e utilizar conceitos, representações e índices estatísticos para descrever, explicar e prever fenômenos.

Para o Ensino Médio, a BNCC demonstra a preocupação com os impactos das transformações ocorridas na sociedade e ao tratar do mundo digital e cita a importância do desenvolvimento de aprendizagens relativas às formas de processar, transmitir e distribuir a informação de maneira segura em diferentes dispositivos tanto físicos (computadores, celulares, tablets), como virtuais (internet, redes sociais e nuvens de dados, entre outros), percebendo a relevância atual de codificar, armazenar e proteger a informação;

De acordo com Lopes (2008), o ensino de Estatística torna-se indispensável ao cidadão nos dias de hoje e em tempos futuros, delegando ao Ensino da Matemática o compromisso de não só ensinar o domínio dos números, mas também a organização de dados, leitura de gráficos e análises estatísticas. O reconhecimento da importância da Estatística na formação do cidadão permitiu que diferentes países incorporassem esses conteúdos no currículo do Ensino Fundamental e Médio, iniciado ainda nos anos iniciais do Ensino Fundamental (CAZORLA, 2004).

Contudo, a forma com que a Estatística é apresentada na escola, prioriza procedimentos, regras e algoritmos engessados e previamente estabelecidos, em detri-

mento de atividades práticas e reflexivas, acarretando dificuldades conceituais em estudantes (NACARATO; MENGALI; PASSOS, 2017; CAZORLA; UTSUMI; SANTANA, 2020). Em muitos casos, há ainda a predominância apenas no uso do livro didático, sem explorar situações reais (PONTES; CASTRO, 2021). Em decorrência disso, os estudantes nem sempre são incentivados a perceber os seus próprios problemas sociais nos quais estão inseridos e motivados a investigá-los para tentar compreendê-los e assim pensar em possíveis formas de solucioná-los.

Em decorrência do desenvolvimento da Tecnologia, uma maneira de trabalhar investigações Estatística nas escolas, pode ser por meio da abordagem construcionista de Papert (1993). Para Papert (1993), o Construcionismo permite que os estudantes aprendam quando têm a oportunidade de construir e manipular objetos tangíveis, em vez de apenas receber informações passivamente. O construcionismo enfatiza a importância da aprendizagem ativa, na qual os estudantes constroem seu próprio conhecimento por meio da exploração e do envolvimento direto com os materiais e as ferramentas. Ao aplicar essa abordagem ao ensino de estatística, os estudantes podem interagir com dados reais, coletando, organizando e analisando informações de maneira prática e significativa. Isso permite que eles desenvolvam uma compreensão mais profunda dos conceitos estatísticos, enquanto veem a relevância e a aplicação prática desses conhecimentos. Papert (1980, 1993) destaca que essa construção promove a aprendizagem ao proporcionar autonomia aos aprendizes, possibilidade de aprenderem com os próprios erros e de entenderem seus processos de pensamento por meio do favorecimento de ações de “pensar sobre o pensar”.

Baseado no construcionismo, os estudantes podem utilizar da Robótica e da Inteligência Artificial para explorar e experimentar diferentes cenários estatísticos. Por exemplo, os estudantes podem projetar experimentos com robôs para coletar dados e analisá-los estatisticamente. Essas abordagens práticas e interativas permitem que eles vejam como a Estatística se aplica em situações reais e desenvolvam habilidades de pensamento crítico ao tomar decisões com base em dados. Para Barbosa, a Robótica quando aplicada na Educação pode oferecer condições favoráveis para trabalhar com atividades tanto investigativas como de treino:

[...] robótica educacional como uma linha de ensino, aprendizagem e pesquisa capaz de oferecer condições de trabalho com atividades investigativas e de treino, [...], a robótica transcende um conjunto de peças e montagem de robôs, alcançando um contexto de produção intelectual e desenvolvimento cognitivo capaz de preparar um indivíduo a pensar coletivamente e fazer do seu consumo [...] um processo de produção e autoria (BARBOSA, 2011, p. 56).

Os dispositivos robóticos permitem que os estudantes possam programá-los para coletar dados e tomar decisões autônomas. Para isso, podemos utilizar o Arduino, que é uma plataforma de computação física. Em outras palavras, ele possui

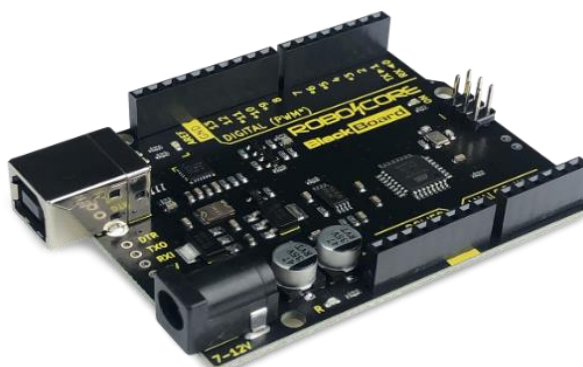
sistemas digitais ligados a sensores e atuadores, que possibilitam a criação de artefatos que percebam a realidade e respondem com ações físicas.

Logo, a abordagem construcionista de Seymour Papert pode colaborar para o ensino de Estatística. Pois os estudantes têm a oportunidade de interagir com dados reais, experimentar, explorar e colaborar, desenvolvendo habilidades estatísticas essenciais e compreendendo a aplicação prática desses conhecimentos em um mundo cada vez mais orientado por dados.

2.4 A PLATAFORMA ARDUINO, AQUISIÇÃO DE DADOS, MONITORAMENTO E CONTROLE

Desenvolver um Robô ou criar um sistema automatizado, há algum tempo atrás, só era possível para grandes empresas. Então, um grupo de pesquisadores, na Itália, resolveu desenvolver um dispositivo eletrônico para criar pequenos circuitos de baixo custo, tornando-o mais acessível, assim foi desenvolvido o Arduino. Ele é uma placa de prototipagem eletrônica com um microcontrolador que pode ser programado para fazer a leitura de sensores e ativar diferentes tipos de dispositivos, permitindo inúmeras finalidades. Além disso, ele possui a tecnologia *Open Source*, ou seja, tem o código aberto, o que favorece o acesso para qualquer indivíduo. Inclusive, é possível desenvolver outras versões de placa, por outros fabricantes (figura 1), com a placa *Arduino BlackBoard Uno R3*, fabricada pela *Robocore*. O funcionamento da mesma é semelhante à placa de um computador, ela possui um software embarcado, que faz o controle sobre as ações que serão feitas por ela.

FIGURA 1 – PLACA ARDUINO BLACKBOARD UNO R3



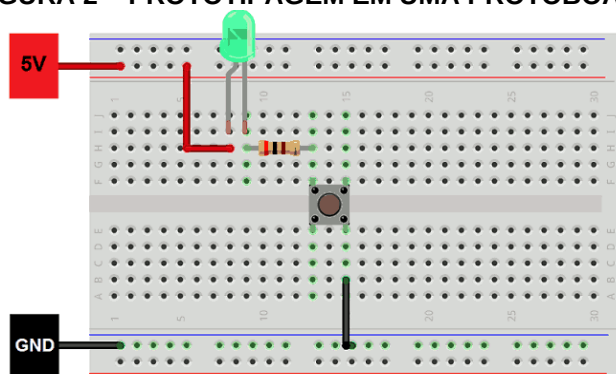
Fonte: Adaptado do site Robocore

Um dos componentes dessa placa é o microcontrolador, que é a peça responsável pelo processamento dos dados de entrada e execução de ações. Ele também apresenta interface de saída para *Protoboard*. Isso, possibilita a criação de projetos de automação, como acender as luzes com as palmas, sistema de alarme, semáforo inteligente, irrigação automática de uma horta, entre outros. Por meio de pinos digitais que podem ser configurados como entradas ou saídas digitais, dependendo do projeto você pode configurar o pino como entrada ou saída digital. Por exemplo, para inserir um *LED* você deve configurar o pino como saída, para ler um botão de um teclado, o pino precisa ser configurado como entrada. Esses pinos possuem lógica digital (falso/verdadeiro, fechado/aberto, 0/1 ou *LOW/HIGH*), conforme o nível de tensão no mesmo, 0V ou 5V. Sendo assim, eles atuam como interruptores utilizados para ligar ou desligar um *LED*, ou para representar estados de situações como botão solto ou botão pressionado, por exemplo; porta aberta, porta fechada. Na placa também encontramos pinos analógicos responsáveis por fazer a leitura de sinais analógicos de sensores conectados ao Arduino, e podem ser de quaisquer valores entre zero a 5 volts.

A placa do Arduino, também apresenta uma Porta USB que permite a conexão com um computador e uma USB para chip serial que possibilita traduzir dados provenientes de um computador para o microcontrolador de bordo, possibilitando a programação da placa pelo computador.

A *Protoboard* é uma peça que pode ser conectada ao Arduino e permite montar, testar e desenvolver circuitos eletrônicos sem ter que soldar nenhum tipo de componente. Ela é constituída por diversos pontos elétricos interligados entre si, de forma simples e prática que permite fazer diferentes montagens. Na Figura 2, podemos verificar um circuito montado na *Protoboard*, contendo um led, um resistor, uma chave momentânea, *jumpers*, onde os dispositivos são apenas encaixados na *protoboard*, não sendo preciso soldar nenhum componente na placa.

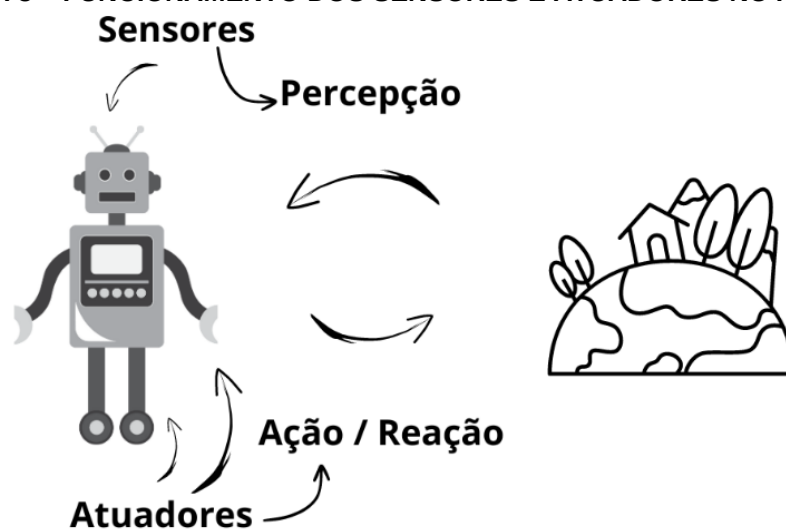
FIGURA 2 – PROTOTIPAGEM EM UMA PROTOBOARD



Fonte: Adaptado do site Robocore

Na *Protoboard*, podemos adicionar sensores e atuadores e criar diferentes tipos de projetos, que podem ser modificados conforme o seu objetivo. Os sensores são dispositivos que coletam dados do ambiente e convertem em sinais elétricos, os exemplares mais comuns são os de temperatura, distância, luminosidade, umidade, entre outros. Por meio, desses dados podem ser coletados do ambiente, e baseado nos dados coletados. Os atuadores, podem executar algumas ações previamente estabelecidas por meio de programação, como acender uma luz, disparar um laser, conforme mostra a figura 3:

FIGURA 3 – FUNCIONAMENTO DOS SENSORES E ATUADORES NO ARDUINO



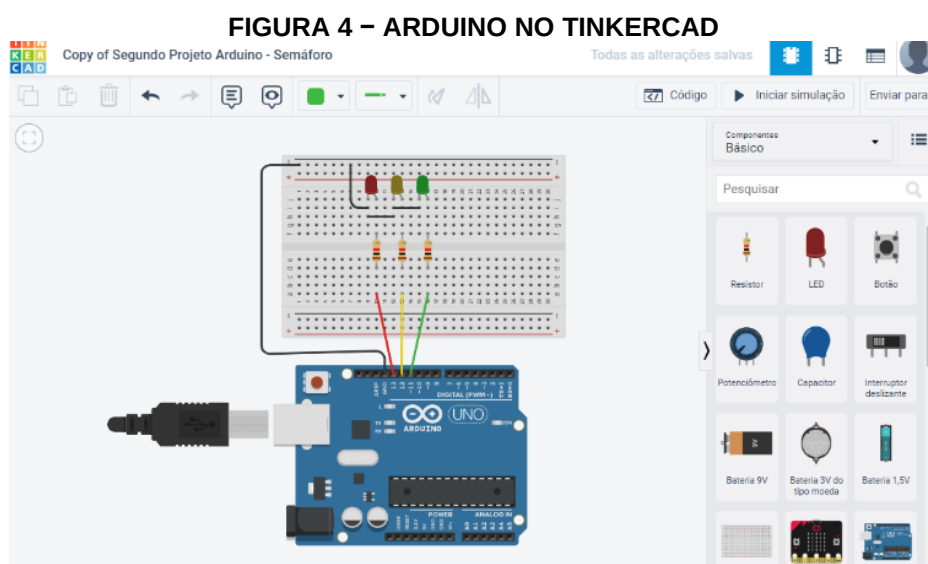
Fonte: Adaptado de Fernandes (2020)

Dessa forma, enquanto os sensores atuam fazendo o monitoramento do ambiente, os atuadores agem sobre ele, executando ações como ligar um led, ativar um ventilador, acionar uma buzina, ligar um motor, entre outros. Em outras palavras, os

sensores monitoram e captam os dados do ambiente, os atuadores atuam sobre ele. Logo, por meio de sensores, ele capta dados do ambiente externo, como a temperatura do ambiente e a umidade do solo. Ao processar esses dados ele pode executar ações por meio dos atuadores.

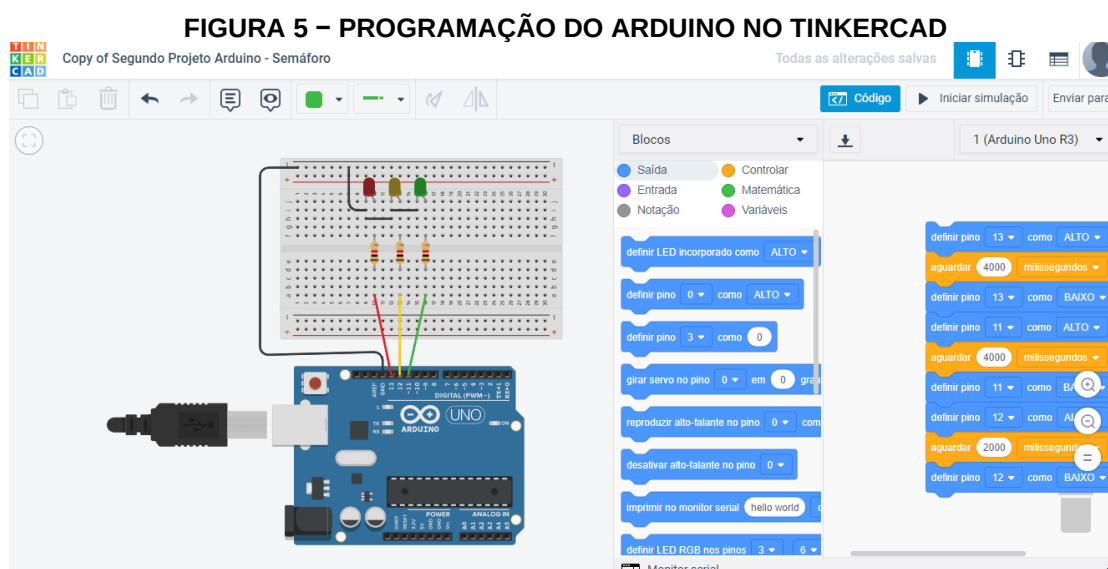
A programação no Arduino pode ser feita no editor *Arduino online*, por meio da linguagem de programação baseada em C e C++ com pequenas modificações direcionadas para a programação de microcontroladores. Ela apresenta diversas funções, tipos de dados, tipos de operadores. Além disso, ela apresenta blocos que são utilizados em todos os programas, como as funções *setup ()* e *loop ()*. Na função *setup ()*, os estudantes podem inserir configurações iniciais e definir variáveis, descrever como as portas serão utilizadas. Já na função *loop ()*, os estudantes podem decidir o que pode ser executado na placa. Quando inserimos comandos na função *loop*, eles serão repetidos até que surja uma condição de parada, como acender uma luz ou apertar um botão, por exemplo.

A simulação da programação e montagem de circuitos eletrônicos na placa Arduino pode ser feita utilizando o *TinkerCad*. Ele é um site para trabalhar com modelagem tridimensional e possibilita a criação de projetos de montagem de circuitos e simulações baseadas em Arduino (figura 4).



Fonte: *TinkerCad* (2023)

Sendo assim, o *TinkerCad* permite o ensino de circuitos eletrônicos para leigos. Sobre isso, Leite et al (2019, p. 2) diz: “a plataforma possui uma biblioteca de armazenamento de componentes eletrônicos, onde, com um simples toque, o usuário consegue arrastar alguns componentes para montar um circuito e simular a sua execução.” Por meio dele é possível utilizar blocos lógicos para realizar a programação, possibilitando o acesso a quem está começando a programar, conforme pode ser visto na figura 5:



Fonte: *TinkerCad* (2023)

Além disso, caso os estudantes não tenham componentes de Robótica para criar dispositivos, o *TinkerCad* permite a simulação de diferentes soluções tecnológicas. Logo, o uso do simulador, pode tanto ser uma tecnologia alternativa, quando não dispomos da plataforma física do Arduino, como para iniciar as atividades de Robótica de forma segura.

Tais recursos podem introduzir os estudantes no universo da Robótica. Esta por sua vez, poderá estimulá-los a iniciarem investigações Estatísticas que auxiliem na resolução de problemas envolvendo dados reais. O protagonismo estudantil no Ensino de Estatística é muitas vezes incentivado por pesquisadores que acreditam que a investigação Estatística usando dados reais do contexto dos estudantes pode contribuir para o Letramento Estatístico com o desenvolvimento do Pensamento Estatístico e do Pensamento Crítico (WILD; PFANNKUCH, 1999; SILVA; SILVA-FILHO;

NASCIMENTO; LÔBO; CAZORLA, 2019; CASTRO; CASTRO-FILHO, 2015; PONTES; SOUZA; CASTRO, 2021).

Portanto, durante o desenvolvimento do Ensino de Estatística, podemos utilizar a Robótica por meio do Arduino, como uma forma de garantir a sua aplicação utilizando dados reais. Tal ação visa promover mudanças culturais dos envolvidos, transformando-os em cidadãos críticos e responsáveis pelas suas decisões.

Na próxima subseção, abordaremos o Ciclo Investigativo PPDAC de Wild e Pfannkuch (1999) e suas contribuições para o Ensino e Aprendizagem de Estatística.

2.5 CICLO INVESTIGATIVO PPDAC CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE ESTATÍSTICA

Segundo Santana e Cazorla (2018), para realizar uma pesquisa investigativa que favoreça a aprendizagem de conceitos estatístico é essencial que o professor analise os conhecimentos já apresentados pelos estudantes, a realidade do entorno da escola, da comunidade, problemáticas locais e globais, com objetivo de relacionar os conteúdos e as situações vivenciadas ou observadas e que possam vir a ser apresentadas pelos estudantes. Participar de atividades que dialogam com situações reais e vivenciadas pelos estudantes podem despertar questões que suscitam reflexões e ações concretas envolvendo-os na proposição de soluções.

Nesse sentido, Freire (1979, p. 30) diz que “Quando o homem compreende sua realidade, pode levantar hipóteses sobre o desafio dessa realidade e procurar soluções. Assim, pode transformá-la e com seu trabalho pode criar um mundo próprio: seu eu e suas circunstâncias”.

Cumprе destacar que durante esse processo de investigação os estudantes podem utilizar-se de diferentes recursos, a saber: lápis, papel, folha milimetrada, instrumentos de medição, entre outros. Contudo, ressalta-se a dificuldade na construção de algumas representações e na praticidade de *softwares* para a realização da coleta de dados, efetuar cálculos com grande volume de elementos e na conjectura de hipóteses (CASTRO, 2012; CASTRO; CASTRO-FILHO, 2015; BRASIL, 2018).

Segundo Lopes (2008), não é viável que esperemos que os estudantes cheguem ao Ensino Médio para começarmos conteúdos básicos para o desenvolvimento de sua visão de mundo. É necessário que a escola proporcione a eles, instrumentos

de conhecimento que lhe possibilitem uma reflexão sobre as constantes mudanças sociais e os prepare para o exercício pleno da cidadania. Nessa perspectiva, D'Ambrósio (1996, p. 87) nos mostra: "A Educação para a cidadania, que é um dos grandes objetivos da Educação de hoje, exige uma apreciação do conhecimento moderno, impregnado de ciência e Tecnologia".

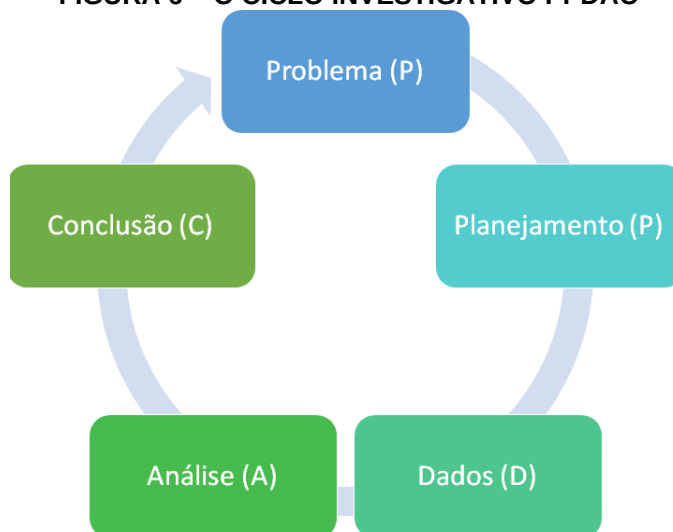
Wild e Pfannkuch (1999) acreditam que a investigação Estatística usando dados reais do contexto dos estudantes pode contribuir para o Letramento Estatístico, para o desenvolvimento do Pensamento Estatístico e do Pensamento Crítico. Para Castro e Castro Filho (2014, p. 8.) "o Pensamento Estatístico envolve o ato de pensar e fazer previsões sobre o processo investigativo, inferindo os resultados a partir das mudanças no processo, desde a definição da amostra até a representação dos resultados." Halpern (2006, p. 6) define Pensamento Crítico como: o tipo de pensamento envolvido na resolução de problemas, formulando inferências, calculando probabilidades e tomando decisões. Lopes afirma que o Pensamento Crítico tem ligações com o Pensamento Estatístico, pois implica lidar com incertezas e contradições e avaliar criticamente diferentes situações. Lopes (2022) aponta para uma possível ligação entre o Pensamento Crítico e o Pensamento Estatístico, pois ambos implicam em lidar com incertezas e contradições e avaliar criticamente determinadas situações.

Nessa direção, pesquisas (SILVA; SILVA-FILHO; NASCIMENTO; LÔBO; CAZORLA, 2019; PONTES; SOUZA; CASTRO, 2021) sinalizam positivamente para a incorporação do ciclo investigativo PPDAC como metodologia que aglutina um ambiente de discussões e troca de informações, oportuniza uma aprendizagem colaborativa, ressignificando os conceitos estatísticos e ressalta o papel do estudante como um sujeito ativo durante esse processo.

O Ciclo Investigativo mencionado anteriormente, é composto por cinco fases: Problema – Planejamento – Dados – Análise – Conclusão (PPDAC), realizadas de forma não-linear (WILD; PFANNKUCH, 1999). O Problema (P) refere-se ao conhecimento do contexto dos dados, definição do problema ou fenômeno a ser investigado; o Planejamento (P) inclui a definição das ações para a investigação, materiais utilizados, tamanho e definição da amostra, tipos de instrumentos; a fase dos Dados (D) agrega o processo de coleta de dados; a etapa de Análise (A) refere-se ao tratamento e análise dos dados, criação de categorias e, na última fase, a Conclusão (C), o sujeito

discorre sobre os achados, faz considerações sobre a pesquisa e a proposição de respostas ao problema, conduzindo para um posicionamento crítico, reflexivo, com a divulgação dos dados. Dessa forma, o Ciclo Investigativo PPDAC é uma metodologia de resolução de problemas Estatísticos, que têm intenção de compreender fenômenos, por meio da Estatística (Figura 6).

FIGURA 6 – O CICLO INVESTIGATIVO PPDAC



Fonte: Esquema baseado em Wild e Pfannkuch (1999)

A figura 6 mostra as etapas do ciclo investigativo PPDAC. A utilização de um ciclo investigativo pode gerar novas ideias e novos questionamentos dos estudantes.

Para D'Ambrosio (2018), os dados estatísticos, coletados por investigações, podem ser artefatos que mostram uma realidade, assim, quando conseguimos entender os dados associados ao contexto, conseguimos entender a realidade, pois os dados adquirem significado e valor. Segundo a fala do autor, as investigações Estatísticas ajudam a entender melhor os problemas da realidade. Portanto, trabalhar com um problema de interesse dos estudantes, gerando informações úteis para suas vidas, pode ser uma alternativa para as aulas de Estatística, pois trabalhar com temas relevantes para os estudantes, poderá colaborar para a sua aprendizagem de Estatística, permitindo ir além do que os livros permitem ensinar.

Diante desses cenários, visando o desenvolvimento do Letramento Estatístico dos estudantes, acreditamos que o ensino de Estatística deve ser repensado para atender às demandas que a sociedade atual se depara todos os dias, entender como

o conhecimento é construído a partir de dados que geram informações e consequentemente conhecimento.

À vista disso, com um olhar mais atento, iniciamos uma busca por alternativas para o ensino e aprendizagem de Estatística, que auxiliem na construção do Letramento Estatístico dos estudantes, por meio do Pensamento Estatístico e do Pensamento Computacional, visando uma melhor percepção dos mesmos, referente ao uso de dados na sociedade, assim como a postura crítica para saber a importância do uso de dados nos processos de tomada de decisões sociais.

A utilização de sequências de Ensino de Estatística na escola que estimulem os estudantes a refletir sobre os dados, desde o seu fluxo intenso em determinadas regiões e a sua escassez em outras, podem ajudar os estudantes a entenderem o contexto no qual estão inseridos e buscarem pela democratização dos dados, das informações e consequentemente do conhecimento.

A seguir abordaremos as pesquisas em Educação Estatística e seus resultados obtidos.

2.6 PESQUISAS EM EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA

A escola não pode ignorar o que se passa no mundo. Ora, as novas tecnologias da informação e da comunicação (TIC ou NTIC) transformam espetacularmente não só nossas maneiras de comunicar, mas também de trabalhar, de decidir, de pensar (PERRENOUD, 2000, p.125).

Pesquisas com temas diferentes que usaram o ciclo investigativo PPDAC, demonstram resultados positivos em comum sobre a sua utilização, pois observou-se que os estudantes se desenvolviam ativamente em todas as fases do ciclo, contribuindo assim para a construção do conhecimento do aluno; na propriedade dos conhecimentos estatísticos; no desenvolvimento do Pensamento e Letramento Estatístico e na resolução do problema de pesquisa (SILVA; SILVA-FILHO; NASCIMENTO; LÔBO; CAZORLA, 2019).

Cazorla; Silva; Santana (2018) analisaram a possibilidade e implicações didáticas de ensinar as variáveis conceituais, ligadas ao comportamento humano, durante a Educação Básica. Os autores ancoraram no Letramento Estatístico e no Ciclo Investigativo – PPDAC e optaram pelo tema hábitos alimentares saudáveis, depois conceituaram e construíram uma Escala de Hábitos Alimentares, do modelo Likert, contendo seis itens, metade positivos e a outra metade negativos. Além disso, realizaram

uma sequência de Ensino seguindo as cinco fases do PPDAC. O estudo foi feito com estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental, que participaram de uma palestra e a partir dos dados criaram tabelas, gráficos e calcularam as Medidas de Tendência Central. Conforme as autoras, nesse estudo, além de possibilitar o tratamento estatístico dos dados em contexto real, possibilitou a tomada de consciência dos estudantes relacionados aos seus hábitos alimentares e a relevância da Estatística na perspectiva do Letramento Estatístico.

Lobo e Cazorla (2019) implementaram uma sequência de Ensino utilizando a metodologia do ciclo investigativo PPDAC, focando no desenvolvimento do Letramento Estatístico, tendo como tema: imunização humana por meio da vacinação. Nessa pesquisa, a professora e os estudantes de uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental realizaram atividades propostas pelos pesquisadores. Segundo os autores, os participantes entenderam a importância da vacinação para suas vidas, apropriaram-se de conceitos estatísticos, manifestando sinais do desenvolvimento do Letramento Estatístico.

Pesquisas em Educação Estatística (CASTRO, 2012; CASTRO; CASTRO-FILHO, 2015; SOUZA, 2019) revelam que ambientes que utilizam Tecnologias Digitais podem facilitar os processos e permitem vivenciar situações práticas.

Para Castro (2012), o uso de Tecnologias digitais permitiu a vivência de experiências didáticas de tratamento da informação. Segundo Castro e Castro Filho (2015), a Tecnologia possibilitou a ênfase na exploração dos dados, simulações, investigação de problemas com dados reais e o envolvimento dos alunos em ferramentas para colaboração. Conforme Souza (2019), o uso da Tecnologia permitiu vivenciar experiências práticas durante a resolução de situações envolvendo o desenvolvimento do Pensamento Estatístico.

Castro e Castro Filho (2015) observaram o desenvolvimento do Pensamento Estatístico por meio de situações de coleta de dados, de escolha da amostra de classificação, de cruzamento de variáveis e da definição do gráfico; beneficiados pela mediação e combinação de tecnologias. Segundo os autores, a forma como as tecnologias foram usadas destacou a exploração dos dados, as simulações, as investigações de problemas com dados reais.

Souza (2019) realizou uma pesquisa de intervenção com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, a partir de atividades práticas baseadas no ciclo investigativo e mediadas pelo *software* GeoGebra. A utilização do recurso digital possibilitou aos estudantes a construção e manipulação de representações gráficas, além da percepção das propriedades de conceitos Estatísticos, como por exemplo: as medidas de tendência central e algumas medidas de dispersão. Segundo o autor, o fato de as atividades terem proximidade cotidiana dos estudantes possibilitou o desenvolvimento de motivações e o engajamento do grupo experimental.

Embora as pesquisas aqui apresentadas não representem o arcabouço e todas as possibilidades propostas pelo ciclo PPDAC, ressaltamos como uma alternativa para o desenvolvimento do protagonismo estudantil, tendo em vista que eles se tornam ativos durante todas as fases da investigação. Contudo, inferimos a necessidade de estudos que reflitam a necessidade de tratamento de dados e informações advindas de Tecnologias que usam Inteligência Artificial.

Tomando como pressuposto que lutar por justiça social é responsabilidade de todas as áreas do conhecimento, inclusive na área da Matemática. Repensar em práticas insurgentes que oportunizem decolonizar e democratizar o conhecimento matemático, em especial na área da Estatística, visando um Ensino que estimule o Letramento Estatístico dos estudantes buscando a emancipação e o protagonismo dos mesmos, considerando e valorizando seus conhecimentos anteriores. O diferencial deste projeto é o uso do ciclo investigativo e de Tecnologias Digitais na busca de soluções de problemas reais enfrentados pelos estudantes que envolvam diferentes tipos de dados

Na seguinte seção abordaremos a evolução do Letramento Estatístico ao longo do tempo, conforme iam ocorrendo transformações na sociedade.

3 O LETRAMENTO ESTATÍSTICO E AS TRANSFORMAÇÕES DA SOCIEDADE

Diariamente nos deparamos em situações que exigem Competências e Habilidades para compreender dados estatísticos. Segundo a BNCC, Competência é: “A mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), Habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (BRASIL, 2018, p.10). No que diz respeito às habilidades, a BNCC estabelece que: “as habilidades expressam as aprendizagens essenciais que devem ser asseguradas aos alunos nos diferentes contextos escolares” (BRASIL, 2018, p.31).

As competências e as habilidades são necessárias para a formação dos cidadãos e se tornam cada vez mais complexas (CAZORLA, 2004). Pensando no ensino e na aprendizagem de Estatística, diante de tantos dados e informações disponíveis, atualmente, quais serão as competências e habilidades necessárias para que um estudante desenvolva o Letramento Estatístico?

Em seu artigo denominado “Letramento Estatístico de Adultos: Significados, Componentes, Responsabilidades”, Gal (2002) já demonstrava esses mesmos anseios e refletia sobre isso. Em uma época em que os dados eram ainda escassos e caros, para Gal (2002), a competência chamada de Letramento Estatístico, era essencial para sociedades carregadas de informação. Gal (2002, p. 1) define o Letramento Estatístico como “a capacidade de interpretar, avaliar criticamente e comunicar informações e mensagens estatísticas.”

Gal (2002) detalha ainda mais o que para ele seria o Letramento Estatístico, dizendo:

[...] (a) a capacidade das pessoas de interpretar e avaliar criticamente as informações Estatísticas, os argumentos ou fenômenos estocásticos, que elas podem encontrar em diversos contextos e, quando relevante (b) a capacidade de discutir ou comunicar suas reações frente às informações Estatísticas, bem como a compreensão do significado da informação, opiniões sobre as implicações das informações, ou preocupações quanto à aceitabilidade de determinadas conclusões (GAL, 2002, p. 2-3).

Sobre isso, é importante ressaltar que Gal (2002) se preocupava com a aptidão dos adultos de agirem como “consumidores de informações” hábeis em diversos contextos ou no que ele denominou como Contextos de leitura (GAL, 2002, p. 3). Conforme o autor, esses contextos podem ser encontrados quando assistimos TV, quando lemos o jornal, incluindo exposição a mídias visual e impressa. O autor exemplifica

como as informações Estatísticas podem ser representadas nesses contextos: “através do texto (escrito ou oral), números e símbolos e exibições gráficas ou tabulares, muitas vezes em alguma combinação” (GAL, 2002, p. 3).

Gal (2002) diferencia os contextos de leitura dos contextos de investigação, em que os indivíduos que podem ser estudantes ou estatísticos, realizam investigação com dados reais e cita como referência Wild e Pfannkuch (1999). Conforme o autor, quem trabalha com dados reais ou empíricos pode ser denominado de "produtor de dados" ou "analisador de dados". Assim, conforme o autor, “os produtores de dados precisavam explicar seus próprios dados e resultados, assim como comunicar suas descobertas e conclusões” (GAL, 2002, p. 3).

Cazorla e Castro (2008, p. 46-47) relatam o comportamento dos consumidores de informações, inseridos no contexto de leitura, frente às mensagens Estatísticas:

[...] não têm confiança nem as ferramentas necessárias para analisar as informações divulgadas. Apesar de saberem o suficiente para desconfiar de alguns números, em geral, se encontram sem defesas. Nesse sentido, se as palavras representam o arame da armadilha, talvez os números representem as farpas e, assim, o maior desafio não é “quebrá-las” e sim “desarmá-las”, “desmontá-las”.

Nesse sentido, os indivíduos inseridos no contexto de leitura, são bastante indefesos perante os produtores de Estatísticas, afinal, nem todos dispunham de conhecimento e ferramentas para testar se as informações de fato eram verídicas. Por outro lado, hoje existem novas possibilidades de artefatos que podem ser usados para a construção e divulgação das próprias Estatísticas. Logo, como podemos pensar no Letramento que apenas explora a leitura de informações? E quanto a possibilidade de produção de Estatísticas com Dados reais pelos estudantes?

Na época em que Gal (2002) criou um modelo para definir o Letramento Estatístico, ele pensou nos adultos e nos estudantes concluintes de escolas ou faculdades, visando que os mesmos possam: “compreender, interpretar, avaliar criticamente e reagir a mensagens Estatísticas encontradas em contextos de leitura.” (GAL, 2002, p. 3). O modelo de Gal (2002) fala que para um adulto seja considerado letrado estatisticamente, é preciso a ativação simultânea de cinco bases de conhecimento: (Alfabetização, Estatística, Matemática, Contexto e Crítica), mais os elementos afetivos: crenças e atitudes, postura crítica (Quadro 1).

QUADRO 1 – MODELO DE LETRAMENTO ESTATÍSTICO PROPOSTO POR GAL (2002)

Bases de Conhecimento	Elementos Afetivos
Alfabetização Estatística Matemática Contexto Crítico	Crenças e atitudes Postura Crítica

Fonte: Adaptado de Gal (2002)

Esse modelo proposto por Gal (2002), trouxe contribuições para a Educação Matemática e até hoje, é um dos mais apontados para determinar quais são as habilidades chaves para conceituar que um adulto seja letrado estatisticamente. Pesquisas sobre o Ensino de Estatística anseiam que os estudantes e professores sejam capazes de adquirir todas essas habilidades citadas por Gal (CAZORLA; SANTANA, 2010; CASTRO-CASTRO-FILHO, 2015; PONTES; SOUZA; CASTRO, 2021).

Outros pesquisadores deram definições diferentes para o Letramento Estatístico, conforme o que eles consideravam ser essenciais para aquele momento, tentando complementar as definições. Para Watson (1997), existem três estágios como elementos do Letramento Estatístico:[1] a compreensão básica da terminologia Estatística;[2] o entendimento da linguagem Estatística e dos conceitos inseridos em um contexto social mais extenso; [3] um comportamento questionador.

Pfannkuch e Watson (2005) definem o Letramento Estatístico como um pensamento transnumerativo pelo qual os estudantes conseguirão entender e utilizar diferentes representações de dados para compreender o mundo a sua volta. Callingham (2007) vai além, e diz que o Letramento Estatístico exige que os alunos desenvolvam não apenas as habilidades Matemáticas essenciais para entender a informação Estatística, mas também uma avaliação do contexto social no qual os dados são inseridos. Garfield e Ben-Zvi (2007) dizem que para ser letrado estatisticamente é necessário a familiarização com as ferramentas básicas e a linguagem que os estatísticos utilizam. Já Gould (2017) propõe uma definição que inclua também princípios mínimos que envolvam os dados, desde como eles são coletados, porque coletá-los, analisar e interpretá-los, entender sobre privacidade e propriedade dos dados, entender como os dados são armazenados, entre outros.

Portanto, podemos perceber que, através do avanço da Educação Estatística, diferentes autores foram apontando perspectivas mais abrangentes para o Letramento

Estatístico, indicando com isso uma ampliação ao longo dos anos. Nesse sentido, supomos que o Letramento Estatístico inclui habilidades básicas e importantes como já mencionadas pelos autores, e de outras habilidades que precisam ser continuamente acrescentadas à medida que forem surgindo novos paradigmas estatísticos e avanços tecnológicos.

