

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
AGRÍCOLA

DISSERTAÇÃO

SABERES TRADICIONAIS DA CACAUCULTURA E O
ENSINO DE FÍSICA: UM ESTUDO EM ÁGUA
BRANCA-ES

FELIPE RIBEIRO POLEZ

2024



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE
JANEIRO INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AGRÍCOLA**

**SABERES TRADICIONAIS DA CACAUCULTURA E O ENSINO
DE FÍSICA: UM ESTUDO EM ÁGUA BRANCA-ES**

FELIPE RIBEIRO POLEZ

Sob a Orientação da Professora

Dra. Sílvia Moreira Goulart

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação**, no Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola, Área de concentração em Educação Agrícola.

**Seropédica, RJ
2024**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P763s POLEZ, FELIPE RIBEIRO , 1993-
SABERES TRADICIONAIS DA CACAUICULTURA E O ENSINO
DE FÍSICA: UM ESTUDO EM ÁGUIA BRANCA-ES / FELIPE
RIBEIRO POLEZ. - Seropédica, 2024.
93 f.: il.

Orientadora: Silvia Moreira Goulart.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Educação
Agrícola, 2024.

1. Etnofísica. 2. Cacaucultura. 3. Educação escolar
- Ensino Médio.. I. Goulart, Silvia Moreira , 1956-,
orient. II Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola
III. Título.

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 "This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001"



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AGRÍCOLA**



HOMOLOGAÇÃO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 3 / 2025 - PPGEA (11.39.49)

Nº do Protocolo: 23083.001913/2025-32

Seropédica-RJ, 15 de janeiro de 2025.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AGRÍCOLA**

FELIPE RIBEIRO POLEZ

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação, no Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola, Área de Concentração em Educação Agrícola.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 25/11/2024

Dra. SILVIA MOREIRA GOULART - UFRRJ
Orientadora

Dr. MARCIO DE ALBUQUERQUE VIANNA - UFRRJ
Membro interno

Dr. ISMAEL LOURENÇO DE JESUS FREITAS - CEIER/SEDU/ES
Membro externo

(Assinado digitalmente em 16/01/2025 08:02)
MARCIO DE ALBUQUERQUE VIANNA
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptTPE (12.28.01.00.00.00.24)
Matrícula: 1849562

(Assinado digitalmente em 15/01/2025 20:48)
SILVIA MOREIRA GOULART
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptTPE (12.28.01.00.00.00.24)
Matrícula: 1167899

(Assinado digitalmente em 15/01/2025 12:22)
ISMAEL LOURENÇO DE JESUS FREITAS
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 099.914.517-73

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrj.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: **3**, ano: **2025**, tipo: **HOMOLOGAÇÃO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**, data de emissão: **15/01/2025** e o código de verificação: **aef8ee258c**

AGRADECIMENTOS

“Porque Dele, e por Ele, e para Ele são todas as coisas.” Rm 11,36

Agradeço em primeiro lugar, a Deus, por ter me sustentado durante toda essa caminhada acadêmica, me nutrindo com saúde e sabedoria para enfrentar os desafios ao longo desta pesquisa. Ao Senhor, toda honra e toda glória. À minha querida orientadora, Silva, pela paciência, pelas orientações precisas e pelo incentivo constante, que foram fundamentais para a concretização deste trabalho. À minha família, que sempre esteve ao meu lado, oferecendo amor, apoio e compreensão em todos os momentos. Cada palavra de incentivo foi essencial para que eu pudesse continuar e concluir este sonho. Aos amigos que compartilharam comigo essa jornada, seja com palavras de encorajamento, companhia nos momentos de dificuldade ou celebrações das pequenas vitórias. Aos professores e colegas do PPGEA, pelas trocas de conhecimento e experiências que enriqueceram minha formação e minha vida. E, por fim, a todas as pessoas e instituições que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, o meu sincero muito obrigado.

"Dedico todas as minhas vitórias aos meus pais, que debaixo de muito sol, chuva e com as mãos calejadas, me fizeram chegar até aqui, na sombra. Este trabalho é a prova de que o amor, o apoio e os valores que vocês me deram são a base de tudo o que conquisto".

RESUMO

POLEZ, Felipe Ribeiro. **Saberes Tradicionais da Cacaucultura e o Ensino de Física: um estudo em Águia Branca -ES**. 2024. 93f. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2024

Essa pesquisa de caráter etnográfico visa conhecer as práticas agrícolas e os saberes tradicionais de famílias camponesas no contexto da cultura do cacau em Águia Branca/ES. A pesquisa buscou identificar conhecimentos da área de Física presentes nas práticas agrícolas dos agricultores e compará-los aos conhecimentos científicos. É necessário conhecer os saberes locais e trazê-los ao conhecimento público para a elaboração de políticas que valorizem a educação científica e a multiculturalidade do povo brasileiro. A pesquisa etnográfica, ao estudar os saberes tradicionais, pode tornar potencialmente significativo o processo de aprendizagem de estudantes rurais que trabalham na agricultura familiar, e contribuir para o desenvolvimento sustentável na região, considerando o pressuposto de que o conhecimento baseado no cotidiano das famílias pode influenciar o conhecimento científico e inversamente, o conhecimento científico pode influenciar os conhecimentos práticos, numa relação dialética. O pesquisador assumiu o papel de observador, totalmente imerso na realidade das famílias agrícolas de Águia Branca, durante um ano. As famílias observadas foram aquelas cujos filhos encontravam-se regularmente matriculados no Ensino Médio e trabalhavam na lavoura familiar nas horas vagas, num total de 3 (três) núcleos familiares. A coleta de dados foi conduzida através de observações e entrevistas não diretivas. Os sujeitos da pesquisa foram