Gal (2002) explica que os componentes do Letramento Estatístico podem ser alterados ou elaborados, de acordo com o contexto, e no refinamento do Letramento Estatístico desejado para um indivíduo em uma comunidade. Para o autor, tanto as concepções de outras habilidades funcionais, como os componentes essenciais para o Letramento Estatístico em um determinado país poderão ser modificados ao longo do avanço tecnológico e social.

Hoje, por exemplo, além de termos mais acesso às informações, dispomos de uma grande quantidade de dados que são muito mais complexos e dinâmicos que os dados contemporâneos a Gal (2002). Conforme Gould (2010), novas tecnologias geram novos tipos de dados e composições de dados mais complexas. Para o autor, o crescimento da "tecnologia de dados" criou novos tipos de dados que os estudantes encontram como parte de suas vidas sociais e pessoais.

Sem dúvida, há muitas consequências positivas do avanço tecnológico, mas a tecnologia, por si só, não é libertadora. Por exemplo, a expansão dos meios de comunicação e das novas tecnologias da informação gerou um fenômeno chamado de globalização capitalista. Para esse sistema o cidadão é reconhecido apenas como cliente, como consumidor, que tem uma liberdade de escolha entre diferentes produtos. O cidadão precisa apenas ser bem informado para escolher. Por isso ele precisa saber do *ranking* das principais escolhas. Esse cidadão não precisa ser emancipado. Precisa apenas saber escolher. (Friedman, 1982).

Além disso, a busca por profissionais com conhecimentos em ciência dos dados aumenta cada vez mais. Vale ressaltar que a ciência de dados é um campo interdisciplinar sobre processos e sistemas para extrair conhecimento ou ideias de dados em várias formas, sejam eles estruturados ou não. Ela abrange campos como a Estatística, aprendizado de máquinas, mineração de dados e análise preditiva. Contudo, nossos futuros cidadãos precisam não só saber extrair dados, eles precisam saber o porquê extrair e para que extrair. Refletir sobre suas ações pode ser muito mais amplo,

mas é extremamente necessário e esse processo também precisa ser iniciado na escola, especificamente durante o Ensino de Estatística Básica.

Diante dessa realidade precisamos refletir: Quais as habilidades e competências mínimas que um indivíduo precisa ter para ser considerado Letrado Estatisticamente, considerando a Revolução dos dados?

D'Ambrósio (2001, p. 22) nos faz lembrar que:

O cotidiano está impregnado dos saberes e fazeres próprios da cultura. A todo instante, os indivíduos estão comparando, classificando, medindo, explicando, generalizando, inferindo e, de algum modo, avaliando, usando os instrumentos materiais e intelectuais que são próprios à sua cultura.

Portanto, cabe considerar que hoje convivemos com diferentes tipos de dados que podem ser estruturados (podem ser armazenados em banco de dados), e não estruturados (textos, imagens, vídeos, áudios, *QR-code*, coordenadas geográficas e muitos outros) vindos de diferentes origens (Sensores, Redes Sociais, Dispositivos Inteligentes) e muitos desses dados que encontramos em nossa sociedade são mediados por algoritmos (MADIGAN et al, 2013).

Os dados estruturados têm uma organização simples para serem recuperados. Eles podem ser organizados por meio de matrizes (tabelas), constituídas de linhas e colunas e normalmente podem ser armazenados em um banco de dados. Já os dados não estruturados não podem ser organizados em tabelas, como exemplos, podemos citar: emojis, comentários em redes sociais, vídeos, imagens, e-mail, textos, entre outros.

Além disso, em nosso contexto atual, não só os adultos, mas as crianças têm acesso a diferentes tipos de dados e informações diariamente, cabendo com isso implicações para o Ensino de Estatística desde os anos iniciais.

A BNCC já aponta para a necessidade de reflexão nesse sentido e diz:

No novo cenário mundial, reconhecer-se em seu contexto histórico e cultural, comunicar-se, ser criativo, analítico-crítico, participativo, aberto ao novo, colaborativo, resiliente, produtivo e responsável requer muito mais do que o acúmulo de informações (BRASIL, 2018, p. 16).

Nesse sentido, a BNCC prevê o desenvolvimento de competências para:

[...] aprender a aprender, saber lidar com a informação cada vez mais disponível, atuar com discernimento e responsabilidade nos contextos das culturas digitais, aplicar conhecimentos para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões, ser proativo para identificar os dados de uma situação e buscar soluções, conviver e aprender com as diferenças e as diversidades (BRASIL, 2018, p. 16).

Conforme a BNCC, os jovens estão inseridos na cultura digital de forma dinâmica, não apenas como consumidores, mas aderindo gradativamente mais como protagonistas. Então, a BNCC reconhece as potencialidades das tecnologias digitais para a execução de diversas atividades e define que os estudantes devem “Buscar dados e informações de forma crítica nas diferentes mídias, inclusive as sociais, analisando as vantagens do uso e da evolução da tecnologia na sociedade atual, como também seus riscos potenciais” (BRASIL, 2018, p.474);

No que tange às habilidades específicas relacionada a Estatística no Ensino Médio, a BNCC cita:

(EM13MAT102) Analisar tabelas, gráficos e amostras de pesquisas Estatísticas apresentadas em relatórios divulgados por diferentes meios de comunicação, identificando, quando for o caso, inadequações que possam induzir a erros de interpretação, como escalas e amostras não apropriadas.

(EM13MAT106) Identificar situações da vida cotidiana nas quais seja necessário fazer escolhas levando-se em conta os riscos probabilísticos (usar este ou aquele método contraceptivo, optar por um tratamento médico em detrimento de outro etc.).

(EM13MAT202) Planejar e executar pesquisa amostral sobre questões relevantes, usando dados coletados diretamente ou em diferentes fontes, e comunicar os resultados por meio de relatório contendo gráficos e interpretação das medidas de tendência central e das medidas de dispersão (amplitude e desvio padrão), utilizando ou não recursos tecnológicos.

(EM13MAT316) Resolver e elaborar problemas, em diferentes contextos, que envolvem cálculo e interpretação das medidas de tendência central (média, moda, mediana) e das medidas de dispersão (amplitude, variância e desvio padrão).

(EM13MAT406) Construir e interpretar tabelas e gráficos de frequências com base em dados obtidos em pesquisas por amostras Estatísticas, incluindo ou não o uso de softwares que inter-relacionem estatística, geometria e álgebra.

(EM13MAT407) Interpretar e comparar conjuntos de dados estatísticos por meio de diferentes diagramas e gráficos (histograma, de caixa (box-plot), de ramos e folhas, entre outros), reconhecendo os mais eficientes para sua análise.

(EM13MAT510) Investigar conjuntos de dados relativos ao comportamento de duas variáveis numéricas, usando ou não tecnologias da informação, e, quando apropriado, levar em conta a variação e utilizar uma reta para descrever a relação observada (BRASIL, 2018, p. 533).

Logo, a BNCC traz orientações para que os estudantes tanto interpretem produtos estatísticos como produzam Estatísticas e solicita que os mesmos planejem e executem investigações Estatísticas, em diferentes contextos, em diferentes fontes, bem como analisar seus dados e comuniquem seus resultados

O modelo de Gal (2002) trouxe contribuições para a Educação Estatística, ao definir o significado, os componentes, e as responsabilidades inerentes ao Letramento

Estatístico para adultos. Contudo, Gould (2017, p. 1) critica o modelo de Gal (2002) por não atender mais a democracias modernas e declara: “As definições anteriores de alfabetização estatística devem ser atualizadas para dar conta do papel amplamente ampliado que os dados agora desempenham em nossas vidas.” Gould (2017, p. 1) justifica o motivo para a ampliação da definição do Letramento Estatístico: “O conjunto de conhecimentos e compreensão necessários para ser alfabetizado estatisticamente é muitas vezes definido pela diferenciação das necessidades dos consumidores de estatísticas daquelas dos produtores de estatísticas”.

Para Gould (2017, p. 1), o objetivo de “desenvolver consumidores críticos de estatísticas produzidas por outros é digno (e necessário), mas fica muito aquém não apenas do que é necessário para a vida nas democracias modernas”. Portanto, as necessidades dos estudantes contemporâneos aumentaram, logo, eles devem ser educados para “desempenhar o duplo papel de produtor e consumidor estatístico” (GOULD, 2017, p. 1). Além disso, Gould (2010) disse que os professores não devem apenas ajudar a interpretar as Estatísticas, também é necessário auxiliá-los a analisar os dados.

Gould (2017, p. 1) defende ainda uma definição mais ampliada para o Letramento Estatístico e cita:

Entender quem coleta dados sobre nós, por que eles os coletam, como eles os coletam; • saber analisar e interpretar dados de amostras aleatórias e não aleatórias; As definições anteriores de alfabetização Estatística devem ser atualizadas para explicar o papel amplamente ampliado que os dados agora desempenham em nossas vidas. A experiência de trabalhar com alunos do Ensino Médio em um currículo inovador de ciência de dados mostrou que o Ensino de Alfabetização Estatística, aumentado pela alfabetização de dados, pode começar cedo. Palavras-chave: Alfabetização Estatística, Alfabetização em dados, Ciência de dados. • compreensão de questões de privacidade e propriedade de dados; • saber como criar representações descritivas básicas de dados para responder a perguntas sobre processos da vida real; • compreender a importância da proveniência dos dados; • compreender como os dados são armazenados; • compreender como as representações em computadores podem variar e por que os dados às vezes devem ser alterados antes da análise; e • compreensão de alguns aspectos da modelagem preditiva (GOULD; 2017, p. 1).

A justificativa dessa ampliação no Letramento Estatístico tem relação com a natureza dos dados terem mudado, pois “os dados agora são onipresentes em todos os aspectos da vida de todas as pessoas, não apenas na política” (GOULD, 2017, p. 2). De fato, o advento das Tecnologias de Informação e da internet promoveram um aumento intenso do fluxo de dados advindo de diferentes artefatos e essa grande

variedade de dados apresenta diferentes formatos, criados em locais e horários diferentes.

Nesse percurso do desenvolvimento das tecnologias, devido ao aumento expressivo na produção de dados e informações, vários pesquisadores começaram a refletir sobre até que ponto as pessoas precisavam saber sobre dados, informações e ferramentas estatísticas. Então foram surgindo algumas divergências entre definições e pontos de vista diferentes, tal situação deu origem a outros tipos de Letramentos, como o letramento informacional, Letramento em Dados ou *Data Literacy*, Letramento em Big data ou *Big Data Literacy*.

Para Goold (2014), o Letramento Estatístico baseado apenas no consumo de Estatística, já não atende as necessidades da sociedade repleta de dados e acredita que o caminho é o *Data Literacy*. Francois, Monteiro e Allo (2020) também demonstra sua preocupação com o grande aumento de dados e reflete o *Big Data Literacy* como uma dimensão do Letramento Estatístico.

Também existe uma preocupação com habilidades em dados no ambiente corporativo, percebemos com isso, que em algumas visões, os dados são apresentados como um material para extrair valor (seja econômica, tecnológica, social, democrática ou outra), por isso a ideia de os dados serem o novo tipo de petróleo e que deva ser explorado. Conforme Letouze (2016), tais entendimentos de letramento podem reforçar e perpetuar as estruturas de poder predominantes, quando deveriam desafiar e propor mudanças que tragam justiça social.

O Quadro 2 identifica o tipo de letramento, sua definição e habilidades.

QUADRO 2 – TIPOS DE LETRAMENTO

Tipos de Letramentos	Definição	Habilidades
Letramento estatístico	A motivação e a capacidade de acessar, entender, interpretar, avaliar criticamente e, se relevante, expressar opiniões sobre mensagens estatísticas, argumentos relacionados a dados ou questões envolvendo incerteza e risco (GAL, 2002, p. 1).	É composto pela interação simultânea de 2 elementos: conhecimento e disposição. O conhecimento pressupõe o desenvolvimento de habilidades de alfabetização, conhecimentos básicos de Matemática e Estatística, os de saberes básicos para a formação do pensamento crítico (GAL, 2002, p. 4).
Letramento Informacional	O letramento informacional corresponde ao processo de desenvolvimento de competências para localizar, selecionar, acessar,	Determinar a extensão das informações necessárias; acessar a informação de forma efetiva e eficientemente; avaliar criticamente a informação e a suas fontes; incorporar a nova

Tipos de Letramentos	Definição	Habilidades
	organizar, usar informação e gerar conhecimento, visando à tomada de decisão e à resolução de problemas (GASQUE, 2012, p. 29).	informação ao conhecimento prévio; Usar a informação de forma efetiva para atingir objetivos específicos; compreender os aspectos econômico, legal e social do uso da informação, bem como acessá-la e usá-la ética e legalmente (GASQUE, 2012, p. 29).
Letramento em Dados	O indivíduo alfabetizado em dados entende, explica e documenta a utilidade e limitações de dados, tornando-se um crítico consumidor de dados, controlando sua trilha de dados pessoais, encontrando significado em dados e agindo com base nos dados. O indivíduo alfabetizado em dados pode identificar, coletar, avaliar, analisar, interpretar, apresentar e proteger os dados. ODI (2015, p. 4).	Cumprir regras/ implicações/ éticas e legais consequências Cria/insere em uma estrutura de dados Formula questões produtivas Está ciente da segurança dos dados É competente em design de visualização de dados Está familiarizado com o software Tem conhecimento sobre métodos de pesquisa Tem conhecimento sobre pensamento/métodos estatísticos Faz inferências (a partir de dados amostrados não aleatórios) Faz escolhas de privacidade Manipula dados Resolve problemas Pensa analiticamente Pensa computacionalmente Pensa criticamente Pensa sinteticamente (<i>big picture</i>); cria contexto implicações de dados Compreende o <i>design thinking</i> /ciclo de vida dos dados Funciona com planilhas ODI (2015, p. 4).
Letramento em Big Data	Conjunto de ferramentas e métodos, hardware e software, <i>know-how</i> e habilidades, necessários para processar e analisar esses novos tipos de dados, incluindo técnicas de visualização, aprendizagem de máquina estatística e algoritmos, (DATA POP ALLIANCE, 2015, p.8).	Identificar quando e onde os dados estão sendo passivamente coletados sobre suas ações e interações. Compreender as manipulações algorítmicas realizadas em grandes conjuntos de dados para identificar padrões. Pensar nos impactos éticos reais e potenciais de decisões baseadas em dados para indivíduos e para a sociedade. D'Ignazio e Bhargava (2015, p. 1).

Fonte: Elaboração Própria.

Por meio do quadro 2, o letramento em dados busca abarcar as ideias do letramento estatístico e do letramento informacional. Já o letramento informacional representa uma ferramenta de resistência, diante de contextos em que os fluxos de informação são controlados por algoritmos. Como a escolha dos conteúdos é realizada por modelos algorítmicos, que também disponibilizam conteúdos falsos nas redes,

esses desafios exigem o desenvolvimento de competências específicas que emancipem os estudantes, permitindo, a este, que faça uso das redes ciente do contexto e das manipulações algorítmicas (GASQUE, 2012).

Enquanto o Letramento do *Big Data* está em uma dimensão mais ampla, chegando a ser excludente para cidadãos comuns. Sendo assim, o *Big Data*, é um desafio, ainda maior, pois usuários comuns não têm acesso às ferramentas de análise e tratamento dos dados, pois tudo isso é realizado por meio de algoritmos e precisa de máquinas potentes para executar tais ações. Nesse processo, os dados possuem falta de transparência, a coleta é modo extrativa, existe uma complexidade tecnológica, além da ausência de controle do seu impacto e de equidade (D'IGNAZIO; BHARGAVA; 2015). Pois conforme D'Ignazio e Bhargava (2015), a tecnologia e os dados são a força vital para soluções inteligentes no mundo. Contudo, precisamos perceber que esses tipos de letramento se relacionam e são importantes para o contexto do ensino de Estatística. Logo, acreditamos que seja necessário que os estudantes comportem níveis básicos desses letramentos.

Para Wild e Pfannkuch (1999), o ciclo investigativo é uma dimensão do pensamento Estatístico. Sendo assim, caso os estudantes não explorem essa dimensão por completo, eles podem ficar restritos ou limitados, e não acessarão a todos os níveis possíveis dessa dimensão. Logo, o entendimento sobre todo o processo investigativo é necessário para a construção de conhecimento e do desenvolvimento do Saber Estatístico.

Nesse sentido, o papel da escola e do Ensino de Estatística diante de tantas transformações é de não deixar os estudantes alheios à revolução dos dados. Afinal, precisamos mostrar que por trás da exploração massiva de dados, mantemos um sistema de exploração, que enriquece cada vez mais, à medida em que usam nossos dados e informações. Por isso, devemos incentivar os estudantes a usarem os dados e a tecnologia para melhorar o sistema em que vivemos, trazendo benefícios a toda a sociedade. Para isso, uma alternativa é pensar em como usar os dados para trazer justiça social e equidade para as majorias que por gerações foram massacradas e renegadas.

Afinal, os integrantes da escola pública, os cidadãos das periferias, operários das fábricas, o comerciante, os professores, os médicos, entre tantos outros, também

são integrantes dessa maioria que por anos foram e ainda continuam a ser explorados por uma minoria, que não tem interesse algum que esse ciclo de exploração seja quebrado. Assim, diante de um mundo repleto de Tecnologia e de dados, que o Pensamento Computacional pode ser uma competência essencial, não só para o Letramento Estatístico, mas para novos tipos de Letramentos.

As pesquisas relacionadas ao Pensamento Computacional vêm crescendo no Brasil e no exterior (BUNDY, 2007; VALENTE, 2016; BRACKMANN, 2017); VALENTE, 2019). Segundo Pérez-Paredes e Zapata-Rios (2018), o Pensamento Computacional é uma competência essencial para todas as áreas. Para Backmann (2017), o Pensamento Computacional tem quatro pilares ou habilidade: Decomposição, Reconhecimento de Padrões, Abstração e Algoritmos. Para a Educação norte-americana eles ainda consideram: coleta, análise e representação de dados, simulação, automação e paralelização. Portanto, o Pensamento Computacional é uma habilidade que pode ajudar em processos investigativos e a formular soluções para problemas e poderá trazer contribuições para a trabalhar com dados e sistemas tão complexos. Por isso, se faz necessário verificar se o desenvolvimento do Pensamento Computacional ajuda no processo de letramento Estatístico dos estudantes.

A seguir, apresentar-se-á interconexão entre o Pensamento Computacional e o Letramento Estatístico.

3.1 O PENSAMENTO COMPUTACIONAL E O LETRAMENTO ESTATÍSTICO

Pensamento Computacional é uma habilidade fundamental para todos, não apenas para cientistas da Computação. Além de aprender a ler, escrever e calcular, deveríamos adicionar Pensamento Computacional na capacidade analítica de cada criança (WING, 2006, p. 4.).

Remotamente, os primeiros desenvolvedores de Tecnologias foram os hominídeos, eles possuíam o dom de remodelar pedras, uma peça por vez e assim iam surgindo as primeiras formas da Tecnologia, capazes de cortar o mundo. Essa habilidade de fazer esses artefatos, de fazer coisas na ordem correta, seguindo uma sequência lógica é uma das muitas capacidades do cérebro humano (BURKE; ORNSTEIN, 1995). Todo esse talento para criar coisas deu origem a um pensamento preciso, capaz de executar passos de forma sequencial, o que possibilitou gerar linguagem, regras, lógica, que formalizaram e disciplinaram o próprio pensamento. Segundo Burke

e Ornstein (2015), esse tipo de pensamento que era sequencial, denominado de talento da mente, usou a capacidade de cortar e controlar seus artefatos para adquirir mais conhecimento sobre o mundo e para utilizar esses novos conhecimentos sobre o mundo para provocar novas mudanças. Devido a todo esse talento, advindo desse pensamento sequencial, o mundo literalmente nunca mais foi o mesmo.

Apesar de sua presença discreta por todo esse tempo, colaborando para o desenvolvimento da Tecnologia e de muitas outras formas, só em 2006 a pesquisadora Janete Wing trouxe à tona o termo Pensamento Computacional ou *Computational Thinking*. Brackmann (2017) define o Pensamento Computacional ou PC como:

Capacidade criativa, crítica e estratégica humana de saber utilizar os fundamentos da Computação nas mais diversas áreas do conhecimento, com a finalidade de identificar e resolver problemas colaborativamente através de passos claros de tal forma que uma pessoa ou uma máquina possam executá-los eficazmente (BRACKMANN, 2017, p.29).

Wing (2006, p. 3) define o que ela acredita ser pensar computacionalmente:

É usar raciocínio heurístico na descoberta de uma solução. É planejar, aprender e agendar na presença da incerteza. É pesquisar, pesquisar e pesquisar mais, resultando em uma lista de páginas da web, uma estratégia para vencer um jogo ou um contraexemplo. Pensamento Computacional é usar quantidades imensas de dados para aumentar a velocidade da computação. É fazer concessões entre tempo e espaço e entre poder de processamento e capacidade de armazenamento (WING, 2006, p. 3).

Embora Wing tenha desempenhado um papel crucial ao popularizar o termo "pensamento computacional" e fornecer uma definição abrangente, é essencial reconhecer que Papert e outros autores já haviam observado a presença desse tipo de pensamento na aprendizagem da programação. Eles estabeleceram os alicerces teóricos e práticos para o desenvolvimento do pensamento computacional, tornando-se pioneiros nessa área. Papert e seus colegas, como Cynthia Solomon e Wally Feurzeig, já reconheciam a importância de desenvolver habilidades de pensamento computacional nas crianças. Por meio da Linguagem Logo, eles buscavam capacitar os jovens a pensar de forma algorítmica, a resolver problemas complexos, a abstrair conceitos e a compreender como os computadores processam informações. O trabalho de Papert com a Linguagem Logo proporcionou uma abordagem inovadora para a educação, na qual as crianças podiam criar e explorar projetos interativos usando comandos de programação simples. Ao manipular a "turtle" e dar vida às suas ideias por meio de desenhos e jogos, as crianças adquiriam habilidades cognitivas fundamentais, como pensamento lógico, abstração, resolução de problemas e planejamento.

Para Wing (2006) o Pensamento Computacional pode ajudar a lidar com situações de incerteza, podendo ser um excelente recurso para colaborar na tomada de decisões. Conforme a autora, o Pensamento Computacional é uma habilidade fundamental, que todos os indivíduos devem saber para atuar na sociedade moderna. Dessa forma, o Pensamento Computacional é uma maneira de pensar para resoluções de problemas. Com ele se aprende a dividir os problemas em partes menores e gerenciáveis, criar algoritmos ou sequência de passos para resolvê-los e desenvolver soluções para resolver problemas ainda maiores.

Valente (2019) acrescenta que o Pensamento Computacional não é uma simples habilidade para usar aparatos eletrônicos ou uma forma mecânica de pensar. De acordo com Pérez-Paredes e Zapata-Ros (2018), o PC é uma” competência chave para a sociedade. Portanto, percebemos que o PC é uma forma de pensar, e tem sido requisito em diferentes contextos, dada sua importância na resolução de problemas de todas as áreas de conhecimento. O Pensamento Computacional é uma capacidade humana composta por habilidades que contribuem para desenvolver o raciocínio lógico, por meio dele é possível exercitar a construção da lógica e, conseqüentemente, induzir ao pensar, ao raciocinar com lógica (GLIZT; 2017). É importante considerar que o raciocínio e lógica mantêm relações, já que raciocinar necessita da organização do pensamento de forma lógica e resolver um problema. A figura 7 mostra a relação entre pensamento, raciocínio e raciocínio lógico.

FIGURA 7 – RELAÇÃO ENTRE PENSAMENTO, RACIOCÍNIO E RACIOCÍNIO LÓGICO



Fonte: Elaboração Própria.

Conforme a imagem, todo raciocínio lógico é um pensamento, mas nem todo pensamento é um raciocínio, assim como nem todo raciocínio é um raciocínio lógico. Assim o raciocínio lógico é um tipo especial de pensamento em que se realizam inferências e se constroem argumentos válidos e inválidos. Sobre isso, Rodriguez et al (2015, p. 63 *apud* LEE, 2014) destaca que “o Pensamento Computacional é um processo de raciocínio lógico caracterizado pela formulação de problemas relevantes, organização e análise lógica de dados, representação por meio de abstrações, soluções automatizadas por meio de algoritmos, identificação, análise e implementação de soluções e generalização e transferência do processo de solução encontrado para resolução de outros problemas.”

Para Backmann (2017, p. 33), o Pensamento Computacional usa “quatro habilidades ou dimensões”, chamada pelo autor de “Quatro Pilares” ou habilidades, a saber:

[...] identificar um problema complexo e quebrá-lo em pedaços menores e mais fáceis de gerenciar (DECOMPOSIÇÃO). Cada um desses problemas menores pode ser analisado individualmente com maior profundidade, identificando problemas parecidos que já foram solucionados anteriormente (RECONHECIMENTO DE PADRÕES), focando apenas nos detalhes que são importantes, enquanto informações irrelevantes são ignoradas (ABSTRAÇÃO). Por último, passos ou regras simples podem ser criados para resolver cada um dos subproblemas encontrados (ALGORITMOS) (BACKMANN, 2017. p. 33)

Conforme Backmann (2017), o Pensamento Computacional usa esses quatro pilares, (Decomposição, Reconhecimento de Padrões, Abstração e Algoritmos), para alcançar o seu objetivo principal, a resolução de problemas. Nesse sentido, o uso do Pensamento Computacional não deve ser restrito apenas a habilidade de codificar um programa, o intuito é usá-lo para conceber ideias, para comunicar e a resolver problemas (PAPERT, 2008; WING, 2006). Logo, acreditamos que o PC e seus pilares podem ser uma peça fundamental para resolução de problemas estatísticos e que podem ser essenciais para o desenvolvimento do Letramento Estatístico

Backmann (2017) relata que a decomposição é um processo em que os problemas são fragmentados em partes menores, para facilitar a resolução do problema. De acordo com o autor, quando o problema não está decomposto ele é muito mais difícil de resolver. No caso, investigações Estatísticas com vários tipos de dados e informações na decomposição pode ser utilizada para dividir o problema maior em

pequenos problemas, assim é possível fazer diferentes perguntas que ajudem a responder às inquietações e resolver o problema.

Depois que os problemas foram decompostos em partes menores, é possível reconhecer padrões semelhantes entre os dados. Segundo Backmann (2017, p. 38), o “Reconhecimento de Padrões é uma forma de resolver problemas rapidamente fazendo uso de soluções previamente definidas em outros problemas e com base em experiências anteriores.” Assim, o Reconhecimento de Padrões durante uma investigação Estatística além de ajudar a encontrar similaridades e padrões entre os dados, ajuda a reconhecer problemas similares e proporciona a resolução mais rápida. Um exemplo deste reconhecimento de padrões pode ser observado na classificação de categorias de uma pesquisa.

Os dados também podem ser filtrados e classificados, desprezando elementos sem importância para que se consiga focar nos que são relevantes por meio da abstração. Sobre isso, Wing (2006) diz que a abstração pode ser utilizada na seleção dos dados importantes. Assim, é possível criar uma representação do que se deseja resolver (BACKMANN, 2017). Para o autor, essa competência é fundamental, pois permite selecionar o detalhe a ser ignorado para que o problema seja mais fácil de ser compreendido sem perder nenhuma informação que seja importante para tal. Durante um processo investigativo.

O pilar algoritmo, para Backmann (2017, p. 42), é um plano, uma estratégia ou um conjunto de instruções claras necessárias para a solução de um problema”. Segundo o autor, através de um algoritmo, as instruções são “descritas e ordenadas” para que o objetivo seja efetivado e podem ser escritas em formato de fluxograma ou em linguagem humana, para depois serem codificadas em uma linguagem de programação. Um exemplo de algoritmo com instruções descritas e que seguem uma ordem lógica que é utilizada para resolução de problemas dentro do Ensino de Estatística é o ciclo investigativo PPDAC. Uma vez que para a realização do mesmo é necessário seguir uma sequência de cinco passos ou fases definidas (problema, planejamento, dados, análise, conclusão) que podem ser representadas através de um fluxograma.

Além desses quatro pilares relatados por Backmann (2017), a Educação norte-americana ainda considera outras habilidades inerentes do Pensamento Computaci-

onal: coleta, análise e representação de dados, simulação, automação e paralelização. Em vista disso, percebemos que podem existir benefícios na utilização do Pensamento Computacional durante investigações Estatísticas que utilizem dados reais e isso pode indicar o quanto ele pode ser uma competência essencial para o desenvolvimento do Letramento Estatístico.

Além disso, Backmann (2017, p. 22) explica que:

Não faz sentido, diante da possibilidade de acesso full-time a dados e a informações, que se priorize a memorização, a repetição e a cópia pela cópia. Pelo contrário, o mais importante é ensinar a buscar e a selecionar a informação necessária, abstrair, decompor, reconhecer padrões e programar para que o aluno possa, de modo criativo e dinâmico, enfrentar os problemas propostos em determinada circunstância, através do Pensamento Crítico e uma metodologia para auxiliar no processo de resolução de problemas (BACKMANN, 2017, p. 22).

Considerando o que Backmann (2017), fundamentado em Wing (2010) afirmou, a utilização de métodos da Computação poderia melhorar a qualidade de vida dos indivíduos, pois ajudariam a identificar informações relevantes em grande quantidade de dados, a encontrar a informação e os dados necessários. Wing (2010) ressalta que a influência da computação para a Estatística e os avanços que essas duas áreas vêm desenvolvendo juntas. Portanto, segundo a autora, a relação entre estas duas áreas indicam como tendência um trabalho conjunto.

Brackmann (2017) também relata sobre a necessidade que temos hoje, de usar dispositivo computacionais e como devemos nos relacionar com os dados:

O primeiro passo para que se possa aprender melhor a utilizar dispositivos computacionais, é compreender como codificar informações do mundo real em dados que possam ser compreendidos pelas máquinas e como relacionar dados de diversas fontes e formatos diferentes. A conversão destas informações em dados computáveis apresenta diversos desafios, tais como: armazenar uma imagem, textos, áudios, vídeos, digital de um dedo, entre outros (BACKMANN, 2017. p. 26).

Os novos tipos de dados e o volume deles, proporcionam novos desafios para o tratamento dos mesmos. Assim, as habilidades do Pensamento Computacional podem ser uma peça chave para ajudar na resolução desses problemas. Afinal, segundo a ISTE/CSTA, o PC, é “um processo de resolução de problemas, com características de elaboração de problemas por meio da tecnologia ou não, facilita a organização e análise de dados, possibilitando também que os mesmos sejam representados por meio de abstrações através de simulações” (ISTE/CSTA, 2011, p. 7).

Neste sentido, o Pensamento Computacional tanto pode ser utilizado através do uso de Tecnologia, como também de forma desplugada, ou seja, em atividades sem o uso das tecnologias (BACKMANN, 2017; VALENTE, 2016). Tal possibilidade pode trazer contribuições para o Letramento Estatístico dos estudantes, já que tanto poderão utilizá-lo em situações que envolvam poucos dados e não necessite de uso de tecnologia para concluir uma investigação, quanto em situações com um grande fluxo de dados, que necessitem de recursos digitais para sua realização.

Ademais, o Pensamento Computacional é um recurso que os seres humanos podem usar para resolver os mais diversos problemas. Logo, entendemos que ele pode colaborar também na resolução de problemas estatísticos e contribuir no desenvolvimento do Letramento Estatísticos dos estudantes, favorecendo assim para a realização de investigações Estatísticas com dados reais.

Sobre isso, Wing (2006) comenta que algumas áreas já perceberam a importância de incorporar as habilidades do Pensamento Computacional em suas práticas. Para a autora, por exemplo, a contribuição do Pensamento Computacional pode ir além da habilidade de investigar usando grandes quantidades de sequências de dados. Segundo a autora, "esse tipo de pensamento será parte do conjunto de habilidades não somente de outros cientistas, mas de todas as pessoas" (WING, 2006, p. 3-4).

De acordo com a BNCC, a Estatística e a Probabilidade podem ajudar no desenvolvimento do Pensamento Computacional, "tendo em vista que eles precisam ser capazes de traduzir uma situação dada em outras linguagens, como transformar situações-problema, apresentadas em língua materna, em fórmulas, tabelas e gráficos e vice-versa" (BRASIL, 2018, p. 273). Por isso, acreditamos que o PC possa ser essencial para o Letramento Estatístico dos estudantes, assim como também para os processos de investigação Estatística.

O Pensamento Computacional pode ser considerado como uma competência chave para o século XXI, pois seu desenvolvimento pode ajudar a resolver os mais variados problemas, em diferentes áreas, logo, a sua inserção no Ensino de Estatística é essencial. Para Barcelos e Silveira (2012), uma maneira de inserir o Pensamento Computacional ainda no Ensino Básico pode ser através das disciplinas existentes no presente currículo e aponta como exemplo a Matemática. Assim, a

CSTA/ISTE (2009) também realizou um levantamento e fez várias recomendações de utilização de maneira Pluri, Multi e Transdisciplinar.

Em suma, o desenvolvimento do PC e a mobilização das habilidades inerentes dele, podem ir além da organização lógica e finalização de uma investigação estatística. Dessa forma, esperamos que ele possa ser uma competência essencial para o desenvolvimento do Letramento Estatístico, afinal por meio dele é possível organizações lógicas durante as fases de coleta e análise de dados, proporcionando simulações de cenários que ajudem a visualizar as melhores soluções não só para as atividades de Estatística da escola, mas para transformações sociais, que podem iniciar com a resolução de problemas reais dos estudantes ou da comunidade.

Na próxima seção, serão apresentadas as questões metodológicas que nortearam este estudo, expondo os caminhos que foram percorridos durante o processo de construção do projeto. Descreveremos a perspectiva metodológica assumida, assim como os procedimentos escolhidos para a produção dos dados ao longo da investigação.

4 PERCURSO METODOLÓGICO DA INVESTIGAÇÃO

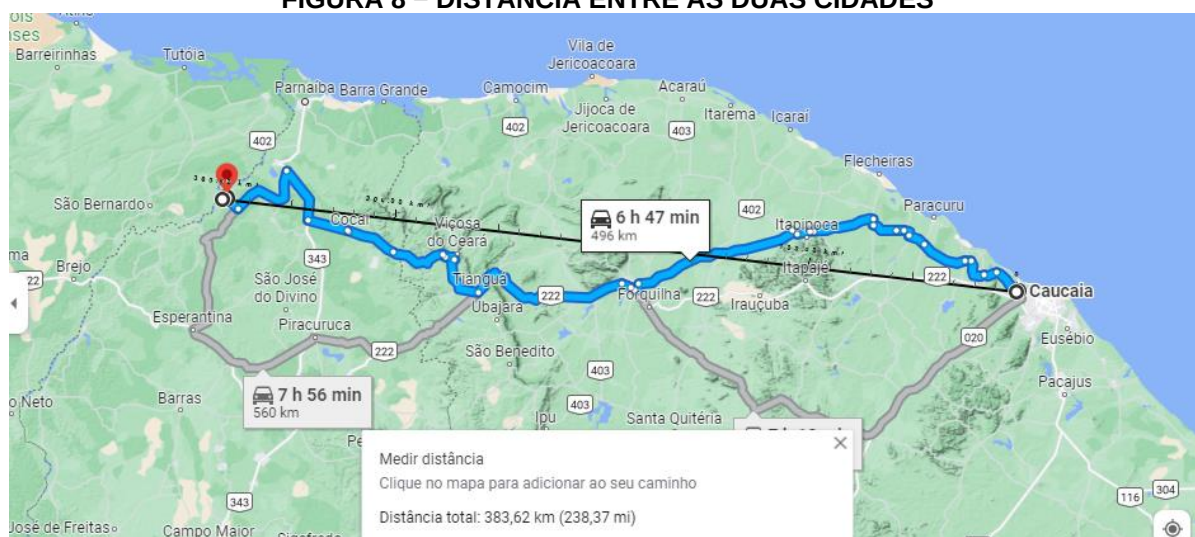
A melhor maneira para se captar a realidade é aquela que possibilita ao pesquisador "colocar-se no papel do outro", vendo o mundo pela visão dos pesquisados (GODOY, 1995, p.61).

A presente seção tem por objetivo a descrição dos métodos, o lugar de aplicação, os seus sujeitos, as etapas da pesquisa, os instrumentos de coleta de dados e o detalhamento de como os dados serão analisados. Esta seção encontra-se dividida em metodologia de pesquisa e metodologia de ensino.

4.1 METODOLOGIA DE PESQUISA

Por meio da pesquisa intitulada “Decolonizando Tecnologias e Entrelaçando Comunidades: da investigação de problemas à criação de artefatos” com número do Parecer: 5.766.476, registrado no Comitê de Ética da Pesquisa do IFCE, foi realizado um curso de Robótica e Introdução à Inteligência Artificial, norteadas pelas ideias da Educação Matemática Crítica, da Decolonialidade e do Construcionismo, com estudantes, do Ensino Médio de duas escolas públicas. Sendo uma localizada em Murici dos Portelas, Piauí e a outra localizada no Parque Potira, Caucaia, Ceará, conforme a figura 8.

FIGURA 8 – DISTÂNCIA ENTRE AS DUAS CIDADES



Fonte: Elaboração Própria.

Os estudantes que compõem essas escolas são adolescentes oriundos das camadas populares que lutam não somente pelo direito ao acesso à Educação, como também lutam rotineiramente pelo direito de coexistência e sobrevivência. Logo, o motivo da escolha da escola em outro estado, é por almejamos construir relações que preconizam a valorização, a equivalência e o respeito às diferenças de cada indivíduo. O fato de ter escolhido estudantes com culturas e costumes diferentes, teve o intuito de trabalhar o decolonialismo dos dados, sob uma perspectiva da Educação Matemática Crítica, e do Construcionismo, de modo que nem os invada, tão pouco desconsidere o conhecimento que eles já possuem em decorrência de suas vivências, visando que os mesmos desenvolvam o senso crítico para a realização de ações embasadas em dados e consigam dialogar com nossa sociedade na busca por soluções que promovam a justiça social.

Além desse motivo, a possibilidade de integrar e conectar relações, permitiu propiciar trocas significativas de conhecimento, sempre atentando para o respeito mútuo entre os estudantes dos dois estados nordestinos. Durante o projeto, as atividades ou situações planejadas ajudaram a dar sentido aos conceitos estatísticos escolhidos sob uma perspectiva construcionista, através das tecnologias digitais. O Construcionismo, enquanto teoria da aprendizagem, se “resume a exigir que tudo seja entendido sendo construído” (PAPERT; HAREL, 1991, p. 3). Com isso, em todas as fases foi considerada a diversidade social e cultural presente em cada comunidade envolvida, oportunizando aos estudantes o reconhecimento e enfrentamento do contexto no qual estão inseridos e buscamos oferecer recursos para um Ensino de Matemática que contemple a todos os participantes, independente da sua realidade social, experiências e dificuldades.

Para isso, “reconhecer o outro como produtor de conhecimento: como igual (sempre que a diferença lhe acarrete a inferioridade) e como diferente (sempre que a igualdade lhe ponha em risco a identidade)” (CYRINO, 2003, p. 239). Logo, foram oferecidas oportunidades de aprendizagem para os estudantes, com base no respeito e na valorização de suas características, capacidades, sem subestimá-los.

Durante o curso, buscamos que os estudantes identificassem problemas e realizassem investigações que envolvessem dados reais disponíveis em plataformas mediadas por algoritmos que utilizam Inteligência Artificial. Com isso, pretendíamos

que os estudantes desenvolvessem e aplicassem as habilidades do Pensamento Computacional, durante todas as etapas da investigação, desde a coleta de dados até a criação de artefatos.

A pesquisa possui abordagem qualitativa, sendo caracterizada como uma pesquisa de intervenção. Sendo assim, visamos proporcionar aos estudantes uma mediação que verificasse a necessidade de ampliação do Letramento Estatístico proposto por Gal (2002). Spinillo e Lautert (2008) explicam que as pesquisas de intervenções visam gerar mudanças, propiciando o desenvolvimento cognitivo e favorecendo explicações sobre sua formulação, podendo proporcionar implicações educacionais. Nesse sentido, a pesquisa intervenção vem apresentando-se como um processo que possibilita construir entendimentos sobre a realidade, para poder transformá-la, permanentemente.

Baseado nas ideias de Bogdan e Biklen (1994), os quais acreditam que a pesquisa qualitativa descreve os aspectos que não são mensuráveis do espaço educacional, consideramos aspectos descritivos e individuais e buscamos entender o contexto, priorizando o processo e não somente os resultados. Bicudo (2011), de maneira semelhante, relata que a pesquisa qualitativa visa alcançar aspectos humanos, buscando olhar os aspectos reflexivos existentes no processo, sem passar pela mensuração. Para Goldenberg (2004), a pesquisa qualitativa descreve todas as ações que aconteceram durante a pesquisa. Em vista disso, a pesquisa qualitativa procura o consenso entre os investigados e o pesquisador.

Procurando entender melhor o contexto da pesquisa, na próxima subseção faremos uma explanação sobre o local de pesquisa (escola), os participantes da pesquisa e a relação dos estudantes com o seu contexto e a sua relação com a Estatística.

4.1.1 Locais da pesquisa e sujeitos

A presente pesquisa analisará os dados, apenas do Ceará, coletados no Colégio Estadual Liceu de Caucaia, localizado no bairro Parque Potira, na cidade de Caucaia, utilizando o espaço do laboratório de informática e de Física da escola. O Colégio Liceu de Caucaia foi escolhido visando o enfrentamento da desigualdade social. Afinal, as escolas periféricas estão inseridas em contextos têm historicamente reunido

uma grande parcela dos desiguais. Convém esclarecer que o interesse e a disponibilidade das escolas e dos estudantes em participarem do projeto, foi considerado para a definição dos locais e dos sujeitos.

Além disso, para a participação na pesquisa os adolescentes deveriam estar matriculados no Ensino Médio, ter disponibilidade para participar das oficinas, ter autorização dos pais e/ou responsáveis, conforme termo de consentimento livre e esclarecido disponível no Apêndice D.

Participaram da pesquisa 15 adolescentes com idades entre 14 e 16 anos, que estavam matriculados no Ensino Médio, escolhidos a partir do interesse e disponibilidade em participar da pesquisa. Como forma, de manter o anonimato, assegurado pelo CEP, os estudantes do Ceará serão denominados de ECE01, ECE02, ..., ECE15.

O Quadro 3, detalha o perfil dos participantes do Curso de Robótica e Introdução à Inteligência Artificial com carga horária total de 60 h/a.

QUADRO 3 – PERFIL DOS PARTICIPANTES DO CURSO

Nº	Nome	Estado	Sexo	Idade
1	ECE01	Ceará	Masculino	15 anos
2	ECE02	Ceará	Feminino	16 anos.
3	ECE03	Ceará	Masculino	16 anos.
4	ECE04	Ceará	Masculino	15 anos
5	ECE05	Ceará	Masculino	15 anos.
6	ECE06	Ceará	Masculino	15 anos.
7	ECE07	Ceará	Masculino	15 anos.
8	ECE08	Ceará	Masculino	15 anos.
9	ECE09	Ceará	Masculino	16 anos.
10	ECE10	Ceará	Masculino	15 anos
11	ECE11	Ceará	Masculino	15 anos
12	ECE12	Ceará	Masculino	16 anos
13	ECE13	Ceará	Masculino	15 anos
14	ECE14	Ceará	Feminino	14 anos
15	ECE15	Ceará	Feminino	15 anos

Fonte: Elaboração Própria.

O curso foi ministrado em dois módulos. O módulo 1, Introdução a Robótica com Arduino para Resolução de Problemas, com a presença de 15 estudantes. Já o

módulo 2, Introdução a Inteligência Artificial, participaram 10 estudantes, porém ocorreram cinco desistências, duas por motivo de trabalho, uma por não ter se identificado com a Robótica e outras duas pessoas deixaram de frequentar a escola. Ao final de cada módulo, eles receberam certificado de participação com carga horária de 60h/a. Além dos estudantes, também participaram do desenvolvimento do projeto 10 pesquisadores integrantes do Grupo de Pesquisa e Produção Colaborativa de Mídias Digitais e Aprendizagem da Matemática – Promídia¹, que atua no desenvolvimento colaborativo de mídias digitais de Matemática, a partir de oficinas e projetos interdisciplinares, dentre estudantes de graduação, pós-graduação e professora da Universidade Federal do Ceará, formando uma equipe multidisciplinar, conforme quadro 4.

QUADRO 4 – PESQUISADORES INTEGRANTES DA PESQUISA

Nº	Nome	Estado	Formação	Função
1	P01CE	Ceará	Pesquisadora da área de Matemática e Tecnologia. Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática do PGECM/IFCE	Desenvolver e ajudar na implementação de um curso de Robótica e Inteligência Artificial no Ceará e Piauí. Ajudou na interlocução entre os dois projetos.
2	P02CE	Ceará	Químico Industrial.	Desenvolver e ajudar na implementação de um curso de Robótica e Inteligência Artificial no Ceará e no Piauí. Ajudou na interlocução entre os dois projetos.
3	P03CE	Ceará	Pesquisadora formadora da área da Educação Matemática.	Desenvolver e ajudar na implementação de um curso de Robótica e Inteligência Artificial no Ceará.
4	P04CE	Ceará	Licenciando em Matemática e Mestranda em ensino de Ciências e Matemática do PGECM/IFCE.	Tabulação e transcrição de entrevistas e gravações de vídeos.
5	P05CE	Ceará	Bolsista CAPES/IFCE Licencianda em Matemática e Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática do PGECM/IFCE.	Tabulação e transcrição de entrevistas e gravações de vídeos.
6	P06CE	Ceará	Bolsista PIBIC/FUNCAP/UFC Licenciando em Matemática.	Tabulação e transcrição de entrevistas e gravações de vídeos.

¹ Site: <https://proativa.virtual.ufc.br/promidia/> Instagram: https://www.instagram.com/promidia_ufc/

Nº	Nome	Estado	Formação	Função
7	P07CE	Ceará	Licenciando em Matemática e Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática do PGECM/IFCE.	Tabulação e transcrição de entrevistas e gravações de vídeos.
8	P08CE	Ceará	Graduanda em Pedagogia pela Universidade Federal do Ceará e bolsista de projeto de extensão do PROMÍDIA.	Tabulação e transcrição de entrevistas e gravações de vídeos.
9	P09CE	Ceará	Graduanda em Sistemas e Mídias Digitais pela Universidade Federal do Ceará e bolsista do PROMÍDIA.	Tabulação e transcrição de entrevistas e gravações de vídeos.
10	P10CE	Piauí	Pesquisador da área de Matemática e Tecnologia. Mestrando em Ensino de Ciências e Matemática do PGECM/IFCE	Desenvolver e ajudar na implementação de um curso de Robótica e Inteligência Artificial no Ceará e no Piauí. Ajudou na interlocução entre os dois projetos.

Fonte: Elaboração Própria.

4.1.2 Etapas da pesquisa

Para uma melhor sistematização e compreensão da investigação, dividiu-se a pesquisa em três etapas: [1] Diagnosticar e compreender; [2] Intervir para transformar; e [3] Esperançar e Refletir; de acordo com quadro 5.

QUADRO 5 – ETAPAS DA PESQUISA E INSTRUMENTOS DE COLETA

Fases	Atividade desenvolvidas / Instrumentos utilizados	Instrumentos
Fase 1: Diagnosticar e compreender	Avaliação diagnóstica, para conhecer e entender o contexto dos estudantes.	Questionário - Perfil do estudante (Apêndice A) e levantamento de acesso e de uso da internet (Apêndice B).
Fase 2: Intervir para transformar	Curso de Robótica e Inteligência Artificial em dois módulos, com o uso de metodologia de ensino baseada no ciclo investigativo PPDAC, visando investigar se o Pensamento Computacional pode ser considerado uma competência essencial para o Letramento Estatístico.	Diário de campo (Anexo A) e Mapeamento das habilidades inerentes do Pensamento Computacional Apêndice D. <i>Print</i> de telas, imagens digitais de atividades e produções escritas, artefatos desenvolvidos pelos estudantes, bem como relatórios, textos e narrativas.
Fase 3: Esperançar e Refletir	Avaliação Diagnóstica para verificar o que os estudantes descobriram ao utilizar os dados na busca pela resolução de seus problemas.	Formulário de avaliação (Apêndice C).

Fonte: Elaboração Própria.

Na primeira fase, os estudantes responderam ao questionário — Perfil do estudante (Apêndice A). O intuito é traçar o perfil dos estudantes, para conhecer e entender os contextos nos quais os mesmos estão inseridos, visando entender as suas problemáticas, para além de promover ações que garantem o seu acesso, permanência e aprendizado no curso. Nesse sentido, buscamos também mobilizá-los a entenderem a sua realidade. Na sequência, solicitamos que os estudantes preencham o formulário do (Apêndice B) - Levantamento de acesso à internet, para entendermos se os estudantes têm acesso à rede mundial dos computadores e de que forma eles a utilizam.

Na segunda fase, aconteceu uma investigação Estatística que usou como metodologia de Ensino o ciclo investigativo PPDAC, que será detalhada na metodologia de ensino. Neste momento, realizamos um curso de Robótica e Introdução à Inteligência Artificial, buscando investigar se o Pensamento Computacional pode ser considerado uma competência essencial para o Letramento Estatístico. Utilizaremos o instrumento mapeamento das habilidades inerentes do Pensamento Computacional (Apêndice D), para listar as habilidades utilizadas nestes pensamentos no decorrer do ciclo investigativo. E utilizaremos o diário de campo para registrar a experiência dos pesquisadores e dos participantes.

Na terceira e última etapa, denominada esperar e refletir, utilizamos um questionário, feito na ferramenta de formulário de avaliação (anexo C) para tentar entender o que os estudantes descobriram ao utilizar os dados na busca pela resolução de seus problemas. A seguir, falaremos quais os instrumentos de coleta dos dados foram utilizados.

O registro dos dados produzidos pelos estudantes e pela professora pesquisadora durante a intervenção foi realizado por meio de filmagens, imagens (*PrintScr*) e de anotações no diário de campo. Além das produções escritas desenvolvidas pelos mesmos como relatórios, textos e narrativas. Os encontros presenciais foram gravados por meio de uma câmera digital e em seguida foram transcritos. A seguir abordaremos como os dados foram analisados.

4.1.3 Análise dos dados

De posse das transcrições, anotações, postagens do *WhatsApp*, formulário do perfil dos estudantes, diário de campo, precisamos tabular este conjunto de dados para analisá-los, para isso, utilizamos a metodologia análise de conteúdo. Trata-se, segundo Bardin (1977, p. 102) de:

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.

Na nossa pesquisa tivemos muitas mensagens, captadas durante o decorrer do curso através dos registros escritos e orais dos discursos nas aulas presenciais, nas postagens pelo *WhatsApp*, como as mensagens com formato de vibração, após conseguir construir um artefato. Para Bardin (1997), o conjunto de documentos que irão ser analisados é denominado de Corpus.

O quadro 6 apresenta a catalogação dos tipos de instrumentos e seus respectivos módulos.

QUADRO 6 – INSTRUMENTOS QUE COMPÕEM O CORPUS DA PESQUISA

Instrumentos	Módulo	Descrição
Registro Oral	I e II	Recolhido das transcrições gravadas.
Registro Escrito	I e II	Recolhido das postagens do <i>WhatsApp</i> e das anotações realizadas durante o curso e o formulário perfil dos estudantes.
Registro Fotográfico	I e II	Recolhido das aulas presenciais e postagens do <i>WhatsApp</i> .

Fonte: Elaboração Própria.

Inicialmente, realizamos uma leitura (flutuante) do que tínhamos para entender o conjunto de dados a serem analisados e descobrir as mensagens contidas neles. O critério para escolha das categorias nesta pesquisa foi semântico, pois agruparam-se os documentos por temas, relacionados aos objetivos, problemática da pesquisa e teoria utilizada. Posteriormente, realizamos uma leitura aprofundada dos instrumentos e estruturamos as temáticas como categorias analíticas intituladas, “Letramento Estatístico”, “Habilidades do Pensamento Computacional”, “Relações entre o Letramento Estatístico e o Pensamento Computacional”. Essas categorias, conforme Bardin (1977, p. 117) são “rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elemen-

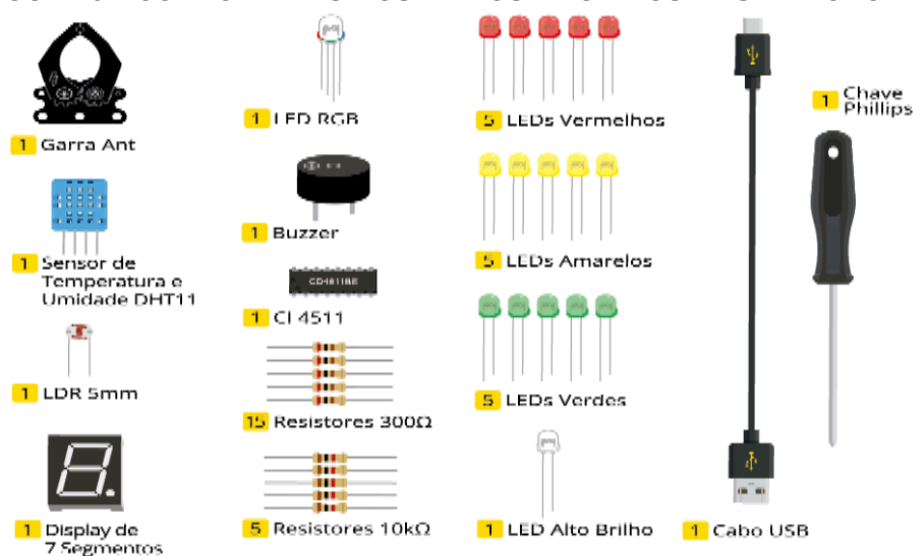
tos sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em razão dos caracteres comuns destes elementos” (Bardin, 1977, p. 117). Sendo assim, as categorias foram tratadas para contribuir para inferências que colaboraram para interpretações possíveis para esta pesquisa, a partir dos seus objetivos e problemáticas.

A seguir, apresentaremos os materiais e tecnologias utilizadas.

4.1.4 Materiais e Tecnologias utilizadas

Durante a intervenção, os estudantes dispuseram do laboratório de Física e do Laboratório de informática, com 12 computadores, 2 celulares, lápis, canetas e papéis, e componentes de Robótica organizados em 2 *Kits*, conforme a figura 9 e em quantidades listadas no quadro 7.

FIGURA 9 – COMPONENTES ILUSTRADOS DE UM DOS KITS DE ROBÓTICA



Fonte: Elaboração Própria.

No Quadro 7, detalharemos os componentes e suas quantidades.

QUADRO 7 – LISTA DE COMPONENTES ELETRÔNICOS

Quantidade	Item
4	Workplate 400
2	Garra Ant
2	Sensor de Temperatura e Umidade
2	Potenciômetro
2	Display de 7 Segmentos

Quantidade	Item
2	LED de Alto Brilho
10	LED Verde
10	Resistores 10kΩ
20	Jumper Macho/Fêmea
4	Protoboard 400
4	Módulo Joystick
4	LDR 5mm
4	Knob para Potenciômetro
4	CI 4511
10	LED Vermelho
4	Chave Momentânea
2	Chave Phillips
2	Cabo USB
2	Micro Servo Motor
2	Sensor Ultrassônico
2	Mini Laser
2	Buzzer
4	LED RGB
10	LED Amarelo
30	Resistores 300Ω
60	Jumper Macho/Macho

Fonte: Elaboração Própria.

Além desses recursos eletrônicos, também foram utilizados os *stories* do *Instagram*, para coleta de dados da comunidade que seguia o perfil do grêmio da escola; e o *Google* planilhas para análise e tratamento dos dados; o *Arduino on line*, *Tinker-Cad*. Além desses, também utilizamos o *Canva* para a criação de fluxogramas, árvores de decisões e uma campanha educativa, disponível no apêndice E.

O projeto foi ministrado de forma síncrona, no contraturno das segundas, quartas e sextas para os estudantes do Ensino Médio.

Na sequência abordaremos a metodologia de Ensino.

4.2 METODOLOGIA DE ENSINO

Os assuntos elencados na proposta pedagógica do curso de Robótica e introdução à Inteligência Artificial foram abordados por meio de tendências metodológicas

da Educação Matemática, as quais fundamentam a prática docente, dentre elas destacamos: Educação Matemática Crítica e a Decolonialidade. Como metodologia de Ensino utilizamos o ciclo investigativo PPDAC para a implementação de pesquisas Estatísticas, com o aporte teórico do Construcionismo para a elaboração dos artefatos tecnológicos.

O Construcionismo é baseado nas ideias de Seymour Papert, um visionário que nos anos 60 percebeu a potencialidade dos computadores e resolveu inseri-los na escola. No Construcionismo, a construção do conhecimento é baseada na realização concreta de uma ação que cria um produto palpável do interesse do estudante, por exemplo: um artefato, um dispositivo. Esse aporte teórico fundamenta a utilização de diferentes dispositivos tecnológicos como, por exemplo, o computador, o Arduino, para ajudar durante o processo de construção de conhecimentos dos estudantes, dentre outros. A escolha do PPDAC como metodologia e do Construcionismo como aporte teórico está baseada na importância dos dados em nossa sociedade e na hipótese de que o Pensamento Computacional pode contribuir com Letramento Estatístico, seja durante a busca por soluções ou como ferramenta necessária para resolver os problemas embasado em dados.

Os estudantes tiveram contato com a Robótica no módulo 1 e no módulo 2. Neste período foram estimulados a desenvolver uma investigação estatística, a partir de problemas e inquietações da escola e tentar propor soluções para tornar a escola “inteligente” e automatizada.

Minuciosamente, apresentamos o passo a passo usado durante a investigação realizada pelos estudantes, paralelamente ao curso, divididos em: fase de Problematização, fase de Planejamento, fase de Coleta de dados, fase de análise dos dados e fase de conclusões; apresentadas e discutidas na sequência.

4.2.1 Fase de Problematização

Utilizando o Tema: Dados, Inteligência Artificial e Viés Algorítmico, iniciamos uma roda de conversa questionando os estudantes sobre o que eles sabiam acerca da ligação entre dados e Inteligência Artificial. Na sequência, mostramos um vídeo do

site code.com, denominado de aprendizado de máquina², que demonstrou o funcionamento dessa técnica de Inteligência Artificial. Após o vídeo, abrimos para comentários, dúvidas e discussões. Realizamos os seguintes questionamentos: Como os dados são coletados? De que forma os dados alimentam a IA? Alguém pode ser beneficiado com os diferentes tipos de dados produzidos? Quem lucra com a criação massiva de dados? Os dados podem apresentar vieses? Depois os estudantes foram convidados a explorarem o recurso digital IA para oceano³, para os mesmos poderem simular o aprendizado em máquina e entenderem o seu funcionamento. Ao final da simulação abrimos novamente para o diálogo e todos foram convidados a responder novamente qual a relação entre os dados e a Inteligência Artificial. Com isso, visamos compreender se após os recursos utilizados, os comentários dos colegas e todas as discussões, eles mudariam a impressão e o entendimento que eles tinham sobre os dados e a Inteligência Artificial.

Na sequência, os estudantes tiveram a oportunidade de compartilhar suas impressões ao ouvirem o relato da palestrante no vídeo. Questionamos se eles já haviam percebido situações semelhantes às discutidas no vídeo, como, por exemplo, alguém sendo marcado incorretamente devido a erros no reconhecimento de padrões em uma rede social, ou se possuíam conhecimento de outras experiências desse tipo.

Logo em seguida, os estudantes foram convidados a identificar algum problema do seu interesse, que envolvesse dados reais disponíveis em plataformas mediadas por algoritmos, como, por exemplo o *Instagram*, *Facebook*, *UBER*, entre outros. Para essa fase do ciclo investigativo, a utilização do Pensamento Computacional pode colaborar, durante a formulação do problema a ser resolvido usando um computador ou outras ferramentas que auxiliem os estudantes a resolverem o referido problema.

Além disso, os estudantes foram convidados a utilizarem a sequência de passos ou fases do ciclo investigativo PPDAC (Problema, Planejamento, Dados, Conclusão). Contudo, antes de apresentar as fases do ciclo investigativo PPDAC, exploramos junto aos estudantes a ideia de algoritmo na pesquisa Estatística. Para isso, montamos coletivamente o algoritmo que representa, da melhor forma, todas as fases do

² <https://studio.code.org/s/oceans/lessons/1/levels/1>

³ <https://studio.code.org/s/oceans/lessons/1/levels/2>

ciclo investigativo PPDAC, buscando que os estudantes reflitam sobre qual a sequência de passos necessária para a execução de um ciclo investigativo. O objetivo desta atividade foi fazer com que os estudantes aprendessem a identificar algoritmos, a utilizá-los e a criá-los, para ajudar a sistematizar a execução de outras pesquisas ou em outros momentos, no decorrer de suas vidas.

O Quadro 8 apresenta um exemplo de como os estudantes poderiam escrever o algoritmo que representa o ciclo investigativo.

QUADRO 8 – SEQUÊNCIA DE PASSOS DO ALGORITMO DO CICLO INVESTIGATIVO PPDAC

Exemplo de Algoritmo do Ciclo Investigativo PPDAC	
Início	
// Instruções do Programa: Entrada → Processamento → Saída	
Passo 1	Identifique um Problema
Passo 2	Realize um planejamento
Passo 3	Colete os dados
Passo 4	Analise os dados
Passo 5	Apresente a conclusão.
Repita o passo 1 caso queira iniciar uma nova investigação	
Fim	

Fonte: Elaboração Própria.

O quadro 8, demonstra um exemplo de uma representação do ciclo investigativo, em que foi utilizado o Pensamento Computacional para os estudantes entenderem cada fase como um passo a ser executado, para a realização de uma investigação. No passo 3, foi solicitada a entrada de dados e no passo 5 requisita a apresentação de uma saída eficaz para responder o passo 1. No passo 4, aconteceu o processamento ou a análise dos dados. O passo 5, existe a possibilidade de os estudantes encontrarem novas ideias e novos questionamentos. Após o passo 5, poderá ser requisitado o retorno para o passo 1, iniciando uma nova investigação.

A elaboração de um algoritmo teve como objetivo ajudá-los a retirar as possíveis dúvidas sobre o que deve ser realizado durante cada passo. Também possibilita o desenvolvimento do pensamento algoritmo, essencial para entender como os dados oriundos de diferentes tipos de dispositivos podem ser coletados, armazenados, analisados e utilizados. Os estudantes escolheram investigar sobre os principais proble-

mas enfrentados pela escola, visando deixá-la mais inteligente. A tecnologia seria utilizada para facilitar a vida dos estudantes, professores, funcionários e comunidade, do Liceu de Caucaia. A ideia principal era utilizar a Robótica e Inteligência Artificial para promover o bem coletivo.

Depois da escolha do problema, esperávamos que os estudantes compreendessem o conceito de contexto amplamente.

Após a escolha do problema a ser investigado, os estudantes planejaram todas as ações necessárias para a realização da investigação estatística.

4.2.2 Fase de Planejamento

Após a escolha dos temas de pesquisa e a identificação do contexto do problema, à medida que avançavam no planejamento, surgiram situações que exigiam a compreensão de conceitos estatísticos. Isso incluiu entender o que constitui uma população e uma amostra, necessários para definir o público-alvo da investigação, bem como a definição de como os dados deveriam ser coletados. Além disso, houve a necessidade de determinar a metodologia de coleta de dados e o formato de armazenamento, o que envolveu a criação dos instrumentos de coleta..

Durante a fase de planejamento, os estudantes definiram que usariam o *Instagram* e o *Google* Formulários para coletar os dados de sua investigação estatística. Nessa fase, o Pensamento Computacional foi essencial para planejar como deve ser a organização e análise lógica de dados; durante a automatização de soluções por meio do pensamento algorítmico, colaborando para a execução das fases de modo ordenadas.

Após o planejamento foi realizada a coleta de dados.

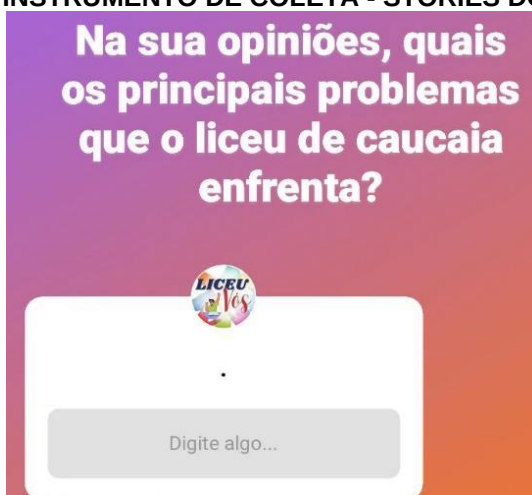
4.2.3 Fase de Coleta dos Dados

Para obter os *insights*⁴, os dados devem ser extraídos usando ferramentas úteis e técnicas eficazes, consequentemente, os estudantes precisam ser estimulados a explorar conjuntos de dados e identificar fatos, padrões e tendências que sejam relevantes.

⁴ Entendimento súbito de uma determinada situação.

Os participantes do curso foram divididos em duas equipes. A equipe 1, utilizou o recurso de enquete existente nos *stories* do *Instagram* e escolheu o perfil do Grêmio Estudantil para fazer a postagem, conforme pode ser verificado na figura 10. A escolha foi justificada pelo fato dos estudantes acreditarem que a página em questão, fosse mais indicada para coletar essa informação do que o próprio perfil oficial da Escola, pois um dos participantes do curso era do grêmio e teria acesso aos dados coletados. Além disso, a utilização da ferramenta *Stories* foi pôr os estudantes buscarem uma amostra que contemplasse a comunidade externa e a ex-alunos da escola, pois os estudantes perceberam que utilizando apenas o formulário do *Google* não conseguiriam atingir uma parte da amostra desejada. Dessa forma, os estudantes acreditavam que somente uma rede social poderia chegar até essas pessoas que já fizeram parte da escola ou que são da comunidade.

FIGURA 10 – INSTRUMENTO DE COLETA - STORIES DO INSTAGRAM



Fonte: Elaboração Própria.

A equipe 2, optou pelo formulário Google, por acharem que ele seria mais prático para coletar dados das amostras escolhidas, nos grupos do *WhatsApp* da escola, conforme pode ser visto na figura 11. Além disso, ele mostrou-se adequado para coletar os dados que os estudantes pensaram. Então, o formulário foi criado e disponibilizado para a coordenação pedagógica que ficou responsável por compartilhar nos grupos. O compartilhamento nos grupos da escola foi destinado a funcionários, professores e estudantes.

FIGURA 11 – INSTRUMENTO DE COLETA - FORMULÁRIO GOOGLE

Pesquisa para o curso de robótica

Perguntas Respostas 33 Configurações

Pesquisa para o curso de robótica

Esse Questionário é destinado aos Alunos e Funcionários do Liceu De Caucaia.

Somos do Curso de Robótica e Inteligência Artificial do Liceu de Caucaia e estamos desenvolvendo alguns dispositivos com intuito de deixar o Liceu de Caucaia uma escola mais inteligente, e pretendemos usar a tecnologia de modo estratégico para melhorar a infraestrutura, criar soluções sustentáveis e outras melhorias necessárias para a qualidade de vida dos estudantes, funcionários e comunidade.

Para isso estamos consultando através desses formulários os alunos, funcionários e comunidade para tentar entender quais os principais problemas que a escola enfrenta e assim tentar encontrar soluções possíveis.

Enviar

+33

Fonte: Elaboração Própria.

Já os *Stories* do *Instagram*, o uso do segundo instrumento citado, foi devido ao fato dos estudantes buscarem uma amostra que contemplasse a comunidade e a ex-alunos da escola, pois os estudantes perceberam que utilizando apenas o Formulário do Google não conseguiriam atingir a amostra desejada.

Realizada a coleta, os estudantes iniciaram as análises dos dados obtidos.

4.2.4 Fase de Análise dos Dados

Essa fase ajudou a explorar conceitos e técnicas Estatísticas. Tentamos destacar a natureza das variáveis com o intuito de nortear quais as representações mais adequadas para cada tipo de variável. Além disso, foi possível explorar a criação de tabelas, gráficos estatísticos, *dashboard*, entre outros. Também, buscamos demonstrar aos estudantes que as análises Estatísticas não devem ser restritas apenas a profissionais estatísticos. Um bom exemplo para isso foi a exploração do Arduino, *software* como Google planilhas e de redes sociais. Assim eles perceberam que nesses recursos eles mesmos podem analisar dados e tomarem suas próprias decisões. Com a constatação do uso de algoritmo, nesses aplicativos, os estudantes buscaram compreender a lógica e a dinâmica que está por trás de cada tipo de serviço. Para isso, eles precisaram utilizar as habilidades do Pensamento Computacional.

Realizadas as análises, os estudantes seguiram para a fase das conclusões.

4.2.5 Fase de conclusões

Nessa fase, os estudantes foram convidados a responder à pergunta de investigação, embasado nos dados, por meio das informações estatísticas fornecidas pelos

mesmos e não pela opinião dos estudantes. Quais os principais problemas que o Liceu de Caucaia enfrenta? Diante dos resultados obtidos, os estudantes pensaram nas seguintes soluções, conforme mostra o Quadro 9:

QUADRO 9 – POSSÍVEIS SOLUÇÕES

Projeto de Arduino para o Liceu de Caucaia		
Categoria	Problemas	Solução
Infraestrutura	Salas quentes e sem ar condicionado	Projeto de auto-climatização
Desorganização (alunos)	Conversas paralelas e constante barulho	Sensor de som
Desorganização (Professores)	Reclamações relacionadas a postura e didática de alguns professores	Formação de professores
Comida	Reclamações sobre a comida	Avaliador de comida (via votação)
Banheiro	Uso de drogas	Sensor de Fumaça

Fonte: Elaboração Própria.

A primeira ação, pensada pelos estudantes, seria a entrega de um relatório contendo os dados brutos da pesquisa realizada por eles, para a coordenação e a direção da escola, na responsabilidade do diretor. Tal ação, teve o propósito de dar acesso à gestão da escola aos dados brutos, para que ele pudesse efetuar novas releituras. Afinal eles poderiam ter outro olhar para os dados e pensar em outras soluções que pudessem ser dialogadas com os estudantes.

A segunda ação diz respeito a uma ação social, visando a mobilização dos pais, comunidade, estudantes e simpatizantes da causa, para um mutirão de limpeza e cuidado com a escola. Para a ação social estava previsto a manutenção dos banheiros, havíamos considerado produzir cortinas com EVA, pintar as paredes, colocar placas educativas.

Apesar dos estudantes terem pensado em uma ação social, quando consultamos o diretor da escola e ele nos repassou que durante ano eleitoral não poderiam ser realizadas ações sociais, então precisamos pensar em outra solução.

Deste modo, mesmo que os estudantes tendo identificado alguns problemas e pensando em soluções, eles tiveram que enfrentar a dificuldade da falta de recursos e a burocracia. Nesse momento, precisamos mediar e estimulá-los a resolver o que era possível.

Diante das dificuldades, os estudantes precisaram pensar em outra solução. Com isso, eles decidiram criar uma campanha de incentivo ao cuidado com a escola. Ao pensarem em diferentes alternativas e recursos na busca por soluções para os problemas na escola, os estudantes acabaram iniciando processo de desenvolvimento da tecnoracia. Para D'Ambrosio (2004, p. 36) “a capacidade de usar e combinar instrumentos, simples ou complexos, avaliando suas possibilidades, limitações e adequação a necessidades e situações” (D'AMBRÓSIO, 2004, p. 36). Essa capacidade auxilia as pessoas a agirem sobre o mundo utilizando-se de recursos que estão disponíveis.

Cabe ressaltar que a ideia da campanha foi de encontro com os anseios que eles mesmos já tinham demonstrado no decorrer do curso, sobre a falta de cuidado dos próprios estudantes com o patrimônio público. A campanha foi divulgada no perfil do *Instagram* da escola, com o auxílio da coordenação pedagógica. O professor de Português da escola, colaborou conosco, nesse momento e auxiliou na correção dos textos elaborados para a campanha, deixando os estudantes bastante à vontade para divulgar as suas ideias.

A criação da campanha educativa também foi de encontro com as ideias do estudante ECE06. Para ele não adiantaria deixar a escola inteligente e utilizar diferentes tecnologias para isso, se ainda não tivéssemos o básico. Refletir sobre o uso indiscriminado da tecnologia é uma competência da matemática crítica, conforme Skovsmose (2008). Pois vivemos constantemente a problemática do desenvolvimento acelerado da tecnologia, enquanto de outro lado contrastando verificamos pessoas sem as mínimas condições de sobrevivência.

Com relação aos artefatos, os estudantes criaram uma árvore de decisão para definir quais dos dispositivos pensados poderiam ser desenvolvidos, com os componentes disponíveis nos *kits* de Robótica. O sensor de fumaça e o avaliador de comida não foram implementados por falta de componentes. Contudo, foram feitas discussões críticas, relacionadas ao uso de um sensor de fumaça na escola, entre a direção, os estudantes e professores do curso e bolsistas. E todas as soluções pensadas pelos estudantes foram apoiadas pelo diretor.

Com isso, os estudantes desenvolveram um sensor de som e um sistema de refrigeração, visando sanar problemas como barulho na sala de aula e de infraestrutura, respectivamente.

Assim, ao longo do curso de Robótica e Introdução à Inteligência Artificial os estudantes conseguiram sistematizar suas ações. Para Wing (2006), quando usamos as habilidades de sistematizar, representar e analisar a resolução de problemas estamos utilizando o Pensamento Computacional.

Durante essa fase, o Pensamento Computacional foi mobilizado na identificação, análise e implementação de possíveis soluções; possibilitando a abstração e transferência deste processo de resolução de problemas, promovendo o processamento sistemático da informação.

A seguir apresentaremos o cronograma com a sistematização de todos os encontros.

4.2.6 Cronograma

A pesquisa foi dividida em dois módulos: [1] Introdução a Robótica com Arduino para resolução de problemas e [2] Introdução à Inteligência Artificial para reflexão sobre dados, com cronogramas divididos conforme o Quadro 10 e 11, respectivamente.

QUADRO 10 – MÓDULO 1 - INTRODUÇÃO A ROBÓTICA COM ARDUINO PARA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Atividade	Descrição	Horas
Encontro 1 Recrutamento	Aplicação de entrevistas e de questionários.	2h/a
Encontro 2	Conhecer o projeto Decolonizando Tecnologias e entrelaçando comunidades: da investigação de problemas à criação de artefatos. Estruturar a lógica de pensamento a partir de premissas obtendo, assim, conclusões. Identificar um algoritmo no dia a dia. Diferenciar entre os diferentes tipos de representação de algoritmos. Aplicar algoritmos na resolução de problemas.	2h/a
Encontro 3	Identificar os tipos de dados básicos para programação. Utilizar o <i>TinkerCad</i> para praticar a programação com no IDE do Arduino.	2h/a
Encontro 4	Detalhamento das atividades que serão realizadas; Mobilização dos alunos para formação dos grupos de trabalhos; Apresentação dos componentes que serão utilizados; Construção de projetos simples em Arduino: <i>Blink</i> , <i>LED(s)</i> , semáforo.	2h/a
Encontro 5	Construção de projetos simples em Arduino: sensor LDR, sensor	2h/a

Atividade	Descrição	Horas
	ultrassônico.	
Encontro 6	Roda de conversa para identificar os problemas que a comunidade enfrenta ou enfrentará. Selecionar os problemas que apresentam soluções prototípáveis em Arduino e organização dos grupos;	2h/a
Encontro 7	Discussão e validação dos problemas identificados; Constituição da situação problema; Orientação do professor quanto a necessidade de realizar um planejamento para a formulação da solução; Início da formulação da solução pelas equipes;	2h/a
Encontro 8	Reunião dos Grupos para iniciarem a solução da situação problema para a feira de Ciências;	2h/a
Encontro 9	Reunião dos Grupos para iniciarem a solução da situação problema para a feira de Ciências;	2h/a
Encontro 10	Intervenção do professor com discussão com os grupos para colher feedback sobre o processo de formulação do protótipo para a feira de Ciências;	2h/a
Encontro 11	Reunião dos Grupos para iniciarem a solução da situação problema para a feira de Ciências;	2h/a
Encontro 12	Finalização dos projetos;	2h/a
Encontro 13	Apresentação dos projetos desenvolvidos para a comunidade na feira de Ciências;	2h/a
Encontro 14	Aplicação de questionário eletrônico com os alunos.	2h/a
Encontro 15	Aplicação das entrevistas. Reflexão sobre os aprendizados	2h/a
Total	---	30h/a

Fonte: Elaboração Própria.

QUADRO 11 – MÓDULO 2 - INTRODUÇÃO À INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA REFLEXÃO SOBRE DADOS. DADOS, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E VIÉS ALGORÍTMICO

Atividade	Descrição	Horas
Encontro 1 - Relembrando o Módulo 1	Recordando os nossos feitos e soluções realizados no módulo 1.	2h/a
Encontro 2 - Introdução ao módulo 2	Utilizando o Tema: Dados, Inteligência Artificial e Viés Algorítmico, iniciamos uma roda de conversa.	2h/a
Encontro 3 - Programação desplugada	Montamos um algoritmo coletivo, usando as fases do Ciclo Investigativo PPDAC, para refletir e planejar os passos da investigação.	2h/a
Encontro 4 - Problemática	Os estudantes escolheram um problema que envolva o tema: dados, Inteligência Artificial e Viés Algorítmico, para iniciar uma investigação.	2h/a
Encontro 5 - Planejamento	Os estudantes fizeram planejamento, determinando a população, formulários de coleta, a plataforma com Inteligência Artificial para coleta de dados (Instagram, Facebook, UBER, etc.).	2h/a

Atividade	Descrição	Horas
Encontro 6 - Planejamento Continuação	Os estudantes fizeram planejamento, determinando a população, formulários de coleta (Google Formulários) e a plataforma com IA para coleta de dados (Instagram).	2h/a
Encontro 7 - Coleta de dados	Os estudantes coletaram os dados nas plataformas escolhidas.	2h/a
Encontro 8 - Análise	Os estudantes analisaram os dados obtidos, por meio de recursos tecnológicos definidos pelos mesmos durante o planejamento.	2h/a
Encontro 9 - Análise Continuação	Os estudantes analisaram os dados obtidos, por meio de recursos tecnológicos definidos pelos mesmos durante o planejamento.	2 h/a
Encontro 10 - Conclusão	Os estudantes fizeram inferências tentando responder à pergunta inicial.	2h/a
Encontro 11 - Divulgação dos Resultados na Escola	Entrega de dados brutos e relatório contendo <i>dashboard</i> com os principais problemas da escola e possíveis soluções	2h/a
Encontro 12 - Elaboração de Artefatos	Os estudantes foram incentivados a construir artefatos que ajudassem a solucionar os problemas enfrentados pela escola, e organizaram campanha educativa para mobilizar os estudantes a preservarem o Liceu de Caucaia.	2h/a
Encontro 13 - Indo além dos muros do Liceu de Caucaia	Divulgação da campanha educativa: Eu cuido de cada cantinho do Liceu de Caucaia.	2h/a
Encontro 14	Aplicação das entrevistas e formulários.	2h/a
Encontro 15	Celebrando os laços e eternizando momentos. Reflexão sobre os aprendizados	2h/a
Total	---	30h/a

Fonte: Elaboração Própria.

Na próxima seção discutiremos os resultados obtidos.

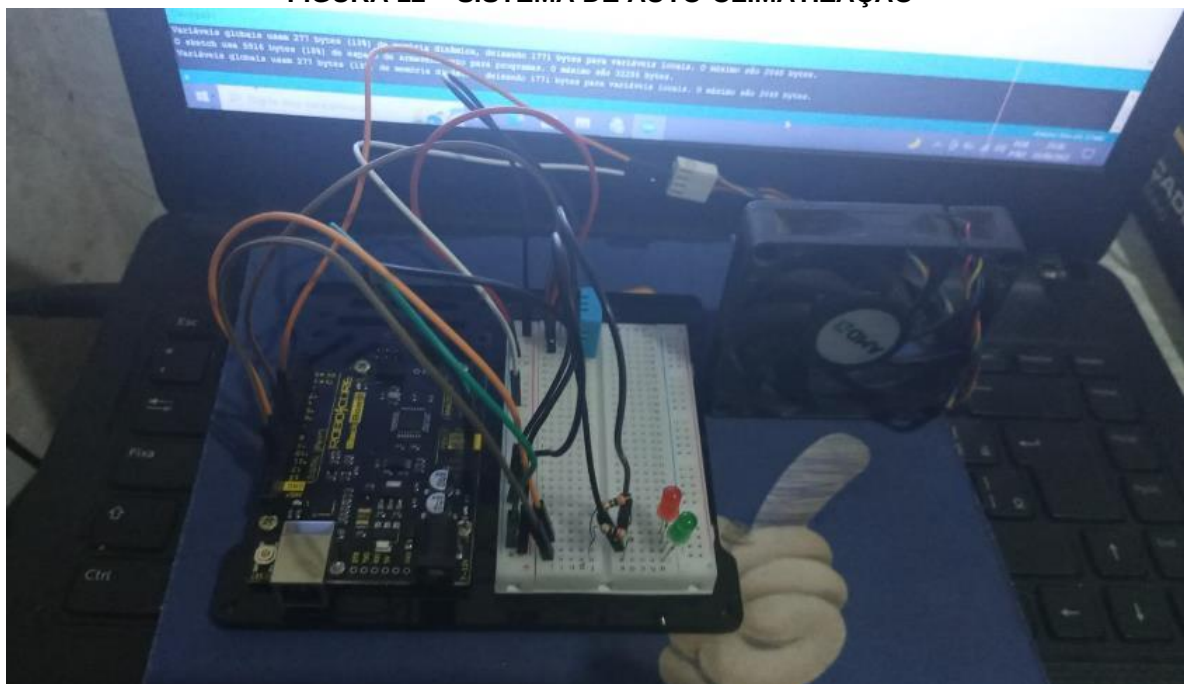
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise dos dados foi feita buscando responder aos objetivos específicos delimitados no início da pesquisa. Para tanto, os dados remetem a três categorias: [1] Letramento Estatístico, em que busca-se analisar o seu desenvolvimento nos dois módulos do curso de Robótica e Inteligência Artificial; [2] Habilidades do Pensamento Computacional, em que mapeiam-se suas habilidades mobilizadas durante a vivência do ciclo investigativo PPDAC; e [3] Relações entre Letramento Estatístico e Pensamento Computacional, em que identificam-se suas relações, culminando na definição do Letramento Estatístico Digital. Estas categorias serão apresentadas e discutidas em subseções a seguir.

5.1 LETRAMENTO ESTATÍSTICO

No que diz respeito a categoria Letramento Estatístico, analisamos o seu desenvolvimento nos dois módulos do curso de Robótica e Introdução à Inteligência Artificial. Neste curso os estudantes precisaram compreender a simulação de processos de inteligência humana para desenvolver artefatos robóticos. Esses processos incluíram o aprendizado por meio da aquisição de informações e definição de regras para o seu uso, até o processo de raciocínio, em que foram utilizadas regras para chegar a conclusões e novas ideias. Para tal fim, os estudantes mobilizaram a capacidade de interpretar, avaliar criticamente e comunicar informações. Podemos citar como exemplo: a criação do artefato denominado sistema de auto-climatização, durante o encontro 11, no módulo 1, conforme pode ser visto na figura 12.

FIGURA 12 – SISTEMA DE AUTO-CLIMATIZAÇÃO



Fonte: Elaboração Própria.

Com o propósito de desenvolver um dispositivo que trouxesse menos impacto para o meio ambiente que um ar-condicionado, os estudantes criaram um sistema de auto-climatização que utilizava um *cooler* (mini ventilador) para realizar a ventilação. Durante a sua criação, os estudantes utilizaram o sensor de temperatura para coletar dados do ambiente, baseados neles e nas informações previamente programadas, o sistema tomaria a decisão de acender o *LED* vermelho e disparar o *cooler*, caso atingisse a temperatura de 28° C. Se a temperatura ficasse abaixo dos 28 graus, o *LED* verde ficaria ligado indicando que a temperatura estava aceitável e que não precisava do acionamento do ventilador.

O desenvolvimento do sistema de auto-climatização pelos estudantes demonstra a mobilização da capacidade de interpretar, avaliar criticamente, comunicar informações. Conforme Gal (2002, p. 4), "produtores de dados" ou "analísadores de dados" geralmente precisam interpretar seus próprios dados e resultados e relatar suas descobertas e conclusões." Além disso, esse artefato automatizou o processo de entendimento, interpretação das informações e tomada de decisões, como podemos observar na Lista 1 e 2, demonstrando com indícios do desenvolvimento do conhecimento estatístico pelos estudantes. Para criar soluções tecnológicas automatizadas, por meio do Arduino, os estudantes precisam utilizar a Estatística aplicadamente.

Sendo assim, eles precisam compreender sobre as técnicas de estatísticas como: coleta, análise, tratamento de dados, bem como definir, distinguir e utilizar a tríade: dado, informação e conhecimento. Visto que, esses conceitos são a base para montar os sistemas de aquisição de dados usados pelo Arduino. Em outras palavras, esse tipo de sistema utiliza métodos de Estatística, para executar ações automatizadas, como podemos verificar na figura 13.

FIGURA 13 – SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS DA ROBÓTICA



Fonte: Elaboração Própria.

Os estudantes do curso utilizaram o sistema de aquisição de dados do Arduino, por meio de dispositivos usados em instrumentação científica como os sensores e atuadores. Os sensores que eles inseriram no Arduino converteram as grandezas medidas em sinais elétricos, já os atuadores convertem os sinais elétricos em ações. Dessa forma, os estudantes precisaram utilizar os conhecimentos sobre Estatística para entender os mecanismos e funcionamentos do Arduino e seus componentes, para então conseguir desenvolver soluções tecnológicas. Além dos conhecimentos estatísticos, para entender a dinâmica do sistema de aquisição de dados, processamento e tomada de decisões do dispositivo, também exigiu dos estudantes, habilidades de alfabetização, conhecimento matemático e conhecimento do contexto.

De fato, os estudantes precisaram mobilizar habilidades de escrita, leitura e interpretação, demonstrando com isso a utilização da alfabetização, para elaborar os códigos de programação, apontando para a utilização do componente letramento, como pode ser visto na Lista 1 e 2. Posteriormente foram realizadas simulações com diferentes temperaturas, para descobrir o momento ideal para disparar o ventilador. Para isso, foram necessários acessar a conhecimento matemático (compreensão do conceito de número, variável, sequência numérica, operações básicas, unidade de medida, dentre outros), e conhecimento estatístico (Compreensão de conceitos sobre dados, informações, estimativa, elaboração de hipóteses, inferências, conclusões e tomada de decisão), conforme indica Gal (2002).

Os estudantes também perceberam a presença de fortes ventos no pátio da escola, evidenciando a circulação de ar no ambiente como uma variável externa, indicando análise preliminar do contexto. ECE08 notou, por exemplo, que 28 °C de um ambiente fechado, pode diferir de 28 °C de um ambiente aberto, pois poderá sofrer influências de outras variáveis. Sobre esta constatação, ECE08 diz: “o pátio é aberto, a sala é fechada, pode ser por isso que 28 °C não funcione no pátio”.

Na Programação 1, podemos visualizar a versão 1, desenvolvida no módulo 1, no encontro 11, realizada pelos estudantes ECE08, ECE06, ECE10 e ECE01, para que o artefato funcionar na sala de aula, sem ar condicionado.

PROGRAMAÇÃO 1 – SISTEMA DE AUTO-CLIMATIZAÇÃO - VERSÃO 1

Linha	Código
1	//Projeto de Sistema de Auto-Climatização
2	
3	// Inclui a biblioteca DHT que possui as funções dos sensores do tipo DHT
4	#include "DHT.h"
5	
6	// Define os pinos de cada componente conectado
7	const int pino_dht = 8; // DHT
8	const int pinoLEDR = 12; // LED RGB (vermelho)
9	const int pinoLEDG = 13; // LED RGB (verde)
10	const int pinoFAN = 7; // ventoinha
11	
12	// variável para armazenar o valor de temperatura e umidade

Linha	Código
13	float temperatura;
14	float umidade;
15	
16	DHT dht(pino_dht, DHT11); // define o pino e o tipo de DHT
17	
18	void setup() {
19	dht.begin(); // inicializa o sensor DHT
20	
21	// Configura os pinos dos LEDs
22	pinMode(pinoLEDR, OUTPUT);
23	pinMode(pinoLEDG, OUTPUT);
24	pinMode(pinoFAN, OUTPUT);
25	}
26	
27	void loop() {
28	// Aguarda alguns segundos entre uma leitura e outra
29	delay(2000); // 2 segundos (Datasheet)
30	
31	// A leitura da temperatura ou umidade pode levar 250ms
32	// O atraso do sensor pode chegar a 2 segundos
33	temperatura = dht.readTemperature(); // lê a temperatura em Celsius
34	umidade = dht.readHumidity(); // lê a umidade
35	
36	// Se ocorreu alguma falha durante a leitura
37	if (isnan(umidade) isnan(temperatura))
38	{
39	// Acende dois LEDs
40	digitalWrite(pinoLEDR, HIGH);
41	digitalWrite(pinoLEDG, HIGH);
42	}
43	
44	if (temperatura >= 28)
45	{
46	// Acende o led vermelho e liga o ventilador
47	digitalWrite(pinoLEDR, HIGH);
48	digitalWrite(pinoLEDG, LOW);
49	digitalWrite(pinoFAN, HIGH);

Linha	Código
50	delay(1000);
51	}
52	
53	Else
54	{
55	// Acende o led verde e desliga o ventilador
56	digitalWrite(pinoLEDR, LOW);
57	digitalWrite(pinoLEDG, HIGH);
58	digitalWrite(pinoFAN, LOW);
59	delay(500);
60	}

Fonte: Elaboração Própria.

No Módulo 1 - encontro 13, ao levar o sistema de auto-climatização, desenvolvido para uma sala de aula sem ar condicionado para outro lugar aberto, localizado no pátio da escola, o dispositivo não funcionou. Então eles precisaram acessar o conhecimento de contexto para realizarem novas simulações e perceberam a presença de uma nova variável, que estava presente naquele novo ambiente. A mudança para um lugar aberto permitiu que eles identificassem a circulação de ar como um fator que impedia a temperatura de atingir os 28°C, previamente programada no dispositivo para um ambiente fechado. Com isso, o ventilador não disparou, o que impossibilitou inicialmente a demonstração do funcionamento do artefato durante a feira de ciências. Por isso, foram necessárias novas simulações, de modo que os estudantes perceberam que para o ventilador ser disparado, eles precisavam descobrir a temperatura ambiente do pátio onde estavam.

Assim, eles foram reduzindo a regra condicionante da temperatura na Programação 1 e 2 do artefato (linha 44), até encontrar a temperatura do ambiente. Descobriram que aos 27°C o ventilador era acionado, quando a circulação de ar era menor. Caso essa variável externa aumentasse, o ventilador do artefato não disparava. Após repetidas simulações, sem sucesso, *ECE08 descobre: “É o vento! Quando o vento aumenta, o dispositivo não dispara, mesmo o ambiente estando em 27°C” (Atividade Módulo 1, encontro 13).*

Para Lopes e D'Ambrosio (2015, p.20), a construção do conceito de número é essencial para a compreensão de “[...] que os dados não são simplesmente números,

categorias, sons ou imagens, mas são entidades que têm um contexto, variam, o que pode ser útil para responder perguntas sobre o mundo”. Dessa forma, os estudantes mobilizaram o conhecimento matemático juntamente com o estatístico, quando perceberam que 27 °C, não era apenas um número, mas um número com contexto.

Na Programação 2, linha 44, é possível confirmar a alteração no valor da temperatura para que o artefato executasse a ação de ventilar.

PROGRAMAÇÃO 2 – SISTEMA DE AUTO-CLIMATIZAÇÃO - VERSÃO 2

Linha	Código
1	//Projeto de Sistema de Auto-Climatização
2	
3	// Inclui a biblioteca DHT que possui as funções dos sensores do tipo DHT
4	#include "DHT.h"
5	
6	// Define os pinos de cada componente conectado
7	const int pino_dht = 8; // DHT
8	const int pinoLEDR = 12; // LED RGB (vermelho)
9	const int pinoLEDG = 13 ; // LED RGB (verde)
10	const int pinoFAN = 7 ; // ventoinha
11	
12	// variável para armazenar o valor de temperatura e umidade
13	float temperatura;
14	float umidade;
15	
16	DHT dht(pino_dht, DHT11); // define o pino e o tipo de DHT
17	
18	void setup() {
19	dht.begin(); // inicializa o sensor DHT
20	
21	// Configura os pinos dos LEDs
22	pinMode(pinoLEDR, OUTPUT);
23	pinMode(pinoLEDG, OUTPUT);
24	pinMode(pinoFAN, OUTPUT);
25	}
26	
27	void loop() {
28	// Aguarda alguns segundos entre uma leitura e outra

Linha	Código
29	delay(2000); // 2 segundos (Datasheet)
30	
31	// A leitura da temperatura ou umidade pode levar 250ms
32	// O atraso do sensor pode chegar a 2 segundos
33	temperatura = dht.readTemperature(); // lê a temperatura em Celsius
34	umidade = dht.readHumidity(); // lê a umidade
35	
36	// Se ocorreu alguma falha durante a leitura
37	if (isnan(umidade) isnan(temperatura))
38	{
39	// Acende dois LEDS
40	digitalWrite(pinoLEDR, HIGH);
41	digitalWrite(pinoLEDG, HIGH);
42	}
43	
44	if (temperatura >= 27)
45	{
46	// Acende o led vermelho e liga o ventilador
47	digitalWrite(pinoLEDR, HIGH);
48	digitalWrite(pinoLEDG, LOW);
49	digitalWrite(pinoFAN, HIGH);
50	delay(1000);
51	}
52	
53	else
54	{
55	// Acende o led verde e desliga o ventilador
56	digitalWrite(pinoLEDR, LOW);
57	digitalWrite(pinoLEDG, HIGH);
58	digitalWrite(pinoFAN, LOW);
59	delay(500);
60	}
61	}

Fonte: Elaboração Própria.

Ao observar as Programações 1 e 2 podemos verificar que os estudantes precisavam prever as possíveis informações (as possibilidades) que poderiam ser geradas e sugerir para o sistema, via programação, cada ação que deveria ser tomada, conforme os dados coletados e processados. Contudo, perceberam que o contexto influenciava essas ações.

Na criação do sistema de auto-climatização, os estudantes utilizaram diferentes tipos de pensamento, incluindo o Pensamento Computacional e o Pensamento Algébrico. O Pensamento Computacional foi utilizado na programação do sistema, envolvendo a decomposição do problema em etapas menores, a identificação de padrões, relações e a formulação de algoritmos para a solução. Os estudantes tiveram que pensar de forma lógica e sequencial, considerando os dados coletados pelo sensor de temperatura, estabelecendo condições (como a temperatura de 28°C) e tomando decisões com base nessas informações. Eles também precisaram entender os mecanismos e funcionamentos do Arduino e seus componentes para desenvolver soluções tecnológicas.

Por outro lado, o Pensamento Algébrico foi aplicado na análise das relações entre as variáveis envolvidas no sistema de auto-climatização. Os estudantes identificaram a influência do contexto, reconhecendo que a temperatura ideal em um ambiente fechado poderia não ser adequada em um ambiente aberto. Eles consideraram diferentes condições, compararam resultados e formularam hipóteses com base nessa análise. A utilização do Pensamento Algébrico envolveu a capacidade de generalizar padrões e relações, utilizando símbolos e expressões matemáticas para representar e resolver problemas. Nesse caso, os estudantes aplicaram esse tipo de pensamento ao considerar as variáveis e estabelecer uma compreensão mais abrangente do sistema. Enquanto o Pensamento Computacional estava mais relacionado à programação e ao desenvolvimento técnico do dispositivo, o pensamento algébrico foi utilizado na análise das relações e no entendimento do contexto. Essas abordagens complementares permitiram que os estudantes resolvessem problemas eficientemente, considerando diferentes aspectos do sistema. Portanto, ao criar o sistema de auto-climatização, os estudantes mobilizaram tanto o Pensamento Computacional quanto o Pensamento Algébrico.

Ademais, os estudantes também se demonstraram críticos, ao questionarem, analisarem, avaliarem que o dispositivo poderia ser danificado pelos estudantes, caso instalados nas salas, devido ao contexto vivido pela escola. Os estudantes justificaram que era recorrente a prática de ações que provocavam, danos ao patrimônio público pelos próprios estudantes da escola, demonstrando com isso, conhecimento de contexto indicado por Gal (2002). O Protocolo 1 apresenta o diálogo entre os estudantes ECE08, ECE06 e o professora P01CE:

PROTOCOLO 1 – DIÁLOGO ENTRE PROFESSORA P01CE E ESTUDANTES ECE08, ECE06

ECE08: Mas tia irão quebrar, não vai adiantar nada construir!

ECE06: Verdade professora, os próprios estudantes quebram!

ECE08: Tem que proteger de alguma forma, colocar grades em volta.

(Atividade Módulo 1, encontro 11).

Fonte: Transcrição de áudio - Projeto Decolonizando Tecnologias (2022).

A ação de questionar demonstrou que os estudantes compreendiam o contexto em que viviam e entendiam que para inserir um dispositivo naquela escola, seria necessário tomar algumas providências para garantir o estado de conservação e funcionamento do dispositivo. Sobre isso, Gal (2002, p. 4) explica que a avaliação crítica depende também de elementos adicionais: “a capacidade de acessar questões críticas e de ativar uma postura crítica, que por sua vez é apoiada por certas crenças e atitudes”.

Dessa forma, convidamos o diretor da escola para pensar com os estudantes possíveis soluções que os ajudassem a manter o patrimônio público na escola. Esse momento provocou discussões e novas reflexões, gerando esperanças nos estudantes, ao perceberem o apoio da direção, que assegurou ajuda para providenciar mecanismos para garantir a integridade dos dispositivos, caso eles fossem desenvolvidos.

De acordo com Costa Júnior e Monteiro (2022), a escola deve incentivar competências críticas nos estudantes para que eles sejam agentes de mudanças. Sendo assim, estabelecer parcerias entre a escola e o estudante pode ser o caminho para incentivar essas mudanças. Por isso, Skovsmose (2008) diz que para que a Educação ser crítica, ela deve discutir condições básicas não só para obter conhecimento, mas precisa estar a par dos problemas sociais, das desigualdades e da supressão. Sendo

assim, o processo educativo deve ser construído na base do diálogo entre estudantes, professores, diretor e todos os atores sociais da escola.

Os estudantes foram estimulados a refletirem sobre a definição de contexto de forma prática. Isso pode ser verificado por meio do diálogo entre P01CE e ECE08 (Protocolo 2).

PROTOCOLO 2 – DIÁLOGO ENTRE P01CE E ECE08

P01CE: Será que em outro contexto seria diferente?

P01CE: Caso estivessem no frio?

P01CE: Em um ambiente frio o artefato iria funcionar a 25 graus?

P01CE: Então dependendo do contexto vocês precisarão fazer o quê?

ECE08: modificações e adaptações

P01CE: Percebem que dependendo do contexto o artefato podem necessitar de ajustes e modificações?

Turma: Sim!

(Atividade Módulo 2, encontro 1)

Fonte: Transcrição de áudio - Projeto Decolonizando Tecnologias (2022).

Nesse sentido, entendemos que à medida que os estudantes desenvolvem artefatos eles foram adquirindo conhecimentos tanto estatísticos quanto de contexto, pertinentes às situações propostas. Diante disso, o desenvolvimento dos artefatos foi além do contexto de leitura, e exigiu dos estudantes o entendimento de todo o processo investigativo. Para Wild e Pfankuch (1999), a utilização de dados reais do contexto dos estudantes pode contribuir para o Letramento Estatístico, para o desenvolvimento do Pensamento Estatístico e do Pensamento Crítico. Nessa atividade, os estudantes foram além dos contextos de leituras, ao automatizem todo o processo investigativo, contribuindo para o desenvolvimento do letramento Estatístico. Conforme Wild e Pfankuch (1999), ao realizar todo o processo investigativo, é possível alcançar uma das dimensões do Pensamento Estatístico. Logo, o desenvolvimento dos artefatos no curso de Robótica e Introdução à Inteligência Artificial, promoveram a mobilização dos componentes cognitivos e afetivos colaboraram para o desenvolvimento do Letramento Estatístico, Pensamento Estatístico e Pensamento Crítico dos participantes.

Além do desenvolvimento de tecnologia sobre as lentes da decolonialidade e da Educação Matemática Crítica, durante os dois módulos do curso, exploramos o

processo de colonialismo dos dados. Para isso, os estudantes começaram refletir sobre o que são dados, informações para compreender o mecanismo de aquisição, processamento e tomada de decisões, que pode ser simulado e praticado por meio do Arduino.

Podemos verificar que eles iniciaram a busca para compreender o seu significado e suas implicações, como pode ser verificado nas respostas às perguntas: O que são informações e descreva situações onde podemos encontrá-las, disponível no formulário de avaliação, nos apêndices C (Protocolo 3).

PROTOCOLO 3 – FRAGMENTOS DAS RESPOSTAS DO FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO – PARTE 1

ECE08: Informações são o conjunto de dados. Que agora interligados, fazem sentido para o entendimento amplo de certo assunto. Podemos encontrar informações por exemplo, nos mesmos lugares que encontramos dados, mas desta vez estão junto e trabalhos. Por exemplo o nosso CPF, que é a junção dos dados que formam o número e o nosso nome, para que se torne único.

ECE05: São conhecimentos que se tornam públicos por alguns meios de comunicação, e podemos encontrá-los em toda internet ou até através de jornais.

ECE10: É tipo um conjunto de dados/conhecimento, que juntos relatam um fenômeno.

ECE01: Informações são construídas a partir de conjuntos de dados, fatos de acontecimentos. Jornais, climatologia, localização, observações do dia a dia e etc.

ECE03: Informações são coisas que informam e deixam as pessoas cientes de determinada situação, redes de comunicação.

ECE04: É um conjunto organizado de dados, que constitui uma mensagem sobre um determinado fenômeno ou evento.

Fonte: Atividade Módulo 2 - Formulário de avaliação - Projeto Decolonizando Tecnologias (2022).

As respostas expostas no Protocolo 3 demonstram a construção do entendimento sobre o que é informação. O intuito inicial era gerar reflexões que pudessem contribuir para o desenvolvimento do entendimento sobre o que é uma informação estatística (números, tabelas ou gráficos). Afinal, caso o estudante não compreenda o que é uma informação, ele poderá ter dificuldade para entender o que é uma informação estatística. Contudo, verificamos que 5 estudantes saíram do curso sem conseguir definir o que era informação, por meio da escrita. Como podemos verificar por meio de respostas imprecisas e pouco aprofundadas nos Protocolo 4.

**PROTOCOLO 4 – FRAGMENTOS DAS RESPOSTAS DO FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO –
PARTE 2**

ECE09: São conhecimentos que são espalhados por meios diferentes.

São textos que podem ajudar a pessoa a saber de algo, nós podemos encontrar em sites de notícias, entre outros..

ECE02: Informações é o ato de se informar sobre alguma coisa e podemos encontrá-las em placas, cartazes e etc.

ECE06: São características obtidas através do conhecimento...atualmente em jornais, livros, etiquetas.

ECE11: Informações são coisas que informam e deixam as pessoas cientes de determinada situação, redes de comunicação

ECE07: Informações são dados.

Fonte: Atividade Módulo 2 - Formulário de avaliação - Projeto Decolonizando Tecnologias (2022).

A partir do Protocolo 4 é possível perceber que esses estudantes, apesar de terem mobilizado diferentes capacidades e componentes cognitivos e afetivos durante o desenvolvimento dos artefatos tecnológico, ainda não conseguiam definir e nem diferenciar o que eram dados e informações e suas implicações na construção do conhecimento e tomada de decisões.

Isso pode ter relação com a capacidade de letramento que Gal (2002) aponta como necessária para o indivíduo ser estatisticamente letrado, visto que esses dados foram extraídos por meio de formulário, no qual eles precisavam elaborar e escrever as respostas. Talvez utilizando outro instrumento para coleta dessas respostas, como uma entrevista, poderíamos ter obtido respostas melhores elaboradas ou deveríamos ter explorado melhor essas definições para garantir o amadurecimento da compreensão sobre esses assuntos. Inquestionavelmente, para o desenvolvimento e compreensão das tecnologias é fundamental o entendimento sobre esses conceitos. Assim, se torna claro a necessidade de aprofundamento sobre esses assuntos, para que de fato esses estudantes consigam atuar de forma crítica na sociedade.

A compreensão desses conceitos também é essencial para o desenvolvimento do Letramento Estatístico, que exige uma leitura crítica diante das informações estatísticas (GAL, 2002). Nesse sentido, é de suma importância reconhecer que os dados representam as unidades elementares de uma informação, enquanto a informação em

si se constitui por meio da combinação de dados e conhecimento de contexto, bem como as suas implicações na sociedade.

A aplicação da Robótica e da Inteligência Artificial, através do Arduino, no decorrer do curso, permitiu aos participantes abordar dimensões do conhecimento estatístico que transcendem a interpretação ou uso de estatísticas. Assim, enquanto o Letramento Estatístico abre espaço para uma compreensão de uma das dimensões do saber estatístico, sua aquisição isolada não habilitaria os estudantes a empregarem plenamente o conhecimento estatístico necessário para o desenvolvimento de tecnologias, por exemplo.

Frente ao avanço tecnológico, os estudantes devem adquirir competências para serem agentes ativos na construção de um mundo mais justo, ao invés de meros observadores. Para isso, é crucial o desenvolvimento de habilidades estatísticas e a experiência em processos investigativos.

Diante disso, analisamos como as habilidades do Pensamento Computacional contribuíram para o desenvolvimento do Letramento Estatístico, durante uma pesquisa realizada pelos estudantes visando descobrir problemas enfrentados pela escola, com o aporte do ciclo investigativo PPDAC.

5.2 HABILIDADES DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL

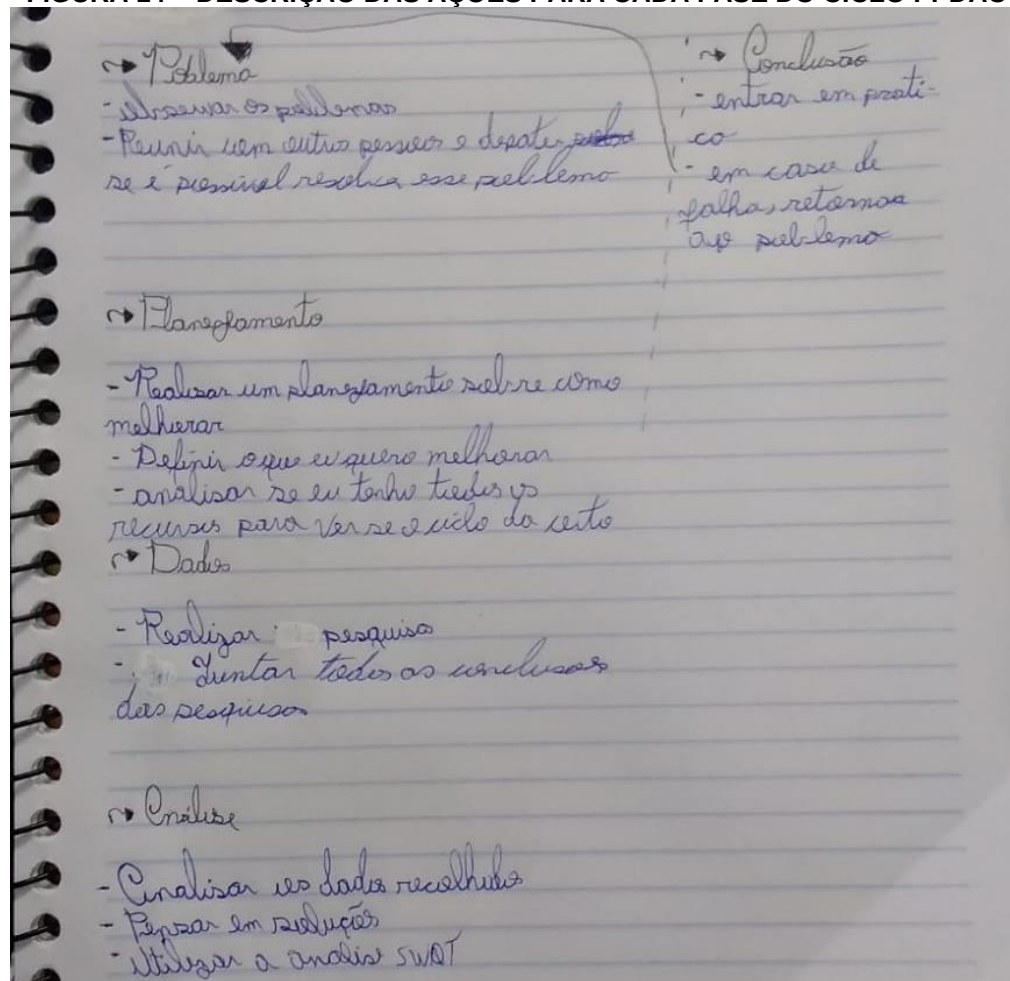
Na categoria nomeada “Pensamento Computacional” identificamos a mobilização das suas habilidades durante uma investigação que visava descobrir os problemas enfrentados pela escola. Para isso, foram mapeados os quatro pilares do Pensamento Computacional: Algoritmos, abstração, decomposição, reconhecimento de padrões (BACKMANN, 2017). Além disso, foram mobilizadas outras habilidades inerentes do Pensamento Computacional: coleta de dados, análise de dados, representação dos dados, simulação, automação, reconhecimento de padrões, paralelização.

5.2.1 Algoritmos

Para ISTE e CSTA (2011), a estruturação de soluções, passo a passo (algorítmicos), acontecem por meio do pensamento algorítmico, sendo considerado uma das habilidades do Pensamento Computacional. De acordo com Backmann (2017), algorítmico é a habilidade de definir ou seguir um conjunto de passos para resolver um

problema ou atingir um objetivo. Ao seguirem as fases do ciclo investigativo para descobrir quais os principais problemas enfrentados pela sua escola, o ECE04 mobilizou a habilidade do algoritmo, conforme pode ser visto na figura 14.

FIGURA 14 – DESCRIÇÃO DAS AÇÕES PARA CADA FASE DO CICLO PPDAC



Fonte: Atividade Módulo 2 - Ações ciclo investigativo - Projeto Decolonizando Tecnologias (2022)

Portanto, o algoritmo favoreceu a elaboração dos códigos durante a programação e colaborou para a organização e execução das etapas, permitindo a realização da investigação e conclusão.

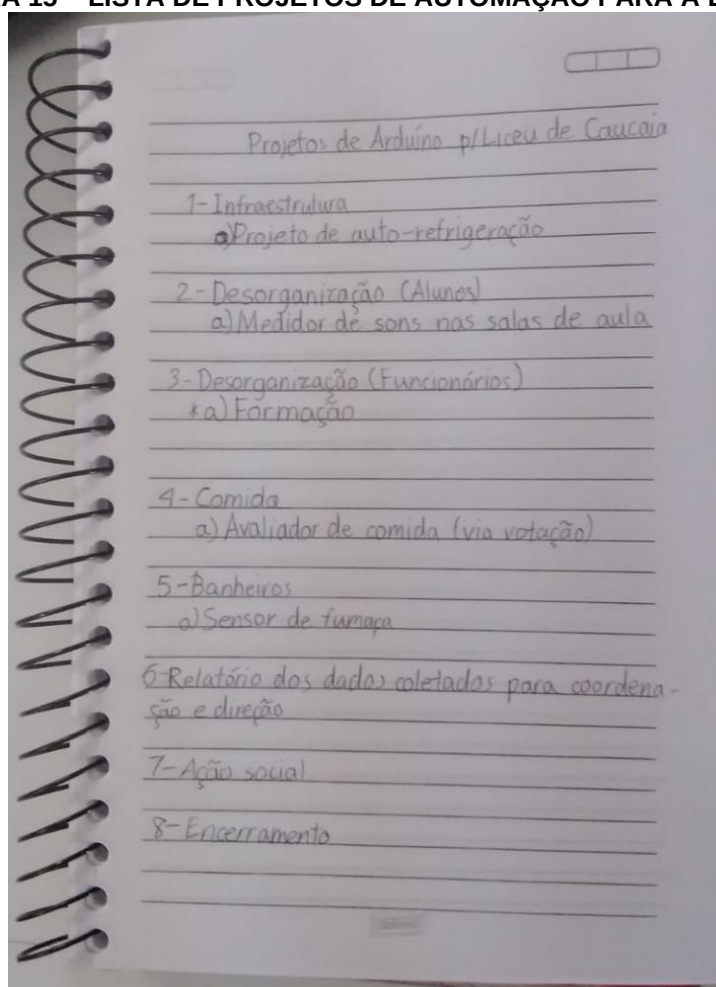
Os estudantes, também, utilizaram o algoritmo de soma do Google Planilhas para gerar a soma e somar o total de respostas contido na tabela 1.

Além disso, no 5º encontro, durante as conclusões da pesquisa e após o tratamento dos dados, o professor P02CE, propôs escolher uma solução para os cinco principais problemas identificados nas análises. ECE08 recordou-se do sistema de

auto-climatização desenvolvido durante o módulo 1, para ser demonstrado na feira de ciências da escola, como uma solução sustentável que também poderia ser utilizada para resolver o problema do calor nas salas. *ECE08 comentou: “— o sistema de auto-climatização poderia ajudar com o problema das salas que não tinham ar-condicionado”*. ECE06, também lembrou do dispositivo medidor de som, comentado durante o módulo 2, encontro 2, como uma alternativa para conter o barulho excessivo nas salas. *ECE06 afirmou: “— Para o problema do barulho, podemos criar o medidor de som”* que depois foi nomeado de sensor de som pelo estudante ECE08. Sobre isso, Backmann (2017, p. 38), diz: “Reconhecimento de Padrões é uma forma de resolver problemas rapidamente recorrendo a soluções previamente definidas em outros problemas e com base em experiências anteriores.”

Visto que os estudantes não souberam como poderiam resolver a problemática referente aos professores, P01CE propôs a organização de uma formação para docentes em parceria entre a escola e o grupo de pesquisa responsável pelo desenvolvimento do curso. Em relação ao desafio referente à alimentação, P02CE sugeriu a implementação de um sistema avaliador de refeições por meio de votação, ideia que foi prontamente aceita pelos estudantes. A resolução para o problema dos banheiros se mostrou particularmente complexa, devido à presença de diversas questões correlacionadas. No entanto, à luz das informações coletadas, tornou-se evidente que a degradação do banheiro por alguns estudantes tinha o objetivo de impossibilitar o uso do espaço, para praticar o consumo de drogas. Inicialmente, ECE08 sugeriu: “Poderíamos utilizar iluminação azul nos banheiros para dificultar a identificação de veias pelos usuários de drogas injetáveis.” Posteriormente, ECE08 reconheceu que essas drogas eram dispendiosas e os estudantes da escola não possuíam recursos para usá-las. Nesse sentido, P02CE ponderou: “Seria necessário um detector ou sensor de fumaça.” Além disso, foram propostos a criação de um relatório, uma ação social e o encerramento do curso, segundo as análises efetuadas, como demonstrado na figura 15.

FIGURA 15 – LISTA DE PROJETOS DE AUTOMAÇÃO PARA A ESCOLA



Fonte: Atividade Módulo 2 - Lista de projetos - Projeto Decolonizando Tecnologias (2022).

Contudo, no processo de tomada de decisões, além de pensar em possíveis ações que ajudem a sanar os problemas mapeados, os estudantes precisaram pensar em uma sequência lógica de passos que ajudasse a pôr em prática tudo o que foi pensado. Utilizando a ferramenta Canva⁵, ECE06 elaborou uma sequência de ações visando sanar os problemas elencados na pesquisa sobre os problemas do Liceu de Caucaia, visualizado na Figura 16.

⁵ <https://www.canva.com/>

FIGURA 16 – AÇÕES PARA O LICEU DE CAUCAIA



Fonte: Atividade Módulo 2 - Sequência de ações - Projeto Decolonizando Tecnologias (2022).

Com relação à ação 2, os estudantes ainda fizeram uma árvore de decisão, sobre a execução das possíveis soluções, na qual verificamos a possibilidade de executar e criar as soluções que eles haviam pensado utilizando o Arduino, como pode ser visto na figura 17.

FIGURA 17 – ÁRVORE DE DECISÃO



Fonte: Atividade Módulo 2 - Árvore de decisão - Projeto Decolonizando Tecnologias (2022).

A árvore de decisão retratou a nossa realidade onde, apesar das ótimas ideias, a falta de todos os materiais nos impediu de criar o sensor de fumaça e o avaliador de

comida. Assim, eles aprenderam a lidar com a paralelização, identificando diversos problemas ao mesmo tempo, e desenvolvendo soluções viáveis naquele momento.

Dessa forma, as soluções foram concebidas colaborativamente entre os participantes, mobilizando não apenas habilidades algorítmicas, mas também o reconhecimento de padrões, paralelização, abstração.

Logo, a habilidade de algoritmos permitiu estruturar ações durante o ciclo investigativo PPDAC.

5.2.2 Abstração

A habilidade do Pensamento Computacional mais utilizada durante todo o processo investigativo foi a abstração, sendo utilizada desde a elaboração e identificação do problema até as conclusões. Durante a investigação realizada pelos estudantes, a abstração desempenhou um papel fundamental ao simplificar e identificar os problemas principais enfrentados pela escola. Ao decompor e definir as variáveis de pesquisa, como segurança, higiene, infraestrutura, profissionais, educação, alimentação, cidadania e desenvolvimento tecnológico, os estudantes conseguiram abstrair a complexidade das questões enfrentadas. Sendo assim, os participantes utilizaram a habilidade de abstrair para diminuir a complexidade dos problemas enfrentados na escola, buscando, com isso, identificar o elemento principal e analisar a relação entre os problemas e os dados coletados para então resolvê-los.

Ao refletirem sobre os possíveis problemas enfrentados pela escola, os estudantes começaram a elaborar suas hipóteses, estimulando o desenvolvimento da abstração. *ECE08 revela: “O banheiro masculino é o pior problema da escola!” (Atividade Módulo 2, encontro 5)*. Ao analisar e extrair informações relevantes, eles podem observar tendências e padrões consistentes, fornecendo uma base sólida para formular hipóteses sobre as possíveis relações entre as variáveis em estudo.

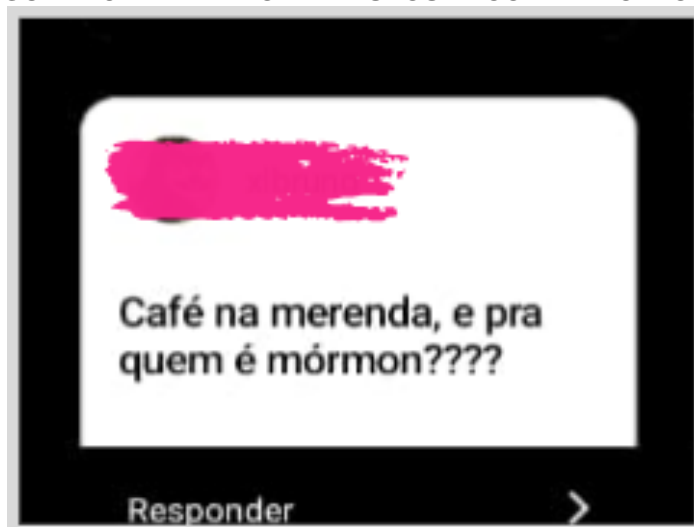
Para Cazorla et al. (2017, p.24), hipótese é uma afirmativa elaborada e que será colocada à prova, de maneira que poderá ser rejeitada ou não. Conforme as autoras, as hipóteses podem virar conclusões da pesquisa, quando testadas. Isso pode contribuir para uma compreensão mais completa do fenômeno em estudo. Logo, a elaboração de hipóteses, por meio da abstração, é importante para a investigação

e deve ser incentivada. Na fase das análises e dos resultados, os estudantes confrontam as hipóteses pensadas anteriormente com os dados coletados e os resultados obtidos e verificam se eles estavam certos ou não.

Para Backmann (2017), por meio da abstração também realizamos a filtragem e a classificação dos dados. Nesse sentido, os estudantes analisaram os dados que tinham relevância, diferenciando-os daqueles que podiam ser ignorados. Durante a fase de filtragem dos dados, os estudantes aplicaram a habilidade de abstração para extrair as características essenciais dos dados coletados. Isso possibilitou identificar as variáveis relevantes para a pesquisa e descartar aquelas que não têm impacto direto nos objetivos do estudo. A utilização da abstração permitiu que os estudantes se concentrassem nos dados que eram mais significativos para a análise estatística, simplificando assim o processo de filtragem. Com isso, eles definiram quais dados respondem a questões de pesquisa: quais os principais problemas enfrentados pelo Liceu de Caucaia? Diante disso, por meio dessa filtragem e classificação, os estudantes selecionaram os dados mais relevantes para a resolução do problema em questão. Ao aplicar a abstração, os estudantes agruparam os dados em categorias relevantes, considerando as características compartilhadas pelas observações. Isso permite a criação de conjuntos de dados mais coerentes e estruturados, facilitando a análise subsequente.

No entanto, houve momentos na filtragem dos dados que precisou de intervenção, como na situação em que uma resposta contendo ironia não foi inicialmente compreendida. Em determinado momento, PCE01 precisou intervir nessa filtragem, pois os estudantes não conseguiram interpretar a ironia contida nessa resposta (Figura 18).

FIGURA 18 – EXEMPLO DE RESPOSTA CONTENDO IRONIA



Fonte: Resposta obtida por meio do Stories do Instagram

Para ECE06, essa resposta deveria ser descartada. Ele justifica, dizendo: “Olha isso aqui, quero saber se não tem merenda!”. O Estudante ECE04 concorda afirmando: “Verdade, não conta essa! Café é merenda, então não tem problema!”. No entanto, os estudantes ECE06 e ECE04 não consideraram que os participantes dessa religião são orientados a não consumirem cafeína. Após uma mediação e a explicação de que os adeptos dessa religião não podem consumir cafeína, eles compreenderam que os estudantes mórmons, em um dia em que a merenda era café, não merendavam. Assim, com a mediação do professor, os estudantes conseguiram compreender corretamente a situação e incluir essa resposta como um problema relacionado à alimentação.

A habilidade de abstração, por fim, também desempenhou um papel fundamental na comunicação dos resultados da pesquisa realizada pelos estudantes. Ao confeccionarem a tabela de frequência, eles organizaram os dados concisamente, registrando a quantidade de vezes que cada problema foi mencionado, como se pode constatar na tabela 1. Tal abstração permitiu identificar os padrões e tendências mais relevantes, fornecendo uma visão geral dos desafios enfrentados pelo Liceu de Caucaia. Ao simplificarem e organizarem os dados coletados, eles conseguiram transmitir as descobertas de forma clara e compreensível, compartilhando os resultados com seus colegas, professores e também as autoridades escolares. Essa ação visava estimular discussões e impulsionar ações concretas para lidar com os problemas identificados.

Nesse sentido, a abstração exerceu um papel essencial na investigação dos estudantes, ajudando-os a simplificar, identificar padrões, organizar dados, generalizar resultados e comunicar eficazmente. Ao aplicar a abstração eles aprimoraram sua compreensão sobre os desafios enfrentados pela escola, contribuindo para a exploração de soluções.

Logo, em contexto investigativo, a habilidade de abstração do Pensamento Computacional, aliada à mediação do professor, pode desempenhar um papel significativo na categorização e filtragem dos dados.

5.2.3 Decomposição

Conforme apontado por Backmann (2017), a decomposição é uma habilidade de separar uma tarefa em partes menores e gerenciáveis. Sendo assim, os estudantes, durante a fase do planejamento, foram definindo todas as tarefas e as respectivas ferramentas para a realização das mesmas. Além disso, a concepção do desenho da pesquisa, realizado durante o planejamento, proporcionou aos estudantes escolherem as ferramentas de coleta de dados, a forma de coleta, a definição das amostras e elaboração dos instrumentos de coleta de dados que eles precisam fazer durante todo o ciclo investigativo (Quadro 12):

QUADRO 12 – PLANEJAMENTO COLETIVO DA INVESTIGAÇÃO

PLANEJAMENTO		
Questão de Pesquisa: Quais os principais problemas que o Liceu de Caucaia enfrenta?		
Itens do Planejamento	Equipe 1	Equipe 2
Tipo de amostra	Comunidade do entorno da escola, pais e ex-alunos, estudantes e funcionários.	Estudantes matriculados e funcionários.
Instrumento de coleta de dados	<i>stories</i> dos <i>Instagram</i> do grêmio da escola	Google Formulário
Tratamento dos dados	Google Planilhas	Google Planilhas
Conclusão	Canva, Instagram, Arduino	Canva, Instagram, Arduino

Fonte: Atividade Módulo 2 - Planejamento coletivo - Projeto Decolonizando Tecnologias (2022).

A separação de tarefas por meio do planejamento, possibilitou um melhor direcionamento dos estudantes, que sabiam o que precisavam fazer a cada momento do ciclo para descobrir os principais problemas enfrentados pela sua escola.

Ao ser, inicialmente, questionado sobre como poderiam ser realizadas a análise de dados, o estudante ECE09, diz: “*-poderíamos dividir por categorias.*” De forma espontânea, ECE09 propõe decompor ou dividir por categorias. Esse processo de dividir os problemas em partes menores é mobilizado pela habilidade denominada decomposição, ela favorece o gerenciamento, o reconhecimento de padrões e a resolução dos problemas. Durante a fase da análise dos dados, os estudantes identificaram diferentes problemas enfrentados pela escola, como infraestrutura, desorganização, alimentação e banheiros, e decompueram esses problemas em partes menores para uma análise mais detalhada. Por exemplo, no problema de desorganização, eles identificaram conversas paralelas e constante barulho como um dos componentes. Isso permitiu que eles enxergassem a situação de forma mais específica e buscassem soluções direcionadas, como a implementação de um sensor de som para controlar o nível de ruído nas salas de aula. Da mesma forma, ao lidar com o problema da alimentação, eles decompueram em reclamações sobre a comida e criaram a solução de um avaliador de comida, por meio de votação, para melhorar a qualidade das refeições. Ao decompor os problemas em partes menores, os estudantes conseguiram uma compreensão mais detalhada das questões e puderam buscar soluções específicas para cada componente, contribuindo para uma abordagem mais eficaz na resolução dos problemas.

Logo, os problemas foram identificados e cuidadosamente agrupados por categorias. Durante esse processo de decompor os problemas em partes menores, permitiu que os mesmos fossem analisados individualmente, focando apenas nos detalhes importantes, visando a solução dos problemas.

5.2.4 Coleta de Dados

Conforme Backmann (2017) salienta, a coleta de dados é uma habilidade intrínseca ao Pensamento Computacional. Em vista disso, os estudantes reuniram dados que permitiram responder à questão de pesquisa. Para obter os *insights*, os dados devem ser extraídos usando ferramentas úteis e técnicas eficazes. Dessa forma, os estudantes exploraram dados, identificaram fatos, padrões e tendências que fossem relevantes. Ao longo desse processo, os estudantes ficaram ansiosos e curiosos para

saber os resultados da coleta, para posteriormente criar soluções tecnológicas através do Arduino.

Para Wild e Pfannkuch (1999), o desejo de tomar decisões baseados em dados coletados é um impulso estatístico. No entendimento de D'Ambrosio (2018), os dados estatísticos, coletados por investigações, podem ser artefatos que demonstram uma realidade. Assim, durante a coleta de dados, os estudantes precisaram associar os dados também ao contexto, para tentarem entender a realidade da sua escola. Em decorrência, conceitos da Estatística (população, amostra, variáveis e dados) acabaram surgindo de forma espontânea no decorrer das fases do ciclo investigativo.

O uso do recurso *Stories* no *Instagram* também possibilitou o contato com o contexto algorítmico, permitindo aos estudantes analisar dados em grande escala e em tempo real. Por conseguinte, ao explorar essa ferramenta que emprega algoritmos, os estudantes puderam disseminar a pesquisa para uma variedade de perfis. Entretanto, essa disseminação os levou a refletir sobre como o uso desse recurso poderia ampliar ou restringir a divulgação da pesquisa. Contudo, eles precisaram refletir que ao utilizar tais recursos, a divulgação da pesquisa poderia ser ampliada ou diminuída. Então, os estudantes precisaram perceber que além do contexto tradicional, há uma dinâmica de distribuição diferente através dos *Stories* do *Instagram*, por possuir duração de apenas vinte e quatro horas. Isso suscitou indagações, como: qual o momento mais propício para obter engajamento dos usuários da rede social? Ademais, os estudantes precisaram considerar as configurações variadas nos perfis das redes sociais, que podem habilitar ou desabilitar a visualização da enquete.

A escolha e o contato com diferentes instrumentos como o formulário Google e o *Stories* do *Instagram* possibilitou um contato com uma variabilidade dos dados. Esse acesso a diferentes tipos de dados favoreceu aos participantes, a percepção que ambas as fontes levaram a experiências diferentes e o uso delas gerou informações complementares.

Além disso, os estudantes alcançaram outra dimensão do saber estatístico, o contexto investigativo.

5.2.5 Análise de dados

Conforme Backmann (2017), a habilidade de análise de dados confere significado a conjuntos de informações, possibilitando o reconhecimento de padrões e a formulação de conclusões. Nessa mesma linha, D'Ambrosio (2018) ressalta que compreender a realidade implica em situar os dados no contexto apropriado, conferindo-lhes sentido e relevância. Os dados utilizados nas pesquisas foram de fonte primária, ou seja, foram coletados pelos próprios estudantes. No entanto, a análise de dados frequentemente não ocorre isoladamente. Durante uma investigação estatística, várias outras habilidades do Pensamento Computacional podem ser mobilizadas em conjunto com a análise de dados.

A habilidade de automatização, por exemplo, permitiu que os estudantes construíssem tabelas e gráficos usando o computador e o Google Planilhas. Por meio dessa ferramenta automatizada, os dados coletados foram processados, economizando tempo e otimizando o foco dos estudantes na análise dos dados em vez de gastarem esforços preparando-os manualmente.

Embora a construção manual de gráficos para compreender conceitos seja defendida por Castro (2016), é importante reconhecer que em situações com grandes volumes de dados, esse método pode se tornar inviável. Assim, torna-se necessário trabalhar no Ensino de Estatística com ambas as possibilidades: construir gráficos manuais quando a amostra é pequena e recorrer a gráficos automatizados quando a quantidade de participantes inviabiliza a abordagem manual.

Durante o tratamento dos dados, os estudantes perceberam que alguns padrões se repetiram e definiram as seguintes variáveis: segurança, higiene, infraestrutura, profissionais, educação, alimentos, cidadania, desenvolvimentos tecnológicos. Eles criaram uma tabela de frequência absoluta, denominada desafios da escola, na qual definiram duas colunas: uma listando os problemas escolares e a outra contendo as categorias mencionadas, como pode ser verificado na tabela 1.

Dessa forma, ao decompor problemas complexos em partes menores, os estudantes abordaram aspectos específicos dos dados, facilitando a identificação de padrões ou anomalias que podem passar despercebidos em uma análise mais ampla. A decomposição também auxilia na organização das etapas da análise, permitindo uma abordagem mais estruturada.

TABELA 1 – TABELA DE FREQUÊNCIA

Desafios na Escola	
Problemas na Escola	Qtd.
Segurança	8
Higiene	15
Infraestrutura	28
Profissionais	14
Educação	18
Alimentação	6
Cidadania	4
Desenvolvimento Tecnológico	7
Total	100

Fonte: Atividade Módulo 2 - Tabela de frequência - Projeto Decolonizando Tecnologias (2022).

Para Cazorla et al. (2017, p.48) “As Tabelas de Distribuição de Frequência (TDF) são utilizadas para verificar como se distribuem os dados nas categorias das variáveis qualitativas (a)”. Sendo assim, o uso da planilha do *Google* auxiliou os estudantes durante a organização dos dados das variáveis observadas em cada um dos sujeitos da pesquisa.

Por meio dessa tabela eles iniciaram a contabilização manual de cada dado que se associava aos pontos definidos como problemas da escola. Na coluna ao lado ficavam a quantidade. Como eles achavam que haviam coletado muitos dados, eles reclamaram da demora para contabilizar manualmente cada item. Após esse momento os estudantes utilizam o sinal % (porcentagem), para transformar os valores que eles contabilizaram e transformaram em porcentagem. Quando os estudantes acionaram essa função, o *Google* Planilhas pega o número antes do sinal e divide por 100. Esse recurso otimiza as análises de dados, contudo, os estudantes precisam saber o conceito e o algoritmo que está por trás desse botão. Dessa forma, o botão da porcentagem é um recurso que utiliza um algoritmo para automatizar o processo do cálculo da porcentagem.

TABELA 2 – PERCENTUAL DE FREQUENCIA

Desafios na Escola	
Problemas na Escola	Qtd.
Segurança	8%
Higiene	15%
Infraestrutura	28%
Profissionais	14%
Educação	18%
Alimentação	6%
Cidadania	4%
Desenvolvimento Tecnológico	7%

Fonte: Atividade Módulo 2 - Desafios da escola - Projeto Decolonizando Tecnologias (2022).

A coleta de dados permitiu aos estudantes obter *insights* valiosos sobre os problemas enfrentados pela escola, suas causas e impactos. Eles puderam explorar conjuntos de dados e identificar fatos, padrões e tendências relevantes para embasar suas análises estatísticas.

Essa habilidade de coleta de dados teve implicações significativas para a investigação estatística, uma vez que os resultados obtidos foram utilizados para responder à pergunta de investigação: “Quais os principais problemas que o Liceu de Caucaia enfrenta?”. Com base nas informações estatísticas fornecidas pelos dados coletados, os estudantes puderam embasar suas conclusões e identificar os problemas mais relevantes que precisavam ser abordados.

Além disso, a coleta de dados também permitiu aos estudantes explorar conceitos e técnicas estatísticas, como a criação de tabelas, gráficos estatísticos e dashboards. Eles perceberam que as análises estatísticas não se restringem apenas a profissionais especializados, mas que eles próprios podem analisar dados e tomar decisões embasadas.

Em resumo, a habilidade análise de dados é uma peça fundamental em investigações estatísticas, e sua execução muitas vezes envolve a interação de várias habilidades do Pensamento Computacional. Ao utilizar essas habilidades de forma integrada, os estudantes podem explorar os dados de maneira mais abrangente, tirar conclusões mais embasadas e comunicar eficazmente os resultados da investigação.

5.2.6 Representação dos dados

A habilidade de representar dados no contexto do Pensamento Computacional desempenhou um papel crucial no decorrer da investigação estatística realizada pelos estudantes. Foi essencial que eles conseguissem transmitir visualmente os dados coletados de maneira clara e compreensível, para extrair *insights* e identificar padrões e tendências. Seguindo a abordagem de Backmann (2017), essa habilidade permitiu exibir informações por meio de gráficos, imagens e tabelas, para apresentar os dados coletados de forma direta. Sobre isso, Cazorla, Henriques e Santana (2020, p. 1243) dizem: " — A essência da Estatística está na possibilidade de extração de informações relevantes a partir de dados coletados sobre aspectos da realidade. Para isso, os dados são transformados em tabelas, gráficos e medidas resumo." Essa habilidade emergiu durante a fase de análise de dados, quando os estudantes criaram a tabela 1, os gráficos disponíveis na figura 20 e 21 e o *dashboard* disponível na figura 22.

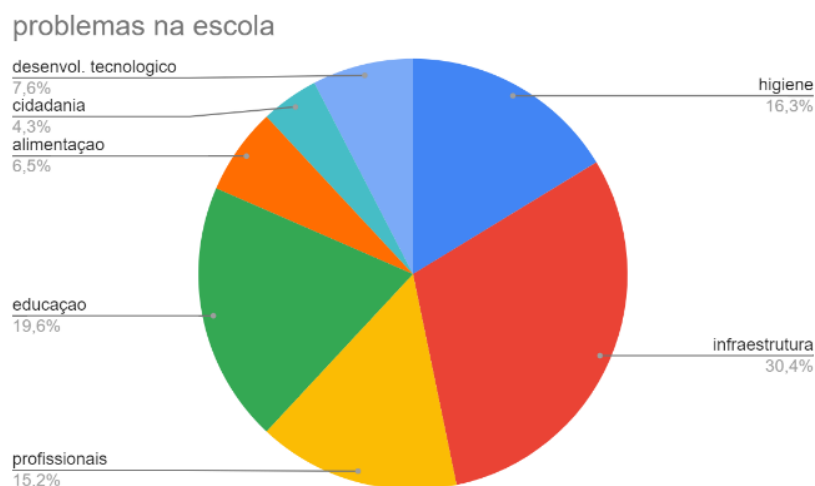
Para Cazorla, Henriques e Santana (2020) uma das dificuldades encontradas pelos estudantes, está relacionado ao entendimento sobre as transformações que os dados sofrem no seu processo de análise. Conforme Cazorla, Henriques e Santana (2020) a compreensão sobre os conceitos: variável, dados, tabelas, gráficos, são a base para essas transformações. Logo, caso os estudantes não saibam, tais conceitos inviabilizam a representação dos dados.

Em outras palavras, para que a habilidade de representação de dados, do Pensamento Computacional, seja mobilizada e aconteça a transformação dos dados, os estudantes precisam compreender os conceitos básicos listados pelas autoras. Conforme Cazorla Henriques e Santana (2020, p.1248), "uma tabela é uma organização matricial que contém dados". Sendo assim, os estudantes conseguiram representar os dados, por meio de uma tabela de frequência absoluta e relativa em porcentagem, como pode ser verificado nas tabelas 1 e 2. Essas tabelas permitiram que eles comparassem diferentes respostas e estabelecessem relações entre as variáveis investigadas.

Após as representações realizadas pelas tabelas, os estudantes conseguiram gerar um gráfico de setores. O estudante ECE06, percebeu um erro na representação do gráfico de pizza, elaborado pelos participantes. Segundo ECE06, o gráfico de pizza

não demonstrava os valores iguais aos que estavam na tabela. Isso pode ser verificado através da tabela 1 e da figura 19.

FIGURA 19 – GRÁFICO PROBLEMAS DA ESCOLA VERSÃO 1

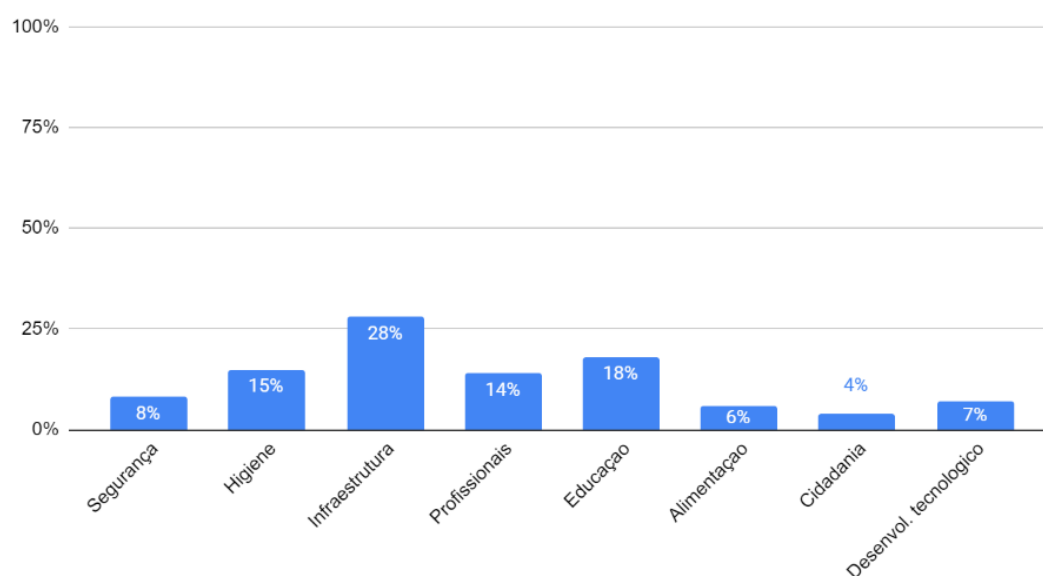


Fonte: Atividade Módulo 2 - Gráfico Versão 1 - Projeto Decolonizando Tecnologias (2022).

A mudança de representação dos dados pode melhorar a compreensão do problema e a integração da Estatística com o contexto, conforme mostra a figura 20.

FIGURA 20 – GRÁFICO PROBLEMAS DA ESCOLA VERSÃO 2

Desafios da Escola Liceu de Caucaia

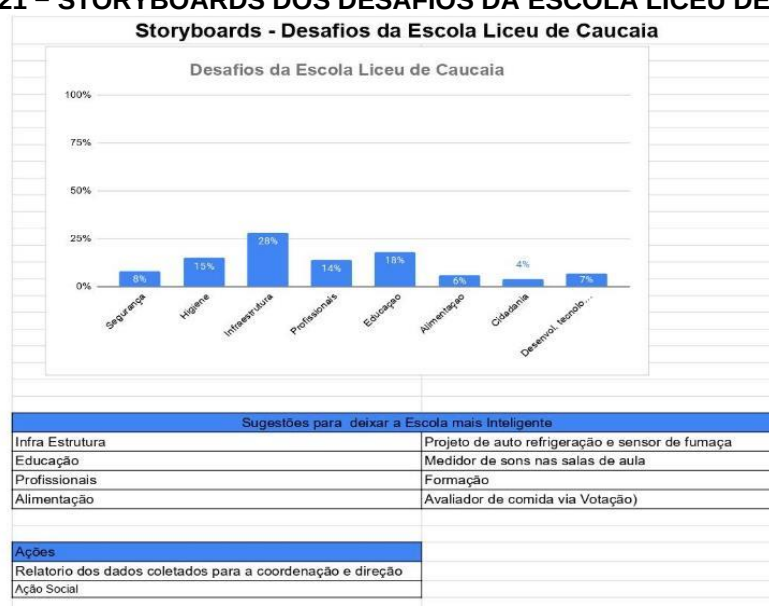


Fonte: Atividade Módulo 2 - Gráfico versão 2 - Projeto Decolonizando Tecnologias (2022).

Para comunicar os resultados das análises da pesquisa à direção e à coordenação, os estudantes uniram esforços e construíram coletivamente um storyboard (Figura 21) utilizando o *Google Planilhas*. A finalidade era evidenciar os desafios primordiais enfrentados pela escola, ilustrar propostas de soluções e permitir uma visualização prévia das ações que seriam implementadas pela equipe estudantil perante a direção da instituição. A utilização de *dashboards* para representar os dados trouxe consigo vantagens que superam os gráficos convencionais. Enquanto um gráfico simples se presta a exibir uma única variável ou uma relação direta entre duas delas, os *dashboards* proporcionam uma perspectiva mais ampla e interativa dos dados coletados.

Os *dashboards* permitem criar diversas visualizações combinadas, agregando diferentes representações gráficas em um único painel. Essa abordagem oferece uma compreensão mais holística dos dados, facultando aos usuários explorar diferentes ângulos e enfoques. Após a análise do *storyboard*, a direção manifestou total apoio aos estudantes do curso e ofereceu acesso a um depósito de equipamentos eletrônicos que haviam parado de funcionar, mas cujas peças ainda poderiam ser reaproveitadas. "Além dos computadores, você pode retirar o que precisar de um saco preto repleto de componentes de computadores." Nesse contexto, fica evidente que o *storyboard* se apresentou como uma ferramenta valiosa tanto para a comunicação quanto para a apresentação da representação dos dados.

FIGURA 21 – STORYBOARDS DOS DESAFIOS DA ESCOLA LICEU DE CAUCAIA



Fonte: Atividade Módulo 2 - Storyboards - Projeto Decolonizando Tecnologias (2022).

Sendo assim, como o objetivo da pesquisa era descobrir quais os principais problemas da escola, apenas essas representações foram suficientes para transformar os dados em informações relevantes, capazes de orientar os participantes do curso a pensarem em soluções baseadas nas informações geradas.

Dessa forma, o uso da habilidade de representação de dados para organizar os dados em tabelas, gráficos e *dashboard*, proporcionou aos estudantes o contato com conceitos estatísticos referentes à população, amostra, variáveis e dados. Essas representações visuais permitiram que eles visualizassem e interpretassem os dados coletados, facilitando a identificação de informações relevantes e *insights* importantes. Essa habilidade de representação dos dados foi fundamental para a compreensão e interpretação dos resultados obtidos na investigação estatística. As representações visuais permitiram que os estudantes identificassem padrões, tendências e relações nos dados, contribuindo para a formulação de conclusões embasadas e para a tomada de decisões informadas.

Em suma, a habilidade de representação dos dados do Pensamento Computacional desempenhou um papel essencial no processo de investigação estatística dos estudantes. Eles conseguiram manifestar essa habilidade por meio da criação de tabelas, gráficos e dashboards, o que os auxiliou na compreensão e comunicação dos resultados obtidos.

5.2.7 Simulação

Durante o processo de criação e testes do sistema de auto-climatização, o Pensamento Computacional desempenhou um papel fundamental por meio da habilidade da simulação. A simulação é uma estratégia utilizada para modelar e testar um sistema em um ambiente controlado, antes de implementá-lo no mundo real. Para Backmann (2017), essa habilidade permite representar ou modelar um processo relacionado ao seu objetivo.

No caso do sistema de auto-climatização, os estudantes puderam utilizar o Pensamento Computacional para simular diferentes condições e temperaturas, a fim de identificar o momento ideal para acionar o ventilador. Eles criaram simulações por

meio da programação, onde introduziram dados fictícios de temperatura e observaram as respostas do sistema.

Através da simulação, os estudantes puderam observar o comportamento do sistema em diferentes cenários e tomar decisões com base nos resultados obtidos. Eles conseguiram testar e ajustar as condições de acionamento do ventilador, verificando se o LED vermelho e o *cooler* eram ativados corretamente quando a temperatura atingia 28°C, e se o LED verde permanecia ligado quando a temperatura estava abaixo desse limite.

Essa abordagem permitiu que os estudantes antecipassem possíveis problemas ou ineficiências do sistema antes de implementá-lo no ambiente real. Eles puderam analisar os resultados das simulações, identificar possíveis falhas ou melhorias e ajustar o código de programação conforme necessário.

Dessa forma, o Pensamento Computacional, por meio da habilidade da simulação, desempenhou um papel importante no processo de criação e testes do sistema de auto-climatização. Ele proporcionou aos estudantes uma oportunidade de experimentar diferentes cenários, analisar resultados e otimizar o funcionamento do sistema antes de sua implementação final. Logo, as simulações realizadas pelos estudantes permitiram a aprendizagem com os próprios erros e contribuíram para o aperfeiçoamento dos processos, levando ao funcionamento dos dispositivos.

Além disso, os estudantes mobilizaram essa habilidade ao simularem em qual tipo de gráfico os dados seriam melhor representados, como pode ser verificado nas figuras 19 e 20. Para isso, os estudantes utilizaram o Google Planilha, fazendo a troca do tipo de gráfico.

Sobre a escolha do tipo de gráfico, Cazorla e Utzumi (2010) alertam que o conceito de variável é essencial, pois a escolha do gráfico adequado depende de sua natureza variável. Ao realizar simulações de diferentes tipos de gráficos, o estudante ECE06 visava representar os dados da melhor forma possível. Logo, por meio da habilidade de simulação, durante a fase de análise dos dados, os estudantes conseguem verificar as diferentes possibilidades de gráficos disponíveis. Portanto, através da associação entre a habilidade de representação dos dados pertencente ao Pensamento Computacional e o Pensamento Estatístico é possível escolher a ilustração adequada para os dados, demonstrando assim uma relação entre os dois tipos de pensamento.

Apesar de não ter acontecido, outras simulações podem acontecer, como a mudança da amostra escolhida. No caso dos estudantes, eles optaram por investigar alunos, professores, funcionários, ex-alunos, comunidade, uma amostra mais ampla. Contudo, caso eles tivessem realizado essa investigação apenas com professores, os resultados poderiam diferir, do mesmo modo, caso só tivessem investigado apenas estudantes. Cada amostra, poderia trazer diferentes tipos de percepções sobre os problemas.

Portanto, a habilidade de simulação, contribui para o desenvolvimento das habilidades de análise e representação de dados.

5.2.8 Automação

Conforme Backmann (2017), a automação é a habilidade de executar soluções de forma automática. Durante o desenvolvimento do sistema de auto-climatização e do sensor de som, por meio de algoritmos, os estudantes mobilizaram essa habilidade, ao modelar dois artefatos que exerceram o papel de ferramenta de controle do processo estatístico. Para Papert (1994) o ato de programar para a aprendizagem, se utiliza de aspectos construcionistas, na qual não se trabalha apenas com a programação de um computador em si, mas com a oportunidade do estudante utilizar o computador para estimular a criatividade, trabalhando com a interação homem e máquina. Papert (1994) acredita que ao automatizar processos, os estudantes assumem o controle da situação e isso pode formular uma construção e reflexão conceitual, teórica e metodológica da matemática.

Para automatizar no Arduino os estudantes utilizaram condições lógicas como o comando IF (Se isso, faça aquilo), essencial para a programação e para tomadas de decisões em nosso cotidiano. Com base, durante a programação do projeto de sistema de auto-climatização, os estudantes elaboraram o código visto na Programação 3.

PROGRAMAÇÃO 3 – COMANDO IF

Linha	Código
1	if (temperatura >= 28)
2	{
3	// Acende o led vermelho e liga o ventilador

Linha	Código
4	<code>digitalWrite(pinoLEDR, HIGH);</code>
5	<code>digitalWrite(pinoLEDG, LOW);</code>
6	<code>digitalWrite(pinoFAN, HIGH);</code>
7	<code>delay(1000);</code>
8	<code>}</code>

Fonte: Elaboração Própria.

ECE08 determinou que todas às vezes que o artefato verificasse a temperatura maior ou igual a 28 °C, ele deveria sempre acender o LED vermelho e acionar o ventilador, atenuando o calor no ambiente, como podemos verificar por meio do fragmento da Programação 3. Logo, demonstrou compreender que o comando `if` exige que para cada condição, existe uma consequência. Isso foi possível porque os estudantes utilizaram dados reais para automatizar o sistema de auto-climatização, por meio da programação.

Caso a condição maior ou igual a 28 °C, não seja atendida, ou seja, a temperatura não atinja esse valor, o LED verde ficará aceso e o ventilador desligado, conforme pode ser verificado na Programação 4.

PROGRAMAÇÃO 4 – COMANDO ELSE

Linha	Código
1	<code>else</code>
2	<code>{</code>
3	<code>// Acende o led verde e desliga o ventilador</code>
4	<code>digitalWrite(pinoLEDR, LOW);</code>
5	<code>digitalWrite(pinoLEDG, HIGH);</code>
6	<code>digitalWrite(pinoFAN, LOW);</code>
7	<code>delay(500);</code>
8	<code>}</code>
9	<code>}</code>

Fonte: Elaboração Própria.

Da mesma forma ocorreu durante o processo de automatização do sensor de som, como pode ser visto na Programação 5:

PROGRAMAÇÃO 5 – AUTOMATIZAÇÃO DO SENSOR DE SOM

Linha	Código
1	if (analogRead(PINO_SENSOR) >= 700); { // Se a leitura do sensor de som for maior ou igual a 700
2	
3	digitalWrite(PINO_LED_VERMELHO, HIGH); // LED ligado
4	digitalWrite(PINO_LED_VERDE, LOW); // LED DESLIGADO
5	
6	delay(1500); // 3 segundos o LED permanece ligado
7	
8	} else {
9	
10	digitalWrite(PINO_LED_VERDE, HIGH); // LED ligado
11	digitalWrite(PINO_LED_VERMELHO, LOW); // LED apagado
12	}
13	
14	}
15	if (analogRead(PINO_SENSOR) >= 700); { // Se a leitura do sensor de som for maior ou igual a 700

Fonte: Elaboração Própria.

Como podemos verificar, o estudante ECE07, programou que se a leitura do sensor de som for maior ou igual ≥ 700 o *LED* vermelho deve acender, indicando a existência de muito barulho na sala de aula. Caso essa condição não aconteça e o nível de ruído se mantenha aceitável, o sistema mantém o *led* verde aceso e o *led* vermelho desligado.

Logo, ao utilizarem habilidades do Pensamento Computacional, tais como algoritmos e coleta de dados, os estudantes conseguiram automatizar esses dois processos utilizando o Arduino e seus componentes e construindo conceitos referentes a Matemática e a Estatística.

A habilidade de automação também foi estimulada durante o uso do Google Planilhas, durante a criação da tabela e do gráfico da pesquisa para descobrir os principais problemas que a escola enfrentava.

5.2.9 Reconhecimento de padrões

Conforme Backman (2017) a habilidade de reconhecer aspectos em comum nos processos, possibilita encontrar similaridades e padrões com o intuito de resolver problemas complexos. Sendo assim, os estudantes perceberam a presença de dados que tinham similaridades com categorias específicas. Esse reconhecimento de padrões permitiu aos estudantes classificar os dados conforme as suas características durante a análise de dados.

Dessa forma, os estudantes conseguiram perceber alguns problemas similares citados nas respostas como: *ar-condicionado uns têm e outros não; calor; os ventiladores não prestam e ainda é cheio de poeira*; o que permitiu identificar esses padrões que se repetiam misturados aos dados e possibilitou a classificação na categoria problemas de “Infraestrutura”. Respostas como: *“Tem muitas brigas”, “E muitos transtornos que a escola nunca resolve”; “mais da metade dos professores não tem moral”; “o porteiro novinho deixa os alunos gazejar aula só para começar”, foram contabilizados como problemas profissionais.*

O reconhecimento de padrões permitiu aos estudantes identificar problemas comuns e recorrentes, bem como suas possíveis causas. Por meio da análise dos dados, eles puderam visualizar e compreender melhor a natureza dos problemas enfrentados pela escola e tomar decisões guiada por dados e propor soluções mais eficazes para os problemas identificados. Esse reconhecimento de padrões e a classificação em categorias foi essencial para que os estudantes concebessem, respectivamente, um sistema de auto-climatização para as salas e formações para os funcionários da escola. Em suma, o reconhecimento de padrões ajudou a embasar suas decisões em evidências e dados concretos, contribuindo para a busca por melhorias na escola.

Logo, os estudantes ao reconhecerem padrões recorrentes também estimulou nos estudantes um processo de decomposição, no qual eles passaram a segmentar os problemas similares em categorias específicas.

5.2.10 Paralelização

De acordo com Backman (2017), a habilidade de organizar recursos para simultaneamente realizar atividades para atingir um determinado objetivo em comum é

denominada de Paralelização. Essa habilidade envolve a capacidade de identificar tarefas que possam ser realizadas simultaneamente ou de forma independente, a fim de otimizar o processo e aumentar a eficiência. No contexto da investigação estatística realizada pelos estudantes, a paralelização aconteceu em diferentes etapas do processo, visando agilizar as atividades e economizar tempo.

Por exemplo, na fase de coleta de dados, os estudantes dividiram-se em duas equipes, uma utilizando o recurso de enquete no Instagram e a outra usando formulários do Google. Essa divisão permitiu que os dados fossem coletados paralelamente, acelerando o processo de obtenção das informações necessárias. Já na fase de análise de dados cada equipe analisou uma parte dos dados de forma simultânea. Isso reduz o tempo necessário para analisar o conjunto completo de dados coletados.

A paralelização também aconteceu durante a implementação das soluções propostas, pois cada equipe desenvolveu artefatos diferentes, mas que tinham o mesmo objetivo de melhorar a escola. Além disso, os estudantes desenvolveram os dois projetos de Arduino para o Liceu de Caucaia, por meio de divisão de tarefas de programação, montagem e testes entre os membros da equipe, trabalhando em paralelo para agilizar o desenvolvimento do projeto.

Dessa forma, a habilidade de paralelização do Pensamento Computacional permite aos estudantes identificar oportunidades de dividir tarefas em subconjuntos independentes e executá-las simultaneamente, promovendo eficiência e economia de tempo no processo de investigação estatística. É importante ressaltar que a paralelização depende da natureza das tarefas e da disponibilidade de recursos adequados para a execução simultânea das atividades.

Após a utilização do ciclo investigativo, durante a investigação estatística, conseguimos mapear algumas habilidades do Pensamento Computacional utilizadas, conforme o quadro 13:

QUADRO 13 – HABILIDADE DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Habilidade do Pensamento Computacional	Descrição da habilidade	Descrição do mapeamento
Algoritmo	Habilidade de definir ou seguir um conjunto de passos para resolver um problema ou atingir um objetivo.	Os estudantes seguiram as fases do ciclo investigativo para descobrir quais os principais problemas

Habilidade do Pensamento Computacional	Descrição da habilidade	Descrição do mapeamento
		enfrentados pela sua escola. Utilizaram fórmulas e procedimentos.
Decomposição	Habilidade de separar uma tarefa em partes menores e gerenciáveis.	A separação de tarefas por meio do planejamento, possibilitou um melhor direcionamento dos estudantes, que sabiam o que precisavam fazer a cada momento do ciclo para descobrir os principais problemas enfrentados pela sua escola.
Abstração	Habilidade de diminuir a complexidade de um problema para poder identificar o elemento principal é analisar a relação entre o problema e o dado coletado para resolvê-lo; ela corresponde também a filtragem e classificação dos dados.	Durante a formulação do problema, durante todo o ciclo investigativo, os estudantes precisavam analisar elementos que tinham relevância, diferenciando-os daqueles que podiam ser ignorados. Durante a análise de dados, por exemplo, os estudantes puderam definir quais dados respondem a questões de pesquisa. Dessa forma, os estudantes filtram e classificam os dados mais relevantes para a resolução do problema. Na fase de planejamento, a escolha das perguntas direcionadas para a identificação do problema nos instrumentos escolhidos possibilitou analisar a relação do dado coletado com o problema durante a fase de análise.
Coleta de dados	Habilidade de coletar dados e informações de forma adequada.	Os estudantes buscaram reunir dados de forma apropriada que permitiram responder à questão de pesquisa.
Análise de dados	Habilidade de dar sentido aos dados encontrando padrões e obtendo conclusões.	Os estudantes conseguiram dar sentido aos dados, encontrando padrões que se repetiam e conseguiram tirar conclusões refletindo também sobre o contexto da escola pesquisada.
Representação de dados	Habilidade de exibir dados através de gráficos, imagens e tabelas.	Os estudantes conseguiram representar e organizar os dados em tabelas, gráficos e <i>dashboard</i> .
Simulação	Habilidade de representar ou modelar um processo relacionado ao seu objetivo.	Os estudantes durante a fase de análise simulavam qual gráfico representaria melhor os resultados.
Automação	Habilidade de executar soluções de	Os estudantes utilizaram

Habilidade do Pensamento Computacional	Descrição da habilidade	Descrição do mapeamento
	forma automática.	computadores, celulares, durante todo o ciclo investigativo, para otimizar as tarefas.
Reconhecimento de padrões	Habilidade de reconhecer aspectos em comum nos processos.	Os estudantes conseguiram perceber alguns problemas similares citados nas respostas o que permitiu identificar alguns padrões que se repetiam e possibilitando também identificar algumas tendências que se repetiam.
Paralelização	Habilidade de organizar recursos para simultaneamente realizar atividades para atingir um determinado objetivo em comum.	Os estudantes utilizaram simultaneamente diferentes instrumentos (Formulário do Google, Stories do Instagram) para coletar os dados não precisam esperar o término da anterior.

Fonte: Elaboração Própria.

Considerando que foi observado, durante a vivência do projeto na escola, a mobilização dos pilares do Pensamento Computacional, assim como alguns de seus elementos, sistematiza-se, no Quadro 14, as fases do ciclo investigativo PPDAC e as habilidades inerentes do Pensamento Computacional desencadeadas durante o processo investigativo.

É importante lembrar que o estímulo à modelagem das fases do ciclo investigativo auxiliou no entendimento da sequência de fases e da definição do que seria trabalhando em cada uma das fases, contribuindo para o desenvolvimento das habilidades de Algoritmos inerentes ao Pensamento Computacional.

QUADRO 14 – HABILIDADES DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL MOBILIZADOS

Fase do Ciclo Investigativo PPDAC	Atividade	Descrição	Habilidades do Pensamento Computacional
Fase Problema	Entender a dinâmica do ciclo investigativo PPDAC.	Os estudantes identificaram o que precisa ser feito durante a fase do problema de forma sistemática e organizada através da utilização do ciclo investigativo PPDAC.	Abstração, Algoritmos.

Fase do Ciclo Investigativo PPDAC	Atividade	Descrição	Habilidades do Pensamento Computacional
	Definir problemas.	Os estudantes identificaram um problema e separaram em tarefas de partes menores e gerenciáveis para diminuir a complexidade do problema. Identificar o elemento principal e analisar a relação entre o problema e o dado coletado para resolvê-lo.	Abstração, Decomposição.
Fase Planejamento	Definir como será feita a pesquisa.	Definir um conjunto de passos para resolver realizar a investigação de quais os principais problemas enfrentados pela escola, Escolha das ferramentas, Forma de coleta, Forma de análise, Elaboração dos instrumentos de coleta de dados.	Abstração Algoritmos, Decomposição.
Fase Dados	Coleta de dados.	Coletar dados do formulário Google e do Instagram do grêmio da escola.	Abstração Coleta de dados, Paralelismo,
Fase Análise	Utilização do Google Planilha.	Os estudantes conseguiram iniciar as habilidades para estruturar uma planilha de dados.	Abstração, Decomposição.
	Visão Geral do Google Planilha.	Compreensão de conceitos, vocabulários e símbolos; Organização de dados.	Abstração; Decomposição.
	Operações Matemáticas Básicas.	Contagem manual dos dados.	Algoritmos, Abstração, Decomposição.
	Construção de tabelas.	Organização de dados; Construção de tabelas; Diferentes representações de dados;	Algoritmos, Abstração, Variáveis, Decomposição, Modelagem, Reconhecimento de padrões.
	Construção de gráficos de coluna, barra e empilhados.	Organização de dados; Construção de tabelas; Diferentes representações de dados;	Algoritmos, Abstração, Variáveis, Decomposição, Reconhecimento de padrões.

Fase do Ciclo Investigativo PPDAC	Atividade	Descrição	Habilidades do Pensamento Computacional
	Construção de <i>Storyboard</i> .	Organização de dados; Construção de tabelas; Diferentes representações de dados.	Algoritmos, Abstração, Variáveis; Decomposição, Reconhecimento de padrões.
Fase Conclusão	Campanha educativa eu amo o Liceu, por isso eu cuido. Divulgação nas redes sociais da escola.	Fazer uso da tecnologia para execução de tarefas de forma prática ou autônoma.	Abstração Automação Reconhecimento de padrões.

Fonte: Elaboração Própria.

Segundo Glizt (2017), o Pensamento Computacional é uma habilidade humana que estimula o raciocínio lógico ao exercitar a construção da lógica. No contexto do ciclo investigativo, as habilidades do Pensamento Computacional impulsionaram o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, aprimorando o raciocínio lógico. Portanto, o Pensamento Computacional promoveu o desenvolvimento do raciocínio lógico, ao facilitar a seleção de opções lógicas entre alternativas possíveis. Logo, a utilização do Pensamento Computacional, contribuiu para a ordenação do raciocínio nos estudantes.

Além do Pensamento Computacional, durante a vivência do ciclo investigativo PPDAC percebemos que outros pensamentos, também colaboram para o processo investigativo. Tal constatação vai de acordo com Lopes (2010, p. 9), “a Estatística requer diferentes tipos de pensamento, porque dados não são somente números, eles são números em um contexto, enquanto na Matemática o contexto não evidencia a estrutura”. O quadro 15 mostra os tipos de pensamento identificados durante as fases do ciclo investigativo.

QUADRO 15 – TIPOS DE PENSAMENTOS

Fase	Atividade	Pensamento
Problema	Aprendizado da dinâmica do processo.	Pensamento Estatístico Pensamento Computacional Pensamento Analítico Pensamento Crítico
	Definição do Problema.	Pensamento Estatístico Pensamento Computacional
Planejamento	Escolha da amostra.	Pensamento Estatístico Pensamento Computacional
	Escolha dos instrumentos de coleta de dados.	Pensamento Estatístico Pensamento Computacional
Dados	Coleta de dados.	Pensamento Estatístico Pensamento Computacional
	Aplicação dos instrumentos de coleta.	Pensamento Estatístico Pensamento Computacional
Análise	Organização de dados.	Pensamento Estatístico Pensamento Computacional Pensamento Analítico
	Análise dos dados.	Pensamento Estatístico Pensamento Computacional Pensamento Analítico Pensamento Crítico Pensamento Algébrico
	Representação de dados em tabelas e Gráficos.	Pensamento Estatístico Pensamento Computacional Pensamento Algébrico
	Estruturação dos dados.	Pensamento Estatístico Pensamento Computacional
	Geração de Hipóteses.	Pensamento Estatístico Pensamento Computacional Pensamento Científico
Conclusão	Divulgação de Resultados e ideias.	Pensamento Estatístico Pensamento Computacional
	Conclusão.	Pensamento Estatístico Pensamento Computacional Pensamento Crítico
	Novas ideias.	Pensamento Estatístico Pensamento Computacional Pensamento Criativo
	Comunicação.	Pensamento Estatístico Pensamento Computacional Pensamento Criativo
	Tomada de Decisão.	Pensamento Estatístico Pensamento Computacional Pensamento Crítico

Fonte: Elaboração Própria.

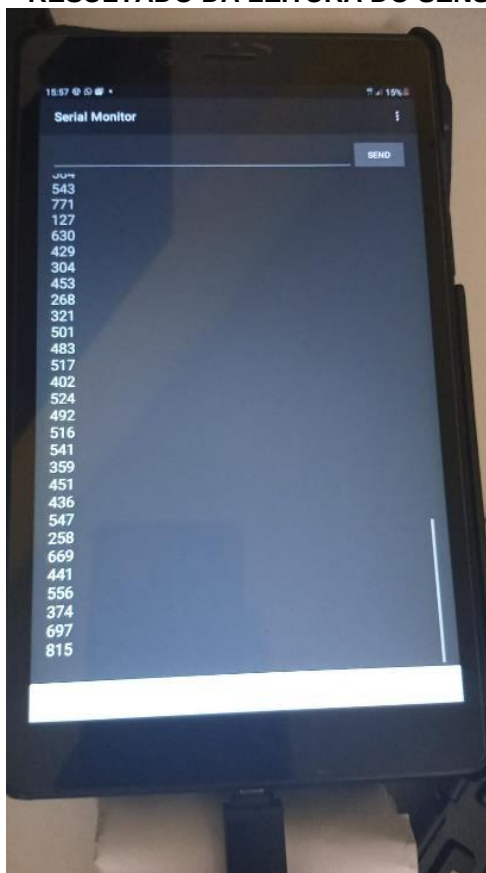
Durante a investigação Estatística os estudantes apropriaram-se de todo o processo investigativo, assim, internalizaram os passos, métodos e estratégias cognitivas da Estatística, contribuindo para a formação de conceitos, possibilitando: analisar e propor soluções para problemas reais enfrentados pela escola. Ao longo da investigação, à medida que foram surgindo novos problemas, o Pensamento Computacional foi coordenando a aquisição de outros tipos de pensamentos responsáveis pela mobilização de habilidades necessárias para resolver o problema eficientemente e sistematizada.

Os participantes do curso conseguiram sistematizar, por meio do ciclo investigativo PPDAC, coletar dados, analisá-los e representá-los, contribuindo para a resolução dos problemas identificados. Conforme Wing (2006), quando usamos as habilidades de sistematizar, representar e analisar a resolução de problemas estamos utilizando o Pensamento Computacional.

Portanto, durante o nosso estudo, a mobilização das habilidades do Pensamento Computacional aconteceu em todas as fases do ciclo investigativo, contribuindo para a elaboração, otimização, na execução das suas fases e para a resolução do problema.

5.3 RELAÇÕES ENTRE LETRAMENTO ESTATÍSTICO E PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Na categoria Relação Letramento Estatístico e Pensamento Computacional verificamos que os estudantes exploram tanto o contexto de leitura Gal (2002), quanto o contexto de investigação de Wild e Pfannkuch (1999). Nos contextos de leitura, os estudantes “consumiram” de maneira crítica os dados que eram coletados pelos sensores durante os testes e simulações, que ocorriam depois da criação dos artefatos, como pode ser visto na figura 22. A caracterização do consumo crítico se dá pelo fato deles verificarem os dados e, baseados neles, os estudantes programavam as ações que eles acreditavam serem necessárias, como acender um *led* vermelho para indicar que o nível de ruído na sala já estava alto.

FIGURA 22 – RESULTADO DA LEITURA DO SENSOR DE SOM

Fonte: Atividade Módulo 2 - Leitura sensor de som - Projeto Decolonizando Tecnologias (2022).

A utilização de diferentes tipos de sensores possibilitou o contato, pela primeira vez, com um grande volume de dados. A figura 22 mostra a leitura em tempo real do sensor de som, desenvolvido pelos participantes. Sobre esta leitura, ECE06 diz: “É muito rápido! Eu não consigo acompanhar essa leitura... em tempo real!”

O contato com um grande volume de dados em tempo real, por meio dos sensores e dispositivos utilizados durante o curso, ofereceu uma oportunidade valiosa para os estudantes começarem a entender o potencial do Big Data. Madigan *et. al*, (2013) já alertava para a necessidade das pessoas utilizarem ferramentas tecnológicas para conseguir manipular grandes fluxos de dados. Contudo, quando pensamos no processo de decolonialidade, além de estimular o manuseio de dispositivos tecnológicos, é preciso também estimular os estudantes a desenvolverem suas próprias soluções tecnológicas.

Sendo assim, os estudantes construíram artefatos robóticos, na prática, buscando resolver problemas enfrentados pela escola. Ao estimulá-los a desenvolverem

suas próprias soluções tecnológicas, com um olhar decolonial, promovemos a valorização do conhecimento local e das experiências vivenciadas pela comunidade. Os estudantes puderam identificar problemas específicos enfrentados em seu ambiente escolar e, com base nesses desafios, criaram tecnologias relevantes e contextualmente apropriadas. A perspectiva decolonial ofereceu uma abordagem crítica e transformadora, ao incentivar estudantes da periferia a desenvolverem tecnologias para solucionar problemas locais da sua comunidade. A partir desse olhar decolonial, foi importante reconhecer que as tecnologias e os conhecimentos associados a elas não deveriam ser vistos apenas como produtos importados de fora, mas como recursos que poderiam ser apropriados e adaptados às necessidades e realidades locais.

Durante as etapas de construção, os estudantes notaram a capacidade dos sensores da Robótica em “sentir o ambiente”. ECE08 destacou: “Ele [o sensor] está captando a frequência!”, referindo-se ao sensor e à habilidade do artefato de reagir aos dados coletados do meio externo e à programação. ECE06 explicou sucintamente: “Com baixo ruído, LED verde acende; aumento de ruído, LED Vermelho liga”.

Ademais, à medida que os estudantes integravam a Robótica com a Inteligência Artificial para a criação de soluções tecnológicas, eles exerciam um controle estatístico de todo o processo, em que os artefatos desenvolvidos atuaram com a função de ferramenta desse controle. Com isso, os estudantes foram saindo do contexto de leitura e avançaram para outra dimensão do saber estatístico, acessando também o contexto de investigação. O controle estatístico pode ser verificado, pois de posse dos dados e informações os estudantes conseguiram automatizar o processo de tomada de decisões por meio do Arduino. Para isso, os estudantes utilizaram as habilidades do Pensamento Computacional: abstração, algorítmico, decomposição, simulação, automação, reconhecimento de padrões.

Nos contextos investigativos, além de realizarem a leitura dos dados, os estudantes puderam manipulá-los para testar hipóteses. Os protótipos permitiam fazer simulações e testar possibilidades, como destaca ECE08: “*Vamos fazer barulho, para verificar se aumenta a frequência?*” ECE10 diz: “*Vamos colocar um vídeo de Rock bem pesado para testar!*”.

Enquanto ECE08 e ECE10 manipulavam e variavam a frequência do som, colocando vídeos de *rock* próximos ao artefato, paralelamente, puderam ver as alterações nos valores. Quando aumentava o barulho, os valores subiam, chegando a registrar 815 Hz, à medida que tinha menos barulho, registrou 127 Hz. ECE08 constata: “Nossa, 815 Hz foi a maior!”

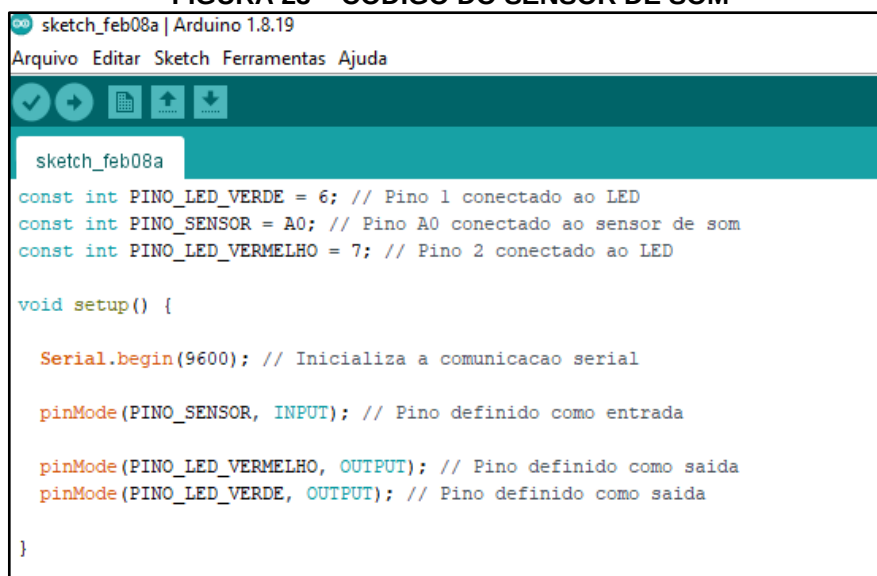
De posse das informações geradas, em tempo real, pelo sensor de som, os estudantes mobilizaram as habilidades do Pensamento Computacional: abstração, algorítmico, decomposição, simulação, automação e reconhecimento de padrões. Destaca-se que além de participar de um contexto investigativo, eles tiveram a oportunidade de automatizar todo o processo investigativo por meio do Arduino.

Os estudantes, por meio da habilidade abstração, identificam os elementos essenciais relacionados ao sensor de som e seu funcionamento, como a capacidade de captar e medir a frequência do som. Eles desenvolveram instruções sequenciais para programar o Arduino e controlar o comportamento dos dispositivos, por exemplo, definindo ações específicas a serem tomadas com base nos valores medidos pelo sensor. Também realizaram decomposição por meio da divisão do problema em partes menores e mais gerenciáveis, como a coleta de dados do sensor, a interpretação dos valores medidos e as ações a serem tomadas em resposta a esses valores. Além disso, eles utilizaram o sensor de som para fazer simulações e testar diferentes situações. Por exemplo, variaram a intensidade do som para observar as alterações nos valores medidos pelo sensor e como isso influenciava as ações realizadas pelo sistema. Os estudantes programaram o Arduino para automatizar o processo de tomada de decisões com base nos dados coletados pelo sensor. Por exemplo, definiram condições para acender LEDs de diferentes cores dependendo dos valores de frequência do som. Eles analisaram os dados coletados pelo sensor de som e identificaram padrões ou relações entre os valores medidos e as ações tomadas pelo sistema. Por exemplo, reconheceram que um aumento na frequência do som resultava em uma ação específica, como acender um LED vermelho. Ao aplicar essas habilidades do Pensamento Computacional, os estudantes conseguiram compreender e utilizar o sensor de som eficazmente, interpretando os dados coletados e tomando decisões com base neles. Essas habilidades foram fundamentais para a criação de soluções tecnológicas que respondiam de maneira automática e adaptativa às variações na

frequência do som. Essas habilidades, quando aplicadas ao letramento estatístico, capacitaram os estudantes a interagir de forma significativa com os dados estatísticos coletados pelo sensor de som. Eles puderam extrair informações relevantes, desenvolver algoritmos, decompor o problema, simular situações, automatizar processos e identificar padrões estatísticos, contribuindo para uma compreensão mais profunda do contexto estatístico e sua aplicação prática.

Além disso, os estudantes integraram diferentes áreas do conhecimento e dispositivos, precisando compreender como acontece o processamento de dados. Convém destacar que a Robótica se utiliza de princípio da Estatística para coletar, compilar e tomar decisões. Sendo assim, para desenvolver os artefatos, os estudantes precisam compreender o processo de aquisição de informações por meio de processamento de dados e sobre a tomada de decisão, para então, realizar as programações que promoveram ações automatizadas. As Figuras 23 e 24 mostram a programação do sensor de som, desenvolvida no encontro 12.

FIGURA 23 – CÓDIGO DO SENSOR DE SOM



```

sketch_feb08a | Arduino 1.8.19
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

sketch_feb08a

const int PINO_LED_VERDE = 6; // Pino 1 conectado ao LED
const int PINO_SENSOR = A0; // Pino A0 conectado ao sensor de som
const int PINO_LED_VERMELHO = 7; // Pino 2 conectado ao LED

void setup() {

  Serial.begin(9600); // Inicializa a comunicacao serial

  pinMode(PINO_SENSOR, INPUT); // Pino definido como entrada

  pinMode(PINO_LED_VERMELHO, OUTPUT); // Pino definido como saida
  pinMode(PINO_LED_VERDE, OUTPUT); // Pino definido como saida

}
  
```

Fonte: Atividade Módulo 2 - Código do sensor de som - Projeto Decolonizando Tecnologias (2022).

A Figura 23 mostra a programação do sensor de som, uma das soluções tecnológicas desenvolvidas pelos estudantes para resolver um dos problemas da escola, elencados durante a pesquisa. O intuito da construção desse dispositivo seria o estímulo a diminuição de ruído nas salas de aula.

Para observar a leitura do som ambiente, os estudantes montaram o circuito. O sensor de som mede a intensidade sonora do ambiente por meio de um microfone condensador elétrico. Com o circuito elétrico montado, eles criaram o código no Arduino *on line* e carregaram para a placa. Inicialmente, eles definiram o tipo de pino e o dispositivo conectado a ele, sendo o Pino 6 conectado ao *LED* verde, o sensor de som conectado ao pino A0 e o Pino 7 conectado ao *LED* vermelho.

Na sequência dos códigos, ECE07 definiu o pino de entrada de dados pelo comando *pinMode* (PINO_SENSOR, INPUT) e através do comando *Serial.println* (*analogRead*(PINO_SENSOR)) definiu que os dados de entrada seriam lidos pelo sensor de som. Dessa forma, o sensor foi programado para captar a presença e medir a intensidade sonora do ambiente. Os estudantes ECE02 e ECE04 pesquisaram na NBR 10151 (ABNT, 1987) e NBR 10152 (ABNT, 1987) o valor do ruído aceitável para a sala de aula e descobriram que com 700 Hz teriam um nível de ruído aceitável. O intuito dos estudantes era configurar o dispositivo para que caso a leitura do sensor de som atingisse 700 Hz ou mais, o *led* vermelho acenderia, indicando a necessidade de diminuir o nível de ruído na sala.

Contudo, para testar se o artefato estava funcionando, ECE05 e ECE01 verificaram as conexões físicas e, aparentemente, o artefato estava ligado corretamente e executava a ação de acender o *LED* verde, indicando que a frequência de ruído estava aceitável. ECE07 sentiu a necessidade de testar o artefato, para verificar se ao atingir a frequência de 700 Hz, de fato ele acenderia o *LED* vermelho, no entanto, ele não estava no contexto da sala de aula, estava no laboratório com um número de estudantes reduzidos. Mesmo assim, decidiu realizar simulações.

Para ECE07, seria necessário diminuir a frequência, pois o número dos participantes do curso era menor que a quantidade de estudantes nas salas de aula do Liceu de Caucaia. ECE07 diz: “Temos que diminuir essa frequência, para poder testar!”. ECE04 acrescenta: “Verdade, estamos em menor número que em uma sala de aula, não é?”. O estudante ECE07 realizou 5 simulações e foi diminuindo o valor da frequência em cada uma delas. Ao colocar na frequência 200 Hz, detalhado na a figura 24.

FIGURA 24 – CÓDIGOS DO SENSOR DE SOM CONTINUAÇÃO

```

void loop() {

  Serial.println(analogRead(PINO_SENSOR)); // Le as informacoes obtidas do sensor
  delay(500); // Tempo de atualizacao de informacoes

  if (analogRead(PINO_SENSOR) >= 200); { // Se a leitura do sensor de som for maior ou igual a 700

    digitalWrite(PINO_LED_VERMELHO, HIGH); // LED ligado
    digitalWrite(PINO_LED_VERDE, LOW); // LED DESLIGADO

    delay(1500); // 3 segundos o LED permanece ligado; else {

    digitalWrite(PINO_LED_VERDE, HIGH); // LED ligado
    digitalWrite(PINO_LED_VERMELHO, LOW); // LED apagado
  }
}

```

Fonte: Atividade Módulo 2 - Código do sensor de som 2 - Projeto Decolonizando Tecnologias (2022).

O dispositivo ligou o *led* vermelho, conforme pode ser verificado na figura 25. ECE07 diz: “Encontramos o valor da frequência do ruído onde estamos, por isso ele ligou o *LED* Vermelho!”.

FIGURA 25 – SENSOR DE SOM



Fonte: Atividade Módulo 2 - Sensor de som - Projeto Decolonizando Tecnologias (2022).

Logo, os estudantes perceberam que para testar o dispositivo, precisavam fazer experimentos considerando o contexto do lugar em que estava sendo desenvolvido o artefato, pois o ambiente onde o artefato foi desenvolvido existiam menos pessoas que em uma sala de aula.

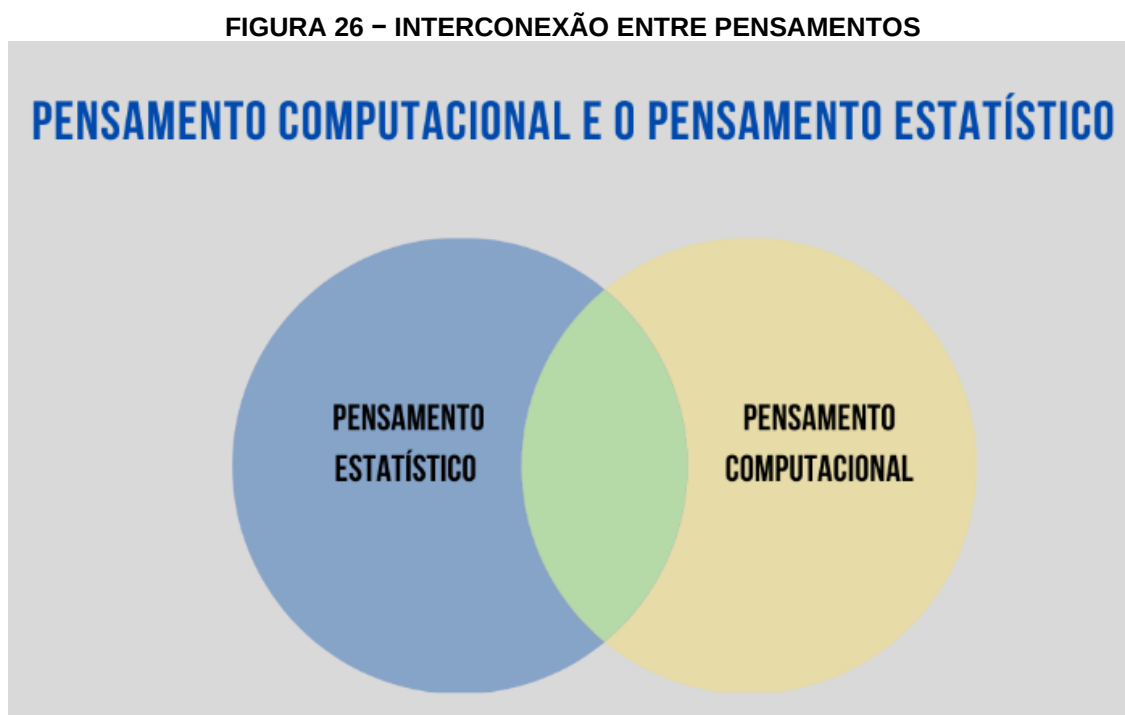
Ao longo do projeto, os estudantes precisavam, constantemente, coletar informações confiáveis que garantisse o bom funcionamento do seu artefato e realizar simulações. A habilidade de coleta de dados tem relação tanto com o Pensamento Estatístico, quanto como o Pensamento Computacional. O Pensamento Computacional

e o Pensamento Estatístico são duas habilidades cognitivas complementares que podem ser aplicadas em conjunto para abordar problemas complexos e realizar análises robustas. Por exemplo, durante a criação do sensor de som, os estudantes tiveram a oportunidade de coletar dados em tempo real e lidar com um grande volume de informações. Ao trabalhar com esses dados, eles puderam desenvolver habilidades de letramento estatístico, como a capacidade de realizar medições precisas, organizar e visualizar dados, identificar padrões e tendências, além de interpretar e tirar conclusões com base nas informações coletadas.

Durante a criação do sensor de som, os estudantes precisaram aplicar essas habilidades do pensamento computacional para coletar, processar e analisar os dados estatísticos. Eles utilizaram algoritmos para programar o Arduino e controlar o comportamento do sensor, realizaram simulações para testar diferentes cenários, automatizaram o processo de tomada de decisões com base nos dados coletados e aplicaram o reconhecimento de padrões para identificar relações e tendências nos valores medidos. Os estudantes não apenas adquiriram conhecimentos estatísticos ao coletar e analisar os dados, mas também desenvolveram habilidades do pensamento computacional para lidar com esses dados de maneira eficiente e eficaz. Através da programação e automação do Arduino, os estudantes puderam realizar análises estatísticas em tempo real, criar visualizações dos dados e tomar decisões informadas com base nas informações estatísticas geradas.

Deste modo, a vivência no contexto de investigação e a utilização das habilidades do Pensamento Computacional para resolver problemas estatísticos, colaborou para o desenvolvimento do Letramento Estatístico, pois permitiu aos estudantes vivenciarem experiências que ajudam a compreender todo o processo investigativo e a desenvolverem o Pensamento Estatístico. Segundo Wild e Pfannkuch (1999), através da exploração do ciclo investigativo é possível alcançar uma das dimensões do Pensamento Estatístico. Com isso, acreditamos que quando os estudantes estiverem diante de informações estatísticas, produzidas por outras pessoas, como eles já vivenciaram o contexto investigativo e utilizam diferentes recursos e ferramentas Estatística, essa experiência adquirida pode colaborar para interpretações críticas, podendo propiciar a tomada de decisões mais assertivas.

Com isso, durante a pesquisa, percebemos que os Pensamentos Computacional e Estatístico se interconectam em alguns pontos, como, por exemplo, na coleta, tratamento, análise e representação de dados, conforme mostra a figura 26:



Fonte: Elaboração Própria.

Quando aplicados em conjunto, o pensamento estatístico e o pensamento computacional potencializam a capacidade de lidar com problemas estatísticos complexos. O pensamento computacional pode auxiliar na coleta eficiente de dados, na organização e processamento dos dados, na criação de visualizações e dashboards para representar os resultados estatísticos e na automação de tarefas repetitivas relacionadas à análise estatística. Além disso, o pensamento estatístico pode fornecer as bases teóricas e conceituais necessárias para a interpretação correta dos resultados obtidos por meio do pensamento computacional.

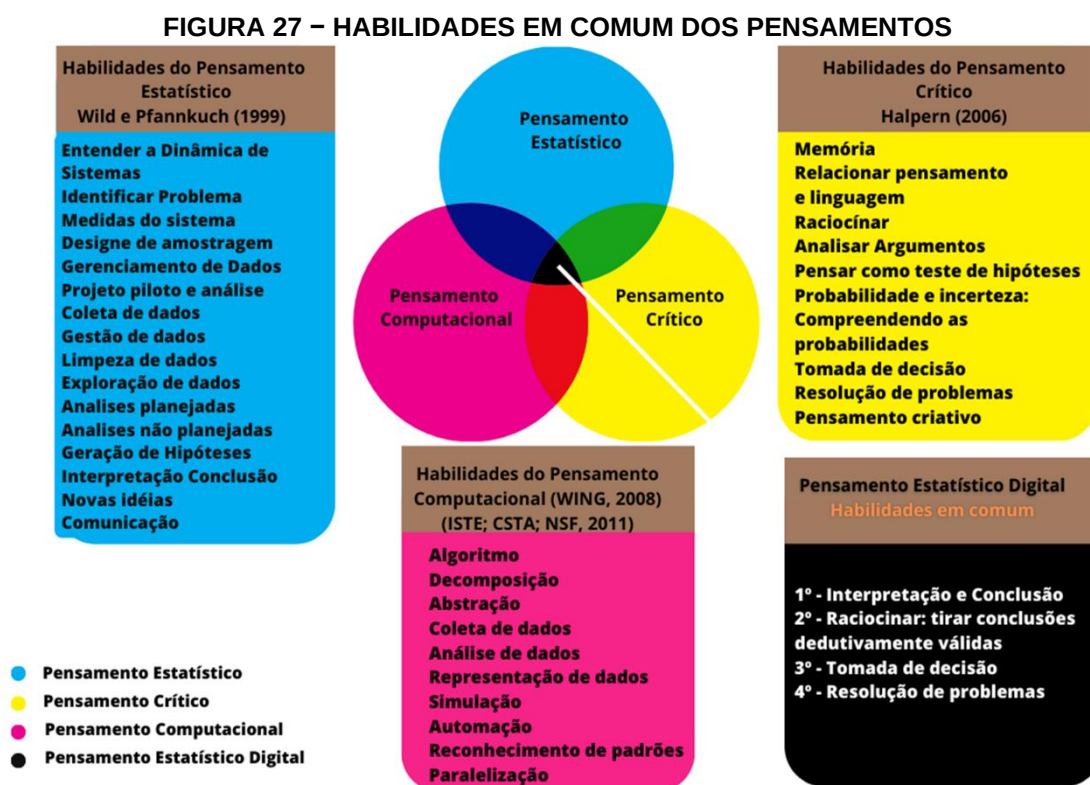
A Integração entre o Pensamento Estatístico e o Pensamento Computacional pode enriquecer o desenvolvimento do Letramento Estatístico. Visto que, os estudantes não apenas se tornam familiares com conceitos estatísticos e técnicas de análise de dados, mas também adquirem habilidades computacionais que ampliam sua capacidade de explorar e compreender os dados estatísticos em maior profundidade e com maior significado.

Essa sinergia entre os dois modos de pensamento vai além. Ela contribui para uma abordagem mais abrangente do letramento estatístico, capacitando os estudantes a se tornarem utilizadores habilidosos e críticos de dados estatísticos em diversas situações. Pois, os estudantes foram incentivados a considerar a consistência dos resultados, a relevância das conclusões em relação ao objetivo do projeto e a identificar possíveis explicações alternativas para os padrões observados nos dados. A professora P01CE questiona: “— *O sensor está funcionando?*” ECE07 responde: — *sim, realizamos testes*. ECE04 complementa: “*quando a frequência sonora no laboratório aumenta, instantaneamente o sistema detecta a alteração*”. Essa avaliação crítica ajudou a garantir a validade e confiabilidade das conclusões. Ao incentivar os estudantes a questionar, avaliar e analisar criticamente as informações e os resultados, o pensamento crítico foi fundamental para promover uma compreensão mais profunda, reflexiva e informada dos conceitos estatísticos e dos resultados obtidos.

Lopes (2022) já apontava para a ligação entre o pensamento Estatístico e o Pensamento Crítico. Sendo assim, enquanto os estudantes ECE07 e ECE04 utilizam os dados durante as simulações, para analisar e realizar questionamentos associados ao contexto, eles adquiriram uma postura crítica, que é característica do Pensamento Crítico.

Para Lopes (2022), em contextos reais, marcados por questões difíceis e problemas complicados e caóticos, várias habilidades são requeridas para a compreensão e a tomada de decisão. Para Mike et al. (2022), a associação entre o Pensamento Computacional e Pensamento Estatístico auxilia na resolução de problemas, para os autores essa associação deve se estreitar cada vez mais no futuro. Já Wing (2007) declara que “a combinação do Pensamento Crítico com os fundamentos da Computação define uma metodologia para resolver problemas, denominada Pensamento Computacional”. Como podemos verificar, o Pensamento Computacional tem uma relação tanto com o Pensamento Estatístico como com o Pensamento Crítico. Apontam-se, nesta pesquisa, diversos elementos que reforçam que a utilização do Pensamento Computacional proporciona uma execução na resolução de problemas Estatísticos, assim como contribui para o desenvolvimento de atividades investigativas, entrelaçadas aos pensamentos estatístico e crítico. Dessa forma, durante o desenvolvimento

do sensor de som, mapeamos as habilidades em comum entre os três pensamentos, disponíveis na figura 27.



Fonte: Elaboração Própria.

Verificamos que durante o desenvolvimento do sensor de som, os estudantes ECE07 e ECE04 mobilizaram, juntos, quatro habilidades em comum aos Pensamentos Estatístico, Computacional e Crítico, sendo elas: interpretar e concluir; raciocinar: tirar conclusões dedutivamente válidas; tomar decisão e resolver de problema, conforme pode ser visualizado no quadro 16.

QUADRO 16 – HABILIDADES E AÇÕES VERIFICADAS NO DESENVOLVIMENTO DO SENSOR DE SOM

Habilidades	Estudantes	Descrição da ação
Raciocinar: tirar conclusões dedutivamente válidas	ECE07	“Temos que diminuir essa frequência, para poder testar”.
Interpretar e concluir	ECE04	“Verdade, estamos em menor número que em uma sala de aula, não é?”

Tomar decisão	ECE07	Realizou 5 simulações para descobrir a frequência ideal para realizar os testes no ambiente de prototipação.
Resolver problemas	ECE07	Após as simulações, os estudantes conseguiram realizar os testes e confirmaram que o artefato estava funcionando corretamente.

Fonte: Decolonizando Tecnologias (2022)

A mobilização entre essas quatro habilidades inerentes de pensamentos distintos, demonstra, de fato, uma relação entre esses pensamentos.

Logo, a integração entre o Pensamento Estatístico, Pensamento Computacional e o Pensamento Crítico denominamos de Pensamento Estatístico Digital, com pode ser visualizado na figura 28.

FIGURA 28 – PENSAMENTO ESTATÍSTICO DIGITAL



Fonte: Elaboração Própria.

O Pensamento Estatístico Digital foi mobilizado, à medida que os estudantes ECE07 e ECE04 começaram a coletar os dados referentes a frequência do ruído no laboratório por meio do sensor de som e automatizaram esse processo através da manipulação de algoritmos e montagem do circuito. O Pensamento Computacional e o Pensamento Estatístico se entrelaçaram à medida que os estudantes passaram a empregar o Pensamento Estatístico para dar início à gestão e ao gerenciamento dos dados. Enquanto simultaneamente recorriam ao Pensamento Computacional e suas habilidades (como algoritmos, simulações, abstração, decomposição, coleta de dados

e automação) para facilitar a automatização do artefato chamado sensor de som. Com isso, à medida que os estudantes ECE07 e ECE04 exploravam os dados e iniciavam as análises, os Pensamentos Estatístico e Computacional passam a se conectar com o Pensamento Crítico, acessando assim o que denominamos de Pensamento Estatístico Digital.

O termo “Pensamento Estatístico Digital” refere-se à capacidade de aplicar habilidades estatísticas e computacionais de forma crítica e reflexiva na análise de dados digitais e analógicos em diferentes formatos. Envolve a utilização de técnicas e ferramentas estatísticas em conjunto com o Pensamento Computacional para explorar, analisar e interpretar informações provenientes de conjuntos de dados digitais. Trata-se de uma abordagem integrada que reconhece a importância de combinar habilidades estatísticas, computacionais e críticas para uma investigação estatística, ainda na escola. Essa intersecção entre os pensamentos Estatístico, Computacional e Crítico promove uma compreensão mais profunda dos fenômenos em estudo e capacita os estudantes a lidar com problemas complexos em um mundo cada vez mais orientado por dados. Ao desenvolver essas habilidades, os estudantes estão preparados para enfrentar desafios reais, tomar decisões fundamentadas e contribuir para a investigação e inovação em suas respectivas áreas de estudo.

O pensamento Estatístico tradicional está centrado nas habilidades de coleta de dados, organização, resumo e interpretação estatística. Ele envolve a compreensão dos princípios fundamentais da estatística, como média, desvio padrão, probabilidade e inferência estatística. O foco principal é na aplicação de técnicas estatísticas para responder a perguntas específicas, tomar decisões informadas e comunicar resultados de forma clara e precisa.

Por outro lado, o pensamento Estatístico Digital envolve considerações adicionais que surgem no contexto digital. Isso inclui a capacidade de lidar com grandes volumes de dados, provenientes de fontes variadas e frequentemente não estruturados. O pensamento Estatístico Digital também requer uma compreensão das implicações éticas, legais e de privacidade associadas ao uso de dados digitais.

Além disso, o pensamento Estatístico Digital envolve a capacidade de avaliar a confiabilidade e a qualidade dos dados digitais, bem como identificar e lidar com possíveis vieses e preconceitos presentes nos dados ou nos algoritmos utilizados na análise. Isso requer uma abordagem crítica e reflexiva para interpretar resultados estatísticos no contexto digital.

Portanto, enquanto o pensamento Estatístico tradicional se concentra nos princípios e técnicas estatísticas gerais, o pensamento Estatístico Digital amplia esse conhecimento para abordar os desafios específicos encontrados no ambiente digital. Ele envolve uma combinação de habilidades estatísticas tradicionais com conhecimento e competências relacionadas à manipulação, análise e interpretação de dados digitais, bem como a compreensão das implicações éticas e de privacidade associadas a esses dados.

Os estudantes que desenvolvem o pensamento Estatístico Digital poderão explorar dados com um olhar estatístico, aplicando técnicas e ferramentas de análise adequadas para facilitar o processo de investigação estatística. Eles podem tomar decisões informadas com base nas conclusões estatísticas e críticas derivadas da análise dos dados.

Dessa forma, durante o curso os estudantes mobilizaram o Pensamento Estatístico Digital ao serem estimulados a atuarem em um duplo papel, tanto de consumidores como de produtores de estatísticas, vivenciando experiências relacionadas a contextos de leituras e de investigação, respectivamente. Com isso, os participantes tiveram experiências significativas quanto à coleta, análise e tratamento de grandes volumes de dados e informações. Além disso, eles aprimoraram suas habilidades na interpretação de dados e informações, utilizando ferramentas estatísticas na criação de soluções tecnológicas por meio do Arduino. Paralelamente, os estudantes foram desafiados a identificar problemas e compreender que existem diferentes mecanismos de coleta, planejamento, análise, tratamento de informações, que poderão auxiliá-los a tomar decisões de forma crítica e compromissada com a Democracia, a justiça social, e a ética.

Portanto, através do curso, verificamos que para desenvolver tecnologias os estudantes precisam vivenciar os dois tipos de contextos, afinal, para esse objetivo, é

necessário a mobilização do saber estatístico. Com isso, o incentivo ao desenvolvimento do Pensamento Estatístico Digital deve ser iniciado ainda na Educação Básica. Para isso, além de estimular o Letramento Estatístico por meio da leitura crítica de informações, os estudantes precisaram trabalhar de forma integrada com os dois contextos, tanto de leitura quanto de investigação. Logo, apontamos para a necessidade de um novo tipo de letramento, que denominamos de Letramento Estatístico Digital.

5.3.1 Definindo o Letramento Estatístico Digital

Letramento Estatístico Digital é a capacidade de leitura, construção e reconstrução crítica do mundo. Envolve a compreensão, interpretação e comunicação de informações estatísticas em diferentes formatos, tanto digitais quanto analógicos. Isso inclui a compreensão de conceitos estatísticos fundamentais, como média, mediana, desvio padrão, probabilidade, entre outros, bem como a habilidade de ler, interpretar e avaliar gráficos, tabelas e outras representações estatísticas. Além disso, o Letramento Estatístico Digital em um contexto algorítmico também envolve a compreensão dos vieses e das injustiças que podem ser introduzidos pelos algoritmos. Os algoritmos podem refletir preconceitos existentes nos dados de treinamento, resultando em decisões discriminatórias ou injustas. É fundamental conseguir identificar esses vieses e tomar medidas para mitigá-los.

Ao possuir o Letramento Estatístico Digital, as pessoas podem formular perguntas estatísticas adequadas, coletar dados relevantes, explorar conjuntos de dados maiores e mais complexos, lidar com dados em tempo real, automatizar tarefas analíticas e obter *insights* mais profundos. Também inclui a capacidade de identificar padrões, realizar previsões e tomar decisões informadas com base nas informações estatísticas disponíveis, considerando suas limitações, fontes de erro e incertezas.

Devemos entender esse tipo de letramento como uma dimensão de emancipação, pois ele pode ser empregado como uma ferramenta para libertar as classes menos favorecidas. Afinal, os conhecimentos estatísticos são fundamentais para a atuação crítica e direcionam a reflexão. O conhecimento estatístico controlado por uma pequena parcela da sociedade pode forjar realidades ao manipular seu uso para man-

ter-se no poder. Com as lentes do Letramento Estatístico Digital, é possível compreender os fenômenos em diferentes contextos e tomar decisões que promovam emancipação.

Para isso, é necessário compreender todas as etapas de uma investigação para seu desenvolvimento. Convém esclarecer que ele vai além das habilidades de leitura de estatísticas ou da coleta de dados, ao demandar a mobilização e reflexão de níveis mínimos de outros tipos de letramento que envolvem a Estatística, como o letramento de dados, estatístico, informacional e o letramento em big data.

Baseados no modelo de Letramento Estatístico de Gal (2002), proposto para contextos de leitura, inserimos novos componentes que identificamos ao longo do curso, que ajudaram tanto na mobilização dos contextos de leitura como nos de investigação, como pode ser visualizado na figura 29.

FIGURA 29 – LETRAMENTO ESTATÍSTICO DIGITAL



Fonte: Elaboração Própria.

Os componentes cognitivos referentes aos conhecimentos de Estatística, Matemática, contexto, letramento e postura crítica foram todos mobilizados no decorrer do curso. Fazemos apenas uma ressalva para a atenção que precisamos dar ao conhecimento em contexto, tendo em vista os novos panoramas enfrentados pela sociedade. Dessa forma, verificamos que quando ampliamos diferentes tipos de contextos, as informações geradas são ainda mais relevantes e podem complementar outros dados.

Em contexto de grandes volumes de dados, como o Big Data, por exemplo, a complexidade de suas técnicas possivelmente impossibilita a análise pela maioria dos estudantes da Educação Básica. Contudo, será imprescindível que os estudantes identifiquem a origem dos dados, refletindo quando e onde os dados foram coletados, e compreender as possíveis manipulações algorítmicas.

Dessa forma, durante a tomada de decisões baseadas em dados, é preciso ter consciência crítica dos possíveis impactos positivos ou negativos em diferentes contextos socioculturais, ambientais, éticos, políticos, econômicos, algorítmicos e digitais. Afinal, para que os estudantes consigam tomar decisões subsidiadas por dados e informações, eles precisam ser estimulados a analisar contextos mais abrangentes.

Nesse sentido, apontamos para dois novos tipos de contextos devem ser considerados durante explorações estatísticas: o contexto algorítmico e o digital. O contexto digital pode conter dados de fontes não confiáveis, como as *fake news*. Já nos contextos algorítmicos, podemos encontrar as *deep fakes*, que se utilizam da Inteligência Artificial para criar vídeos a partir de imagens preexistentes, além de recursos como o reconhecimento de imagens, que podem conter viés e preconceitos mascarados por trás dos códigos programados.

Durante o curso, à medida que os problemas estatísticos foram surgindo, a mobilização das habilidades do Pensamento Computacional estruturou a aquisição de diferentes estratégias que propiciaram a mobilização dos pensamentos Estatístico, Crítico, Analítico, Algorítmico, Algébrico, Criativo, Estatístico Digital, Científico e contribuíram para o desenvolvimento de outros raciocínios lógicos, estatísticos e críticos. Portanto, ao mobilizar essas diferentes formas de pensamento, os estudantes do Liceu puderam abordar os problemas enfrentados pela escola de maneira mais abrangente, eficiente e criativa, resultando em uma investigação mais robusta. Dessa forma,

o Letramento Estatístico Digital é um processo complexo que requer a mobilização de diferentes componentes cognitivos, atitudes, pensamentos e raciocínios. Todas essas associações contribuíram para tomar decisões de acender um LED, ativar um mini ventilador e automatizá-los embasados em dados coletados do ambiente de forma crítica, conforme verificado no sistema de auto-climatização e no sensor de som. Logo, desenvolver e entender os mecanismos utilizados pelas novas tecnologias também é uma das competências desse tipo de letramento.

Dessa forma, verificamos que o Pensamento Computacional colabora para o desenvolvimento do Letramento Estatístico, ao propiciar habilidades como automação e resolução de problemas. Além disso, essa conexão entre os diferentes tipos de pensamento permite que os indivíduos desenvolvam uma compreensão mais profunda dos conceitos estatísticos, explorem dados de forma mais sofisticada e tomem decisões mais informadas com base em evidências. E a conexão entre os Pensamentos Estatístico e Computacional com o Pensamento Crítico, observada, denominamos de Pensamento Estatístico Digital, que corresponde à habilidade de analisar a confiabilidade e validade dos dados, identificar possíveis limitações e viés, considerar perspectivas alternativas e explorar as implicações práticas e teóricas dos resultados.

Na próxima seção, apontaremos as considerações finais deste estudo, suas limitações e ideias futuras.

6 CONCLUSÕES

Este estudo teve como objetivo analisar o Pensamento Computacional como uma competência para o desenvolvimento do Letramento Estatístico a partir de um curso de Robótica e introdução à inteligência artificial com suporte do ciclo PPDAC. Portanto, a presente dissertação engloba saberes e discussões sobre as contribuições do Pensamento Computacional para o Ensino de Estatística. Para tal, foram analisados os resultados alcançados com base nos instrumentos de coleta de dados, originando-se da seguinte questão de pesquisa: O desenvolvimento do Pensamento Computacional pode contribuir para o processo de Letramento estatístico dos estudantes?

Nesse sentido, ao analisar o curso de Robótica e Introdução à Inteligência Artificial, visamos compreender o desenvolvimento do Letramento Estatístico. Dessa forma, à medida que os estudantes criaram os artefatos, eles também construíram conhecimentos tanto estatísticos quanto de contexto, pertinentes às situações propostas. Assim, ao criarem os artefatos, os estudantes emergiram no contexto investigativo, exigindo deles o entendimento de todo o processo investigativo. Tais experiências colaboraram para o desenvolvimento do Letramento Estatístico, pois o contexto investigativo explora uma das dimensões do pensamento estatístico, e isso poderá trazer contribuições durante a leitura crítica de estatísticas produzidas por outras pessoas.

Decerto, o Pensamento Computacional colabora para a resolução de problemas Estatísticos. Além disso, confirmamos que diante de tantas transformações vivenciadas nos últimos anos, apenas o Letramento Estatístico indicado por Gal (2002), com foco no contexto de leitura, não é suficiente para contemplar as novas dinâmicas que a sociedade impõe aos seus cidadãos. Portanto, acreditamos ser necessário o desenvolvimento de um novo tipo de letramento, que denominamos de Letramento Estatístico Digital. O referido letramento pode contribuir para o desafio de viver em uma sociedade repleta de tecnologia, dados e informações, por meio das habilidades do Pensamento Computacional e da associação entre outros tipos de pensamento que favorecem condições de resolução de problemas estatísticos voltada para a Democracia.

No contexto da investigação dos estudantes do Liceu, o Pensamento Computacional forneceu as habilidades necessárias para analisar problemas de maneira sistemática e desenvolver soluções utilizando algoritmos, abstração, decomposição e reconhecimento de padrões. O pensamento Estatístico envolve a compreensão dos conceitos e técnicas estatísticas para coletar, organizar, analisar e interpretar dados. Ele fornece aos estudantes as habilidades necessárias para formular perguntas adequadas, selecionar métodos de amostragem apropriados, realizar análises estatísticas corretas e interpretar resultados estatísticos de maneira significativa. Enquanto o pensamento estatístico ajuda os estudantes a identificar relações, tendências e padrões nos dados e a tomar decisões embasadas em evidências estatísticas. O desenvolvimento do pensamento crítico envolveu a análise e avaliação objetiva de informações, argumentos e evidências para formar opiniões fundamentadas e tomar decisões fundamentadas. Ele incentiva os estudantes a questionar, analisar e interpretar os resultados obtidos por meio do pensamento estatístico e computacional, considerando sua relevância, validade e limitações.

Dessa forma, os estudantes do Liceu aplicaram o pensamento Computacional para coletar e analisar dados eficientemente, o pensamento Estatístico para interpretar e extrair *insights* significativos dos dados, e o pensamento crítico para avaliar a validade e relevância das conclusões obtidas. No decorrer do curso, essas habilidades complementam-se e permitem que os estudantes desenvolvam uma compreensão mais completa e fundamentada dos problemas em estudo, bem como tomem decisões informadas com base em evidências. Além disso, verificamos que os pensamentos Computacional, Estatístico e Crítico podem interconectarem-se e apresentam habilidades similares, como interpretar e concluir, raciocinar para tirar conclusões dedutivamente válidas, tomar decisões e resolver problemas. Para essa conexão entre os respectivos pensamentos, denominamos de Pensamento Estatístico Digital. Sugerimos estimular esse pensamento ainda na Educação Infantil, por meio da programação desplugada, avançando até o Ensino Médio, utilizando tecnologias como o Arduino ou similares, para incentivar investigações que usem dados reais que explorem conceitos necessários para esses períodos. Buscando trabalhar de forma crítica temas que abordem o uso de dados para exploração e enriquecimento, refletindo sobre a produção massiva de dados em contextos de Big Data e possíveis vieses algorítmicos

Acredita-se que os objetivos propostos foram alcançados, ao introduzir e desenvolver novos conhecimentos sobre o Ensino de Estatística que apontaram para a necessidade do letramento Estatístico Digital. Esse novo paradigma se torna relevante em uma sociedade inundada por dados.

Para efetivamente promover o Letramento Estatístico Digital, torna-se essencial promover mudanças curriculares, incorporando essa abordagem nos documentos oficiais e nos materiais educativos. Além disso, é crucial oferecer uma formação adequada aos professores para que eles possam implementar esses conceitos de maneira eficaz em suas práticas de ensino.

Considerando esses passos, acreditamos que os resultados e análises apresentados abrem as portas para um novo campo de estudo no Ensino de Estatística. Para o futuro, planejamos expandir essa pesquisa e desenvolver programas de formação para professores, com o intuito de impulsionar o desenvolvimento do Letramento e Pensamento Estatístico Digital.

REFERÊNCIAS

- BAYER, A.; BITTENCOURT, H.; ROCHA, J. ECHEVEST, S. **A Estatística e sua História**. XIII CIAEM-IACME, Recife, Brasil, 2011, XII Simpósio Sul Brasileiro de Ensino e Ciências, 2004, Canoas. Disponível em <<http://exatas.net/ssbec-Estatística-e-sua-história>>. Acesso em 10/01/2022
- BICUDO, M. Aparecida V. **A pesquisa em educação Matemática: a prevalência da abordagem qualitativa**. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 5, n. 2, 2011.
- BLIKSTEIN, P. , SILVA R. B. , CAMPOS, F. , MACEDO, L. **Tecnologias para uma Educação com equidade: Novo Horizonte para o Brasil**. Relatório de política Educacional, Brasília, março, 2021.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto editora, 1994.
- BRACKMANN, C. P. **Desenvolvimento do Pensamento Computacional Através de Atividades Desplugadas na Educação Básica**. 2017. 226 f. Tese (Doutorado) - Informática na Educação, Cinted, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base: Ensino Fundamental. Brasília: MEC, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. **SAEB 2017**. Brasília: INEP, 2019.
- BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos: Matemática. Brasília: MECSEF, 1998.
- BUNDY, A. **O Pensamento Computacional é generalizado**. J. Scient. Prato. Comput. 1 , 67–69. Google Scholar, 2007.
- BURKE, J; ORNSTEIN, R. E. The axemaker's gift: A double-edged history of human culture. Putnam Adult, 1995.
- CAMPOS, C. R. **A Educação Estatística: uma investigação acerca dos aspectos relevantes à didática da Estatística em cursos de graduação**. 2007. 242 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.
- CASTELLS, M. **The Information Age: Economy, Society and Culture**. Volume III, End of Millennium. Oxford: Blackwell Publishers, 1998.
- CASTRO, J. B. **A utilização de objetos de aprendizagem para a compreensão e construção de gráficos estatísticos**. 2012. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Programa de Pós-graduação em Educação Brasileira, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

CASTRO, J. B.; CASTRO-FILHO, J. A. **Desenvolvimento do pensamento estatístico com suporte computacional.** Educação Matemática Pesquisa. São Paulo, v. 17, n. 5, pp. 870 – 896, 2015.

CASTRO, J. B. Construção do conceito de covariação por estudantes do Ensino Fundamental em ambientes de múltiplas representações com suporte das tecnologias digitais. - Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-graduação em Educação, Fortaleza (CE) 2016.

CAZORLA, I. M. ; SILVA JUNIOR, A. V. ; SANTANA, E. R. S. **Reflexões sobre o Ensino de variáveis conceituais na Educação básica.** Rencima, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 354-373, abr. /jun. 2018

CAZORLA, I. M. **Estatística ao alcance de todos.** VIII Encontro Nacional de Educação Matemática, Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2004. 11 p. Disponível em: <http://www.sbem.com.br/files/viii/pdf/12/MC11915634806.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2021

CAZORLA, I. M. Estatística ao alcance de todos. **Encontro Nacional de Educação Matemática**, v. 8, p. 1-11, 2004.

CAZORLA, I. M. Estatística ao alcance de todos. Encontro Nacional de Educação Matemática, v. 8, p. 1-11, 2004.

CAZORLA, I. M., UTSUMI, M. C., MONTEIRO, C. E. F. **Dos dados brutos à informação: o papel das técnicas transnumerativas no Ensino de Estatística.** Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, 23(4), 109-139. 2021.

CAZORLA, I. M; CASTRO, F. C. **O papel da Estatística na leitura do mundo: o Letramento Estatístico.** Publicatio UEPG: Ciências Humanas, Linguística, Letras e Artes, v. 16, n. 1, 2008.

CAZORLA, I. M; SANTANA, E. R. S. Estatística para a leitura do mundo. CIAEM-IACME, Medellín, Colombia, 2019.

CAZORLA, I.; M.; SANTANA, E. R. S. **Do Tratamento da Informação ao Letramento Estatístico.** Itabuna: Via Litterarum, 2010.

CAZORLA, I.; MAGINA, S.; GITIRANA, V. ; GUIMARÃES, G. **Estatística para os anos iniciais do Ensino Fundamental.** Brasília: Coleção Sbem, 2017. 122.p. 14

CAZORLA, I.; UTSUMI, M. ; SANTANA, E. **Desempenho em Estatística de estudantes do Ensino Fundamental, no contexto do D-Estat.** Zetekiké, 28, p. 1-25. DOI: 10.20396/zet.v28i0.8656917, 2020.

CAZORLA, I; UTSUMI, M. C. **Reflexões sobre o Ensino de Estatística na educação básica.** Do tratamento da informação ao Letramento Estatístico, v. 1, p. 9-18, 2010.

COBB, G. W. (2015). Mere renovation is too little too late: we need to rethink our under-graduate curriculum from the ground up. *The American Statistician*, 2015, 69(4) , 266–28.

COULDRY, N.; MEJIAS, U. A. **The costs of connection**. Stanford University Press, 2019.

CSTA & ISTE. **Operational definition of Computational Thinking in K-12 education**. 2009 Disponível em:< <https://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CompThinkingFlyer.pdf>>. Acesso em: de dezembro de 2021

CUKIER, K; MAYER-SCHOENBERGER, V. **The rise of Big data: How it's changing the way we think about the world**. The Best Writing on Mathematics 2014, p. 20-32, 2013.

CYRINO, M.C.C.T. **As várias formas de conhecimento e o perfil do professor de Matemática na ótica do futuro professor**. 2003, 256 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

D'AMBROSIO, B. S. **La subversión responsable en la constitución del educador matemático**. In: LOPES, C. E.; JARAMILLO, D. Escenas de la insubordinación creativa em las investigaciones em educación Matemática en contextos de habla española. Raleigh: Lulu Press, 2017. p. 23-24

D'AMBROSIO, U. **Educação Matemática: da teoria à prática**. Campinas: Papirus, 1996. D'AMBROSIO, U. *EtnoMatemática*. 5. Ed. São Paulo: Ática, 1998.

D'AMBROSIO, U. *EtnoMatemática - elo entre as tradições e a modernidade*. (2.ed.). Belo Horizonte: Autêntica. 2001

D'AMBROSIO, U. *EtnoMatemática, justiça social e sustentabilidade*. Estudos avançados, v. 32, n. 94, p. 189-204, 2018 .

D'AMBROSIO, U. O Programa EtnoMatemática: uma síntese. *Acta Scientiae*. (V.10), n.1, janeiro/junho. 2008

DENZIN, N., LINCOLN, Y. **HANDBOOK of qualitative research**. (2a ed). Thousand Oaks: Sage, 2000

D'IGNAZIO, C., BHARGAVA, R. **Abordagens para a construção de alfabetização de big data**. *Dados da Bloomberg para uma boa troca*. 2015.

DOMINGOS, P. **A few useful things to know about machine learning**. 2012. Disponível em: <https://homes.cs.washington.edu/~pedrod/papers/cacm12.pdf>

FARIAS, J.; SANTOS, R. **Proposição de ações metodológicas para inserção das dimensões de equidade nas aulas de Matemática**. *Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática*.2.387.10.33238/ReBECCEM.2018. v.2.n.3.2083.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17ª edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, P. Considerações em torno do ato de estudar. 2009.

FREIRE, P. **Medo e Ousadia: o cotidiano do professor**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986.

FREIRE, P. **O compromisso do profissional com a sociedade**. FREIRE, P. Educação e Mudança. 9ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, p. 15-25, 1983.

FREIRE, Paulo. **Pedagogía del oprimido**. 1968.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou comunicação**. Ed. Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1979.

GAL, I. **Adult statistical literacy meanings, components, responsibilities**. International Statistical Review, The Hague, v. 70, n. 1, p. 1-25, 2002.

GARFIELD, J.; BEN-ZVI, D. **How Students Learn Statistics Revisited: A Current Review of Research on Teaching and Learning Statistics**. International Statistical, 2007, Review 75, 3, p. 372- 396 doi:10.1111/j.1751-5823.2007.00029.x

GASQUE, K. C. G. D. Letramento informacional: pesquisa, reflexão e aprendizagem. Brasília: Faculdade de Ciência da Informação, 2012.

Pensamento Computacional e Educação Matemática: Relações para o Ensino de Computação na educação básica. In: XX Workshop sobre Educação em Computação, Curitiba. Anais do XXXII CSBC. 2012. p. 23.

GILLESPIE, T. **The relevance of algorithms**. In (Ed.), Media Technologies: Essays on Communication, Materiality, and Society. Cambridge: The MIT Press, 2014.

GIORDANO, C. C. **O desenvolvimento do Letramento Estatístico por meio de projetos: um estudo com alunos do Ensino Médio**. 2016. 155 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2016.

GLIZT, F. R. O. **Computational thinking in the initial years of elementary school**. 2017. 89 p. Dissertation (Master Degree in Teaching Science and Technology) - Federal University Technology of Paraná, Ponta Grossa, 2017.

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

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar: Como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais**. Rio de Janeiro, RJ: Record. Heilborn, ML, Cabral, CS, & Bozon, M.(2006). Valores sobre sexualidade e elenco de práticas: Tensões entre modernização diferencial e lógicas tradicionais. O aprendizado da sexualidade: Reprodução e trajetórias sociais de jovens, p. 212-265, 2004.

GOULD, R. **Data literacy is statistical literacy.** Statistics Education Research Journal, 16(1), 22-25. 2017

GOULD, R. **Statistics and the modern student.** International Statistical Review, 78(2), 297-315. 2010

GUTIÉRREZ, R. Enabling the Practice of Mathematics Teachers in Context: Toward a New Equity Research Agenda. Mathematical Thinking and Learning, v. 4, n. 2 - 3, p. 145-187, 2002.

ISTE - International Society for Technology in Education; CSTA - Computer Science Teachers Association; NSF - National Science Foundation. **Computational thinking: leadership toolkit.** First Edition, 2011.

KILOMBA, G. **Memórias da plantação: episódios de racismo cotidiano.** Tradução de J. Oliveira. Rio de Janeiro: Cobogó, 2019.

LANEY, D. 3D data management: Controlling data volume, velocity and variety. META Group Research Note 6, fev. 2001.

LEITE, J. et al. **Proposta de inclusão do Programa Meninas Digitais no Movimento Maker através da plataforma digital Autodesk Tinkercad.**In: ESCOLA REGIONAL DE INFORMÁTICA DE MATO GROSSO, 10., 2019. Anais [...] SBC, 2019. p. 157-159. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/erimt/article/view/8619/8520>. Acesso em: 10jan. 2021.

LEITE, L; RAMALIO, B.; CARVALHO, P. **A EDUCAÇÃO COMO PRÁTICA DE LIBERDADE: UMA PERSPECTIVA DECOLONIAL SOBRE A ESCOLA.** Educação em Revista. 35. 10.1590/0102-4698214079,2019.

LÔBO, W. S.; CAZORLA, I. M. **A Estatística a serviço da saúde do adolescente: o cartão de vacinação.** In: ENCONTRO BAIANO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 18, 2019, Ilhéus. Anais do XVIII EBEM: A sala de aula de Matemática e suas vertentes. Ilhéus: SBEM-BA, 2019b, p. 1-12.

LÔBO, W. S.; CAZORLA, I. M. **Ensino de Estatística e o cuidado com a saúde do adolescente.** Educação Matemática em Revista — RS, Rio Grande, v. 1, n. 20, p. 120- 129, 2019b.

LOPES, C. E. Educação Estatística no Curso de Licenciatura em Matemática/Statistics Education in Undergraduate Mathematics. Bolema, v. 27, n. 47, p. 905, 2013.

LOPES, C. E. O Ensino da Estatística e da Probabilidade na Educação Básica e a Formação dos Professores. Cad. Cedes, Campinas, v. 28, n. 74, p. 57-73, 2008.

LOPES, C. E. **Os Desafios para a Educação Estatística no Currículo de Matemática.** In: C. E. Lopes, C. de Q. e S. Coutinho & S. A. Almouloud (Orgs.), Estudos e reflexões em Educação Estatística. Campinas: Mercado de letras, 2010.

LOPES, C. Tessitura possível entre letramento estatístico, pensamento crítico e insubordinação criativa. Temas emergentes em letramento estatístico. Recife: UFPE, p. 60-87, 2021.

LUM, K., ISAAC, W. **To predict and serve?** Significance, 13(5):14–19, 2016.

MADIGAN, D., et al. A report of the London workshop on the future of statistical sciences. London. 2013

MADIGAN, D., et al. A report of the London workshop on the future of statistical sciences. London. 2013

MIGNOLO, W. D. **Colonialidade: o lado mais escuro da modernidade.** Revista brasileira de ciências sociais, v. 32, 2017.

NACARATO, A. M.; MENGALI, B. L. S.; PASSOS, C. L. B.. A Matemática nos anos iniciais do Ensino fundamental-Tecendo fios do ensinar e do aprender. Autêntica, 2017.

O'NEIL, C. Weapons of math destruction: how Big data increases inequality and threatens democracy. New York: Broadway Books. 2016

OECD. **Equity and quality in education.** Paris, 2012. Disponível em: <<http://www.oecd-ilibrary.org/content/book/9789264130852-en>>.

PAPERT, S. A máquina das crianças: repensando a escola na era informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 2008.

PARISER, E. The filter bubble: What the Internet is hiding from you. Penguin UK, 2011.

PARRA, H. Abertura e controle na governamentalidade algorítmica. **Revista Ciência e Cultura**, São Paulo, Vol. 68, Nr. 1, março de 2016 [online]. Disponível em http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252016000100013&lng=en&nrm=iso (Acessado em 28 de novembro de 2016).

PÉREZ-PAREDES, P. ZAPATA-ROS, M. **Pensamento Computacional, análise de uma competência chave.** Scotts Valley, CA, EUA: Createspace Independent Publishing Platform. P. 63. 2018 https://www.amazon.es/pensamiento-computacional-analisis-competenciaclave/dp/1718987730/ref=sr_1_1

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar.** Porto Alegre: Artmed, 2000.

PFANNKUCH, H., WATSON, J.M. Pensamento transnumerativo: Encontrando e contando histórias dentro dos dados. Curriculum Matters, 1, 86–107. 2005

PONTES, M. M.; DE CASTRO, J. B.. A Construção do Conhecimento Matemático do Pedagogo: uma Investigação Sobre os Saberes para a Prática Pedagógica com

Estatística. *Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática*, v. 13, n. 4, p. 515-524, 2020.

PONTES, M.; SOUZA, M.S.M.X; CASTRO, J. Estatística nos anos iniciais do Ensino Fundamental: as experiências de duas professoras após um processo de formação colaborativa. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 12, n. 4, p. 1-19, 2021.

QUIJANO, A, “**Coloniality and modernity/rationality**”. *Cultural Studies*, 21 (2-3): 22-32, 2007.

RIDGWAY, J. **Implications of the data revolution for statistics education**. *International Statistical Review*, v. 84, n. 3, 528-549, 2015. [Online: onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/insr.12110/full]

SANTANA, E. R. DOS S., & CASTRO, J. B. DE. (2022). **Equidade e Educação Matemática: experiências e reflexões**. *Com a Palavra, O Professor*, 7(17), 79–98. <https://doi.org/10.23864/cpp.v7i17.779>

SANTANA, E. R. S. **Aditive structures: does support didactic influence on student learning?**. 2010. 338 f. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2010.

SANTANA, E. R. S.; CAZORLA, I. M. **O Ciclo Investigativo no Ensino de conceitos estatísticos**. *Revemop*, v. 2, p. e202018-e202018, 2020.

SANTANA, E.; CAZORLA, I. Desenvolvimento profissional de professores que ensinam Matemática: D - Estat. Projeto de pesquisa. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus - BA, 2018

SCALVENZI, T. *Il ruolo della statistica nel mondo dei Big data: strumenti ed applicazioni*, 2019.

SELBST, A. D. **Disparate impact in Big data policing**. *Ga. L. Rev.*, 52:109, 2017.

SILVA, A. C. S.; SILVA FILHO, D. L.; NASCIMENTO, S. P. A.. **Bullying, uma questão a ser analisada: estudando conceitos estatísticos**. In: ENCONTRO BAIANO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 18, 2019, Ilhéus. *Anais do XVIII EBEM: A sala de aula de Matemática e suas vertentes*. Ilhéus: SBEM-BA, 2019b, p. 1-8

SKOVSMOSE, O. *Desafios da reflexão em educação Matemática crítica*. Papirus Editora, 2008.

SKOVSMOSE, O. *Educação Matemática Crítica: a questão da democracia*. Papirus editora, 2001.

SKOVSMOSE, O. *Students' foregrounds and the politics of learning obstacles*. In: **Mathematisation and Demathematisation**. Brill Sense, 2007. p. 81-94.

SKOVSMOSE, Ole. **Towards a Philosophy of Critical Mathematics education**. Springer Science & Business Media, 2013.

SOUZA, D. C. Tecnologias digitais e a aprendizagem de conceitos estatísticos: a utilização do software geogebra por estudantes do 9º ano do Ensino fundamental. 2019. 116f. - Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-graduação em Educação, Fortaleza (CE), 2019.

SPINILLO, A. G.; LAUTERT, S. L. Pesquisa-intervenção em psicologia do desenvolvimento cognitivo: princípios metodológicos, contribuição teórica e aplicada. **Pesquisa-intervenção na infância e juventude**. Rio de Janeiro: Trarepa/FAPERJ, p. 294-321, 2008.

TECHAMERICA FOUNDATION'S FEDERAL BIG DATA COMMISSION, Demystifying Big data: A practical guide to transforming the business of Government. 2012.

TELES. E. **GOVERNAMENTALIDADE ALGORÍTMICA E AS SUBJETIVAÇÕES RAREFEITAS**. Kriterion 59 n. 140 p. - Ago. 2018. Artigo Científico.

TURNER, J. **Robot Rules: Regulating Artificial Intelligence**. Cham: Palgrave Macmillan, 2019.

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, 2016

VALENTE, J. A. Pensamento Computacional, Letramento Computacional ou Competência Digital? Novos desafios da Educação. Revista Educação e Cultura Contemporânea, v. 16, n. 43, p. 147-168, 2019.

VERGNAUD, G. **A Criança, a Matemática e a Realidade: Problemas do Ensino da Matemática na Escolar Elementar**. Tradução de Maria Lucia Faria Moro; Revisão técnica Maria Tereza Carneiro Soares. Curitiba: Editora da UFPR, 2009.

VERGNAUD, G. **Multiplicative structures**. In Hilbert, J. and Behr, M. (Eds). Research Agenda in Mathematics Education. Number, Concepts and Operations in the Middle Grades. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum. pp. 141-161.1988

VERGNAUD, G. **Multiplicative structures**. In Resh, R. and Landau, M. (Eds.) Aquisition of Mathematics Concepts and Processes. New York: Academic Press Inc. pp.127-174.1983.

VERGNAUD. G. **Multiplicative conceptual field: what and why?** In: Guershon, H. e Confrey, J. Eds. The development of multiplicative reasoning in the learning of mathematics. Albany, N.Y.: State University of New York Press. p. 41-59, 1994

WALSH, C. **Interculturalidad crítica y educación intercultural**. In.: VIAÑA, Jorge. Construyendo Interculturalidad Crítica. Instituto Internacional de Integración del Convenio Andrés Bello. 2010, pp. 75-96.

WALSH, C. Interculturalidad crítica y pedagogia de-colonial: apuestas (des) de El insurgir, re-existir y re-vivir. Disponível em: www.saudecoletiva2012.com.br/.../didatico03.pdf. Acesso em 01/09/2021.

WATSON, J. **Assessing statistical thinking using the media**. In: GARFIELD, J.; GAL, I.(Org.).The assessment challenge in statistics education. Amsterdam: IOS, 1997.

WILD, C. J. **Statistics Literacy as the earth moves**. Statistics education research Journal,16(1),31-37,2017[online:[https://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ16\(1\)_Wild.pdf?1498680942](https://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ16(1)_Wild.pdf?1498680942)]

WILD, C.J.; PFANNKUCH, M. **Statistical Thinking in Empirical Enquiry**. International Statistical Review, v. 67, n. 3, p. 223-265, 1999

WING, J. Computational thinking. Communications of the acm, v. 49, n. 3, 2006, p. 33-35. Disponível em:. Acesso em: 04 dez. 2021.

ZHAO, J. , WANG, T. , YATSKAR, M. , ORDONEZ, V. , CHANG, K. -W. **Os homens também gostam de fazer compras: reduzir a amplificação do viés de gênero usando restrições no nível do corpus**. In Proceedings of the 2017 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing, 2017.

APÊNDICE A - FORMULÁRIO PERFIL DO ESTUDANTE

Nome completo: _____

Sexo: () F () M () outro

Data de Nasc: ____/____/____

Naturalidade: _____ UF: _____

Nacionalidade: _____

Nome da mãe: _____

Nome do pai: _____

1. Qual a sua idade?

(A) Menos de 14 anos.

(B) 15 anos.

(C) 16 anos.

(D) 17 anos.

(E) Entre 18 e 25 anos (inclusive).

(F) 26 ou mais

2. Como você se considera:

(A) Branco(a).

(B) Pardo(a).

(C) Preto(a).

(D) Amarelo(a).

(E) Indígena.

3. Se você indicou indígena, qual(is) língua(s) você domina:

(A) Minha língua materna é o português.

(B) Uma língua indígena e o português.

(C) Mais de uma língua indígena e o português.

(D) Uma língua indígena, o português e o espanhol.

(E) Mais de uma língua indígena, o português e outra(s) língua(s) estrangeira(s).

4. Qual a sua religião?

(A) Católica.

(B) Evangélica.

(C) Espírita.

(D) Umbanda ou Candomblé.

(E) Outra.

(F) Sem religião.

5. Qual seu estado civil?

(A) Solteiro(a).

(B) Casado(a) / mora com um(a) companheiro(a).

(C) Separado(a) / divorciado(a) / desquitado(a).

(D) Viúvo(a).

6. Onde e como você mora atualmente?

(A) Em casa ou apartamento, com minha família.

(B) Em casa ou apartamento, sozinho(a).

(C) Em quarto ou cômodo alugado, sozinho(a).

(D) Em habitação coletiva: hospedaria, quartel, pensionato, república etc.

(E) Outra situação.

7. Quem mora com você?

(A) Moro sozinho(a)

(B) Pai e/ou mãe

(D) Esposo(a) / companheiro(a)

(E) Filhos(as) 12. Irmãos(ãs)

(F) Outros parentes, amigos(as) ou colegas

(G) . Outra situação

8. Quantas pessoas moram em sua casa?

(A) Duas pessoas.

(B) Três.

(C) Quatro.

(D) Cinco.

(E) Mais de seis.

(F) Moro sozinho(a).

9. Quantos(as) filhos(as) você tem?

(A) Um (a).

(B) Duas

(C) Três.

(D) Quatro ou mais.

(E) Não tenho filhos (as).

10. Até quando seu pai estudou?

(A) Não estudou.

(B) Da 1ª à 4ª série do Ensino Fundamental (antigo primário).

(C) Da 5ª à 8ª série do Ensino Fundamental (antigo ginásio).

(D) Ensino médio (antigo 2º grau) incompleto.

(E) Ensino médio completo.

(F) Ensino superior incompleto.

(G) Ensino superior completo.

(H) Pós-graduação.

(I) Não sei.

11. Até quando sua mãe estudou?

(A) Não estudou.

(B) Da 1ª à 4ª série do Ensino Fundamental.

(C) Da 5ª à 8ª série do Ensino Fundamental.

(D) Ensino médio incompleto.

(E) Ensino médio completo.

(F) Ensino superior incompleto.

(G) Ensino superior completo.

(H) Pós-graduação.

(I) Não sei.

12. Você já sofreu algum tipo de discriminação?

(A) Sim

(B) Não

Qual? _____

Com relação a disciplina de Matemática

13. Quanto do seu tempo você dedica a estudar a disciplina de Matemática?

(A) Menos de uma hora

(B) Uma hora

(C) duas horas

(D) Três horas

(E) Mais de quatro horas

14. Nas aulas de Matemática, você já teve aulas de Estatística?

(A) Sim

(B) Não

15. Nas atividades de Matemática ou Estatística, você costuma analisar e interpretar informações?

(A) Não tenho o costume de representar informações

(B) Às vezes representamos informações

(C) Sempre representamos informações

16. Nas atividades de Matemática ou Estatística, você consegue identificar problemas do seu cotidiano e faz relação com as atividades?

(A) nunca me deparei e não fiz essas relações.

(B) Às vezes percebo e faço essas relações.

(C) Sempre me deparo e faço essas relações.

17. Nas atividades de Matemática ou Estatística, você tem o hábito de organizar suas respostas das atividades, através de um passo a passo?

(A) Não costumo organizar as respostas por meio de um passo a passo.

(B) Às vezes, organizo as respostas por meio de um passo a passo.

(C) Costumo organizar um passo a passo para resolver problemas.

18. Nas atividades de Matemática ou Estatística, você tem o hábito de usar computador, celular para auxiliar na resolução de problemas?

(A) não uso esses recursos

(B) as vezes uso esses recursos

(C) sempre uso esses recursos

19. Nas atividades de Matemática ou Estatística, você tem o hábito de fazer as atividades em equipe fazendo as atividades e relacionando de maneira simultânea?

(A) Nunca faço as atividades em equipes

(B) Às vezes faço as atividades em equipes

(C) Sempre faço as atividades em equipes.

20. Nas atividades de Matemática ou Estatística, você tem o hábito de fazer simulações, para entender os fenômenos ou processos, como por exemplo, o comportamento de gráficos.

(A) Nunca realizou simulações.

(B) Às vezes realizo simulações.

(C) Sempre realizo simulações.

APÊNDICE B - LEVANTAMENTO DE ACESSO À INTERNET

1. Qual seu nome? _____
2. Qual seu endereço de e-mail _____
3. Você tem acesso à internet em casa?
 - A. Sim
 - B. Não
4. De qual dispositivo você acessa à internet com maior frequência:
 - A. Computador pessoal / notebook
 - B. Celular ou smartphone
 - C. Tablet
 - D. Não tenho acesso à internet
5. O seu acesso à internet se dá via?
 - A. Rádio
 - B. Fibra óptica
 - C. 3G ou 4G (operadora de telefone móvel)
 - D. ADSL
 - E. Outro: _____
6. Sua conexão é ilimitada ou tem limite de tráfego de dados?
 - A. Tráfego ilimitado
 - B. Tem limite de tráfego de dados
 - C. Não sei informar
7. Com que frequência você costuma acessar a internet?
 - A. Todos os dias
 - B. Uma vez por semana
 - C. Uma vez a cada 15 dias
 - D. Uma vez por mês
8. De qual lugar você acessa com mais frequência a internet?
 - A. Casa
 - B. Escola
 - C. Casa dos amigos
 - D. WIFI abertos
 - E. Outros.

9. Atividades On line

Para que você usa a internet?

- A. Diversão
- B. Realizar trabalhos escolares
- C. Obter informações nos buscadores
- D. Outro

10. De que forma você recebe informações pela internet?

- A. Sites de jornal
- B. Redes sociais
- C. TV on line

11. Você produz conteúdo na internet?

- A. Não
- B. Sim

C. Se a resposta for sim, diga de qual forma: _____

Com relação às redes sociais

12. Você utiliza Rede social?

- A. Sim
- B. Não

Se a resposta for sim qual a rede social que você mais usa?

13. Você informa a sua localização pelas Redes Sociais?

- A. Nunca
- B. Sempre
- C. Em algumas situações

Quais? _____

14. Você costuma adicionar desconhecidos nas suas redes sociais?

- A. Nunca
- B. Sempre
- C. Em algumas situações

Quais? _____

15. Com que frequência você costuma adicionar filtro nas suas fotos

- A. Nunca
- B. Sempre

C. Em algumas situações

Quais? _____

16. Você costuma adicionar os perfis recomendados pelas redes sociais?

A. Nunca

B. Sempre

C. Em algumas situações

Quais? _____

17. Você criou alguma pesquisa utilizando as redes sociais?

A. Nunca

B. Sempre

C. Em algumas situações

Quais? _____

18. Você já participou de alguma pesquisa utilizando as redes sociais?

A. Nunca

B. Sempre

C. Em algumas situações

Quais? _____

19. Você já sofreu preconceito no ciberespaço?

A. Sim

B. Não

Qual o motivo? _____

20. Qual a sua reação diante do preconceito no Ciberespaço?

A. Retrucou

B. Bloqueou ou excluiu

C. Denunciou

D. Nada

APÊNDICE C - FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO

1. O que são dados e descreva situações onde podemos encontrá-las?
2. O que são informações e descreva situações onde podemos encontrá-las
3. Existe diferença entre dados, informações e conhecimentos?
4. Qual a diferença entre dados, informação e conhecimentos?
5. Como as informações podem ser empregadas no nosso ambiente?
6. O que é conhecimento?
7. Como o conhecimento é utilizado no nosso ambiente?
8. Porque os dados e informações são importantes para os cidadãos?
9. Como gerenciar de forma adequada os dados e informações?
10. Qual a importância de analisar os dados e identificar padrões e tendências nos dados?

**APÊNDICE D - MAPEAMENTO DAS HABILIDADES INERENTES DO
PENSAMENTO COMPUTACIONAL**

Fases Do Ciclo Investigativo PQDA	Habilidades Mobilizadas	Descrição
Problema		
Planejamento		
Dados		
Análise		
Conclusão		

APÊNDICE E - CAMPANHA EU CUIDO DE CADA CANTINHO DO LICEU





CAMPANHA

Eu cuido de cada
Cantinho
do Liceu

Preserve os trabalhos expostos pelos colegas;
Antes de sair da sala de aula organize as carteiras na sala;
Retire todo o lixo das carteiras e do chão;
Apague a Luz.

Ajude a escola a ser cada vez melhor!
Preserve, cuide e ame como se tudo fosse seu.



CAMPANHA

Eu cuido de cada
Cantinho
do Liceu

**Valorize a higiene pessoal;
Lave as mãos apos sair do Banheiro;
Preserve a limpeza nos banheiros
dando descarga e jogando o papel
na lixeira;**



Ajude a escola a ser cada vez melhor!
Preserve, cuide e ame como se tudo
fosse seu.





CAMPANHA

Eu cuido de cada

**Cantinho
do Liceu**

**Preseve o jardim da
escola.**

Ajude a escola a ser cada vez melhor!
Preserve, cuide e ame como se tudo
fosse seu.



CAMPANHA

Eu cuido de cada
**Cantinho
do Liceu**

O patrimônio escolar é
um bem que pertence a
todos.

Ajude a escola a ser cada vez melhor!
Preserve, cuide e ame como se tudo
fosse seu.



CAMPANHA



Eu cuido de cada

Cantinho do Liceu



Ajude a escola a ser cada vez melhor!
Preserve, cuide e ame como se tudo fosse seu.



ANEXO A - DIÁRIO DE CAMPO

MODELO ADOTADO PELO O GRUPO D-ESTAT

PROJETO DE PESQUISA: DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL DE PROFESSORES QUE ENSINAM MATEMÁTICA

Diário nº _____ Horário _____	Data: _____ Início: _____ Término: _____
Escola:	
Conteúdo do Encontro	
Planejamento do Encontro	
Desenvolvimento Problematização	
Organização do Planejamento Planejamento da aula com questionamento/tarefa Adequada à idade dos alunos (vídeo e o plano escrito) Como organizam os estudantes (grupos/individual) As dificuldades dos estudantes Implementação do ciclo investigativo	
Instrumentos para a coleta dos dados Materiais utilizados Coleta dos dados Materiais utilizados e os dados produzidos	
Análise Leitura e análise dos dados Tarefa adequada para o ano escolar Como os estudantes aprendem	

Previsão de erros e dificuldades mais comuns; A importância do uso do ciclo investigativo	
Conclusões	
Houve sistematização do conteúdo? (conclusões)	
Houve avaliação e comentários do professor/pesquisador e alunos	
Observação: Anotar as falas (dúvidas e questionamentos) do professor e alunos. Fazer registro sem considerar certo, errado. Sabe o conteúdo, não sabe o conteúdo (evite emitir juízo de valor). Anote o que realmente aconteceu.	

ANEXO B - DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO DE APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO DE APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Mediante o presente documento, firmamos o compromisso de anexar os resultados da pesquisa intitulada “O Pensamento Computacional e o Letramento Estatístico Digital: Possibilidades Para O Ensino De Estatística” na Plataforma Brasil, garantindo-se o sigilo à identidade dos participantes, propriedades intelectuais e patentes industriais, conforme determinado pela Norma Operacional nº 001/2013 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), alínea c, do dispositivo 3.3.

Ademais, declaramos conhecer e cumprir as orientações e determinações fixadas nas Resoluções nºs 466, de 12 de dezembro de 2012, e 510, de 07 de abril de 2016, e Norma Operacional nº 001/2013, pelo CNS, e disponíveis no Regimento Interno do Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

Fortaleza, 28 de fevereiro de 2022

Maria Silvania Marques Xavier de Souza

Juscileide Braga de Castro.

Francisco Vieira Santos

ANEXO C -TERMO DE AUTORIZAÇÃO E EXISTÊNCIA DE INFRAESTRUTURA

Eu, _____ da _____, autorizo a realização do projeto intitulado “ O Pensamento Computacional E O Letramento Estatístico Digital: Possibilidades Para O Ensino De Estatística” pelos pesquisadores Maria Silvania Marques Xavier de Souza, Juscileide Braga de Castro, Francisco Vieira, que envolverá investigar se o Pensamento Computacional pode ser considerado uma competência essencial para o Letramento Estatístico, tendo em vista o avanço da tecnologia e da revolução dos dados. Para isso, utilizaremos lentes de equidade durante a realização de uma sequência de Ensino, utilizando o ciclo investigativo PPDAC. O desenvolvimento das atividades buscará promover o despertar dos estudantes para a investigação Estatística, com o intuito de protagonismos dos mesmos, bem como uma educação libertadora que os incentive realizar ações embasado em dados, que promovam ações transformadoras em sua realidade. e será iniciado após a aprovação pelo Sistema CEP-CONEP.

A/O _____ está ciente de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos participantes da pesquisa, dispondo de infraestrutura necessária para desenvolvê-la em conformidade às diretrizes e normas éticas. Ademais, ratifico que não haverá quaisquer implicações negativas aos _____ que não desejarem ou desistirem de participar do projeto.

Declaro, outrossim, na condição de representante desta organização, conhecer e cumprir as orientações e determinações fixadas nas Resoluções nºs 466, de 12 de dezembro de 2012, e 510, de 07 de abril de 2016, e Norma Operacional nº 001/2013, pelo Conselho Nacional de Saúde (CNS), e disponíveis no Regimento Interno do Comitê de Ética em Pesquisa do IFCE.

Fortaleza, 28 de fevereiro de 2022

Nome completo e assinatura do responsável pela organização

ANEXO D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Pensamento Computacional e o Letramento Estatístico Digital:
Possibilidades para o Ensino De Estatística

Maria Silvania Marques Xavier de Souza

Você está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

Justificativa e objetivos: Os avanços provocados pelo desenvolvimento da Tecnologia trouxeram vantagens como a rapidez, a redução do custo e erros na execução de pesquisas Estatísticas. Em contrapartida, todo esse avanço cria um paradigma estatístico: o grande fluxo de dados complexos. Esse paradigma traz novos desafios para o Ensino de Estatística, pois em paralelo a todo esse avanço a definição de Letramento Estatístico também foi evoluindo. Dessa forma, o presente trabalho tem o objetivo investigar se o Pensamento Computacional pode ser considerado uma competência essencial para o Letramento Estatístico, tendo em vista o avanço da tecnologia e da revolução dos dados.

Procedimentos: Participando do estudo você está sendo convidado a: atividades buscará promover o despertar dos estudantes para a investigação Estatística, com o intuito de protagonismos dos mesmos, que os incentive a realizar ações embasado em dados, que promovam ações transformadoras em sua realidade.

Desconfortos e riscos: Você não deve participar deste estudo se sentir cansaço ou aborrecimento ao responder questionários; desconforto, constrangimento ou alterações de comportamento durante gravações de áudio e vídeo; alterações de visão de mundo, de relacionamentos e de comportamentos em função de reflexões sobre sexualidade, divisão de trabalho familiar, satisfação profissional etc. · Esses

riscos muitas vezes são expressos na forma de desconforto; possibilidade de constrangimento ao responder o instrumento de coleta de dados; medo de não saber responder ou de ser identificado; estresse; quebra de sigilo; cansaço ou vergonha ao responder às perguntas; dano; quebra de anonimato, além de riscos físicos, como sangramento, hemorragia, edema, infecções, efeitos adversos de fármacos, fraturas, lesões, quedas, dor e até risco de morte.

Benefícios: garantia de plena liberdade ao participante da pesquisa, de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma; de manutenção do sigilo e da privacidade dos participantes da pesquisa durante todas as fases da pesquisa; garantia de que o participante da pesquisa receberá uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido;

Acompanhamento e assistência: Todos os participantes serão conduzidos a hospitais em eventuais caso que necessitem de acompanhamento médico ou similares

Sigilo e privacidade: Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

Ressarcimento e indenização: Você terá direito ao ressarcimento das despesas diretamente decorrentes de sua participação na pesquisa e à indenização pelos danos resultantes desta, nos termos da Lei.

Contato: Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com os pesquisadores Maria Silvania Marques Xavier de Souza, e-mail: silvaniamarquesx@gmail.com, tel. 85 989280834.

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do IFCE das 08:00hs às 12:00hs e das 13:00hs as 17:00hs no IFCE Reitoria - R. Jorge Dumar, 1703 - Jardim América, Fortaleza - CE, 60410-426; fone (85) 34012332 e-mail: cep@ifce.edu.br

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta

possa acarretar, aceito participar e declaro estar recebendo uma via original deste documento assinada pelo pesquisador e por mim, tendo todas as folhas por nós rubricadas:

Nome do(a) participante: _____

Contato telefônico (opcional): _____

e-mail (opcional) _____

(Assinatura do participante ou nome e assinatura do seu RESPONSÁVEL
LEGAL)

Data: ____/____/____.

Responsabilidade do Pesquisador:

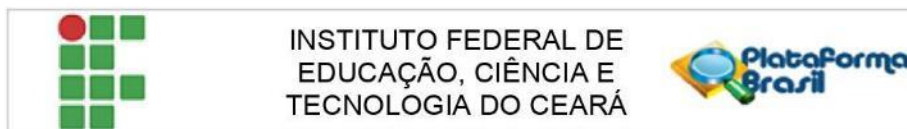
Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo será encaminhado ao CEP perante o qual o projeto será apresentado. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

Nome do(a) pesquisador(a):

Assinatura do(a) pesquisador(a)

Data: ____/____/____.

ANEXO E - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



Continuação do Parecer: 5.594.662

ressarcimento e como serão cobertas as despesas tidas pelos participantes da pesquisa e dela decorrentes (Res. 510/16, Art. 17 "VII - explicitação da garantia ao participante de ressarcimento e a descrição das formas de cobertura das despesas realizadas pelo participante decorrentes da pesquisa, quando houver;").

2. No "Termo de Assentimento Livre e Esclarecido", lê-se que: "Outras crianças e/ou adolescentes participantes desta pesquisa tem de 13 anos de idade a 17 anos de idade."

No documento intitulado "Proj", na seção "Caminhos da pesquisa", na página 68, lê-se: "Irão participar da pesquisa um total de 24 adolescentes com idades entre 14 e 16 anos, estudantes do ensino médio, escolhidos a partir do interesse e disponibilidade em participar da pesquisa. Onde 12 estudantes serão estudantes do Colégio Estadual Liceu de Caucaia, no Ceará, e 12 da unidade escolar de Ensino Médio Otávio Escórcio Gomes, no Piauí."

No documento intitulado "Informações Básicas", no item "Critério de Inclusão", lê-se que: "Estar matriculado na primeira série do Ensino Médio; Ter disponibilidade para participar das oficinas; Ter autorização dos pais e/ou responsáveis, caso sejam menor de idade; Assinar termo de compromisso; Participar da parte inicial."

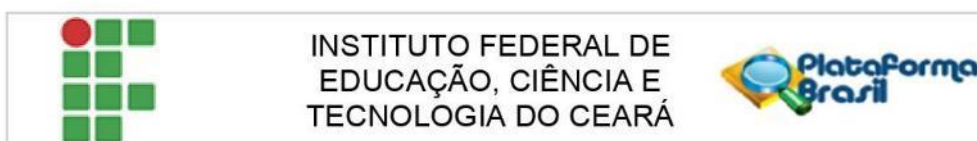
Dada a incoerência entre as informações disponibilizadas acerca da faixa etária dos participantes nos documentos citados, solicita-se que as informações estejam coerentes em todos os documentos anexados. Caso seja prevista a participação de estudantes com idade superior a 18 anos, é preciso anexar à Plataforma um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para eles.

3. Sobre o cronograma: solicita-se adequar a data de início da coleta de dados com os participantes do estudo, visto que não prevê tempo hábil para a análise ética realizada pelo CEP (No 001/2013, 3.4.1, "Cronograma: informando a duração total e as diferentes etapas da pesquisa, em número de meses, com compromisso explícito do pesquisador de que a pesquisa somente será iniciada a partir da aprovação pelo Sistema CEP-CONEP"). Ademais, é importante que as informações inseridas na Plataforma Brasil sejam exatamente as mesmas disponíveis no documento anexado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703	CEP: 60.410-426
Bairro: Jardim América	
UF: CE	Município: FORTALEZA
Telefone: (85)3401-2332	E-mail: cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 5.594.662

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1981709.pdf	27/07/2022 17:09:41		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	27/07/2022 17:09:06	MARIA SILVANIA MARQUES XAVIER DE SOUZA	Aceito
Outros	apresenta.pdf	19/07/2022 17:52:47	MARIA SILVANIA MARQUES XAVIER DE SOUZA	Aceito
Outros	regresso.pdf	19/07/2022 17:48:08	MARIA SILVANIA MARQUES XAVIER DE SOUZA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	proj.docx	19/07/2022 17:42:21	MARIA SILVANIA MARQUES XAVIER DE SOUZA	Aceito
Folha de Rosto	folha.pdf	18/07/2022 09:23:55	MARIA SILVANIA MARQUES XAVIER DE SOUZA	Aceito
Orçamento	orc.docx	18/07/2022 09:16:53	MARIA SILVANIA MARQUES XAVIER DE SOUZA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	infraEstrutura.pdf	12/07/2022 00:34:21	MARIA SILVANIA MARQUES XAVIER DE SOUZA	Aceito
Cronograma	cronograma.pdf	12/07/2022 00:27:54	MARIA SILVANIA MARQUES XAVIER DE SOUZA	Aceito

Situação do Parecer:

Pendente

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FORTALEZA, 22 de Agosto de 2022

Assinado por:
Jefté Ferreira da Silva
 (Coordenador(a))

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

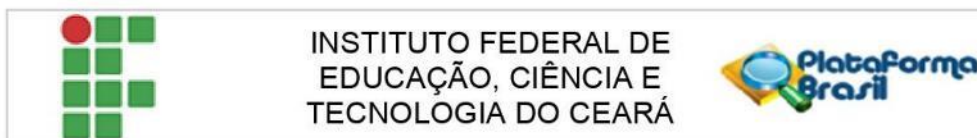
CEP: 60.410-426

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Decolonizando Tecnologias e entrelaçando comunidades: da investigação de problemas à criação de artefatos

Pesquisador: MARIA SILVANIA MARQUES XAVIER DE SOUZA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 61156222.6.0000.5589

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO CEARA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.594.662

Apresentação do Projeto:

O projeto está inserido na Área de Estudo de Ciências Exatas e da Terra. De acordo com os pesquisadores, "o Ensino da Matemática enfrenta grandes desafios em uma sociedade que passa por transformações provocadas pelo desenvolvimento de novas Tecnologias, que deram origem ao Big Data, a Inteligência Artificial e a Robótica. Estas Tecnologias exigem novas formas de coleta, armazenamento e análise de dados, gerando mudanças também na aquisição de dados, informações e de conhecimentos, nunca vivenciadas. Contudo, o modelo sobre o que se espera para que um adulto seja considerado letrado estaticamente tem foco apenas no consumo de estatísticas e não reflete sobre os produtores de dados, cabendo verificar se esse modelo ainda atende às necessidades da sociedade. Em vista disso, tecemos como objetivo investigar se o Pensamento Computacional pode ser considerado uma competência essencial para o Letramento Estatístico. Para isso, realizaremos um curso de Robótica, norteada pelas ideias da Educação Matemática Crítica, da decolonialidade e do Construcionismo, com abordagem da pesquisa qualitativa, com 12 estudantes do 1º ano do Ensino Médio de duas escolas públicas, sendo uma localizada em Murici dos Portelas, Piauí e a outra Localizada no Parque Potira, Caucaia, Ceará. Durante o curso, pretende-se que os estudantes identifiquem problemas e realizem investigações que envolvam dados reais disponíveis em plataformas mediadas por algoritmos que utilizam Inteligência Artificial. Com isso, pretendemos que os estudantes desenvolvam e apliquem as habilidades do Pensamento Computacional, durante todas as etapas

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

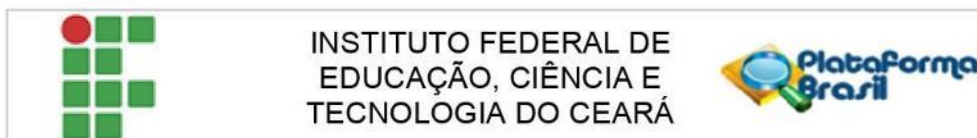
CEP: 60.410-426

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 5.594.662

da investigação, desde a coleta de dados até a criação de artefatos, contribuindo para o desenvolvimento do Letramento Estatístico Digital."

Crerios de incluso: De acordo com os pesquisadores, "Estar matriculado na primeira srie do Ensino Mdio; Ter disponibilidade para participar das oficinas; Ter autorizao dos pais e/ou responsveis, caso sejam menor de idade; Assinar termo de compromisso; Participar da parte inicial."

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo geral da pesquisa "analisar o Pensamento Computacional como uma competncia para o desenvolvimento do Letramento Estatstico Digital a partir de um curso de Robtica, para estudantes na 1ª srie do Ensino Mdio." Os objetivos especficos da recorrentes so:

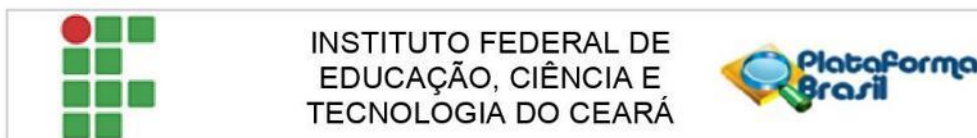
- "a) identificar os conhecimentos matemticos mobilizados utilizando o Arduino;
- b) mapear as possibilidades de desenvolvimento de atividades matemticas a partir de problemas reais, vinculados a realidade dos alunos, envolvendo a robtica educacional atravs da plataforma de prototipao Arduino;
- c) analisar como a proposta promoveu o engajamento dos alunos na identificao, formulao e resoluo de problemas no mbito do Pensamento Computacional;
- d) analisar uma Seqncia de Ensino, acerca do tema: Dados, Inteligncia Artificial e Viés Algoritmico, buscando compreender o desenvolvimento do Letramento Estatstico Digital;
- e) Mapear habilidades inerentes ao Pensamento Computacional, mobilizadas por estudantes durante uma investigao com suporte do Ciclo PPDAC;
- f) Identificar aes que promovam a equidade a partir da seqncia de ensino proposta."

Avaliao dos Riscos e Benefcios:

De acordo com os pesquisadores:

"Partindo do pressuposto que toda pesquisa envolve algum tipo de risco, considera-se inicialmente a identificao dos participantes do projeto, que apesar do uso de pseudnimos e assinatura de termos de cessao de imagem e som e cuidados durante a edio dos textos, imagens e vdeos os alunos podem ser expostos. O projeto est baseado no uso da placa Arduino, sucatas, quando necessrio, e ferro de solda (alumnio), ento h risco de choques com baixa voltagem, cortes ou queimaduras leves, sendo sanados com o uso de equipamentos de segurana. Em caso de acidentes de qualquer natureza ou mal sbito os participantes da pesquisa sero encaminhados imediatamente para a Unidade Bsica Avanada de Saude que dista 2 km do local onde sero realizadas as oficinas."

Endereo: Rua Jorge Dumar, nº 1703	CEP: 60.410-426
Bairro: Jardim Amrica	
UF: CE	Município: FORTALEZA
Telefone: (85)3401-2332	E-mail: cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 5.594.662

Eis os benefícios apresentados pelos pesquisadores:

"A atividade principal da pesquisa é a utilização da robótica para fins pedagógicos, especificamente prototipagem em Arduino, logo diversos conceitos serão abordados como programação em C++, aprofundamento de conceitos matemáticos, desenvolvimento de competências e habilidades e socialização de saberes. Neste âmbito, o trabalho coletivo, protagonismo e autonomia serão evidenciados e melhorados à medida que os estudantes estudam os problemas e buscam a solução. Destaca-se também o contato com tecnologias não se restringindo ao uso, mas produzindo novas em um processo de investigação para mitigar ou suprimir problemas locais. O estudante também poderá continuar os estudos e descobrindo novas áreas para atuação profissional. Noutro ponto, haverá um retorno social, já que problemas estarão sendo discutidos e as possíveis soluções formuladas, podendo, o protótipo passar a ser um produto final."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto é do Grupo de Pesquisa e Produção Colaborativa de Mídias Digitais e Aprendizagem da Matemática.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os Termos de Apresentação Obrigatória foram anexados à Plataforma Brasil; contudo, há algumas incoerências entre o TCLE e o Projeto Detalhado.

Recomendações:

Seria interessante que os documentos passassem por uma revisão gramatical (em especial no que concerne à pontuação).

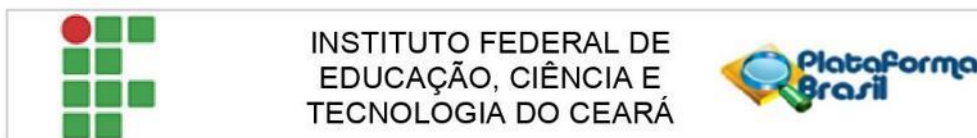
Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Foram encontradas pendências que precisam ser corrigidas:

1. No documento intitulado "TCLE", submetido em 27/07/2022:

1.1 no item "Procedimentos", lê-se que: "Para a efetivação da pesquisa alguns instrumentos de coleta de dados foram selecionados. Os participantes da investigação preencherão dois questionários, um inicial e outro final pelo Google Formulários (online), que leva em torno de 10 minutos cada um. Além da aplicação das questões, será realizada entrevista filmada com todos os envolvidos na pesquisa com duração média de 25 minutos em espaço adequado. Durante a

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703
Bairro: Jardim América **CEP:** 60.410-426
UF: CE **Município:** FORTALEZA
Telefone: (85)3401-2332 **E-mail:** cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 5.594.662

realização das atividades que envolvem os processos de investigação serão realizadas filmagens para posterior transcrição e registros fotográficos. O pesquisador utilizar-se-á de anotações pessoais para complementar a coleta de dados. Os participantes das atividades que envolvem o projeto deverão estar matriculados em uma escola de ensino médio e cursando a 1ª Ensino Médio, ter disponibilidade semanal de 4 horas divididas em 2 dias (a definir) e se deslocar para o local escolhido. As atividades terão horário definido e fixo com média de 2 horas por dia, podendo haver encontros intercalados de dois em dois dias em um período de 5 semanas."

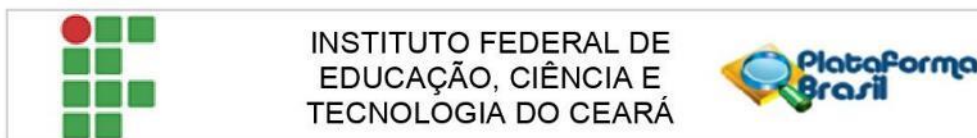
No documento intitulado "Proj", na seção "Caminhos da pesquisa", na página 68, lê-se: "O projeto será ministrado de forma síncrona e será realizada às segundas, terças e quartas das 14 às 16 horas, está previsto a utilização de momentos de forma remota para que haja interação com os estudantes e o professor do Piauí." Na mesma página, lê-se ainda "Este projeto será desenvolvido no Colégio Estadual Liceu de Caucaia, localizado no bairro Parque Potira, na cidade de Caucaia, no Ceará, e na associação Beneficente Raio de Esperança - ABRE, com estudantes do Colégio Estadual Liceu de Caucaia e da unidade escolar de Ensino Médio Otávio Escórcio Gomes na cidade, respectivamente. No Ceará, o Colégio Liceu de Caucaia foi escolhido pois já tinha os Kits e componentes necessários para a realização do curso. Entretanto no Piauí, na cidade de Murici dos Portelas a única unidade escolar de Ensino Médio é a Otávio Escórcio Gomes, e a mesma não dispunha dos kits de robótica e nem de laboratório de informática, por isso optamos pela realização do curso na associação ABRE, como os estudantes da unidade escolar de Ensino Médio Otávio Escórcio Gomes."

Dada a incoerência entre as informações disponibilizadas entre os documentos citados, solicita-se que as informações estejam coerentes em todos os documentos anexados.

1.2 no "Acompanhamento e assistência", lê-se que: "Os estudantes envolvidos na pesquisa terão reuniões semanais para o desenvolvimento dos protótipos. Os estudantes serão assistidos pelo pesquisador e, havendo necessidade, por um monitor que os auxiliarão no desenvolvimento das atividades propostas. Em caso de necessidade médica, o posto de saúde mais próximo fica a 1 km, com facilidade para o traslado. Evidencia-se também o local onde acontecerão os trabalhos, as instalações da Associação Beneficente Raio de Esperança, com cadeiras, mesas, internet e computadores disponíveis."

No documento intitulado "Proj", na seção "Caminhos da pesquisa", na página 68, lê-se: "Irão participar da pesquisa um total de 24 adolescentes com idades entre 14 e 16 anos, estudantes do ensino médio, escolhidos a partir do interesse e disponibilidade em participar da pesquisa. Onde

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703
Bairro: Jardim América **CEP:** 60.410-426
UF: CE **Município:** FORTALEZA
Telefone: (85)3401-2332 **E-mail:** cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 5.594.662

12 estudantes serão estudantes do Colégio Estadual Liceu de Caucaia, no Ceará, e 12 da unidade escolar de Ensino Médio Otávio Escórcio Gomes, no Piauí."

Se a distância para atendimento é uma informação relevante, deve haver coerência entre as informações disponibilizadas nos documentos citados. Solicita-se que as informações estejam coerentes em todos os documentos anexados.

1.3 no item "Desconfortos e riscos", lê-se que: "Partindo do pressuposto que toda pesquisa envolve algum tipo de risco, considera-se inicialmente a identificação dos participantes do projeto, que apesar do uso de pseudônimos e assinatura de termos de cessão de imagem e som e cuidados durante a edição dos textos, imagens e vídeos os alunos podem ser expostos. O projeto está baseado no uso da placa Arduino, sucatas, quando necessário, e ferro de solda (alumínio), então há risco de choques com baixa voltagem, cortes ou queimaduras leves, sendo sanados com o uso de equipamentos de segurança. Em caso de acidentes de qualquer natureza ou mal súbito os participantes da pesquisa serão encaminhados imediatamente para a Unidade Básica Avançada de Saúde que dista 2 km do local onde serão realizadas as oficinas."

No documento intitulado "Proj", no "Apêndice A - Formulário Perfil do Estudante", há perguntas sobre religião, situação de habitação, grau de escolaridade dos pais do(a) participante, discriminação e sobre a disciplina de Matemática, que podem gerar constrangimento, algo que não foi mencionado como possível risco.

No documento intitulado "Proj", no "Apêndice B - Levantamento de acesso à internet", há perguntas sobre o acesso à internet em casa e o uso de redes sociais, que podem gerar constrangimento, algo que não foi mencionado como possível risco.

Solicita-se: Esclarecer os riscos aos quais o participante da pesquisa está exposto, elencando providências caso eles ocorram e cautelas para possibilitar evitá-los (Res. 510, "Art. 19. O pesquisador deve estar sempre atento aos riscos que a pesquisa possa acarretar aos participantes em decorrência dos seus procedimentos, devendo para tanto serem adotadas medidas de precaução e proteção, a fim e evitar dano ou atenuar seus efeitos").

1.4 no item "Ressarcimento e Indenização", lê-se que: "Não há ressarcimento ou indenização, uma vez que a participação se dá por meio de voluntariado." Nos documentos intitulados "TCLE" e "Termo de Assentimento", a garantia de ressarcimento e como serão cobertas as despesas tidas pelos participantes da pesquisa e dela decorrentes, além da garantia de indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa não são explicitados. Solicita-se: Explicitar a garantia de

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703
Bairro: Jardim América **CEP:** 60.410-426
UF: CE **Município:** FORTALEZA
Telefone: (85)3401-2332 **E-mail:** cep@ifce.edu.br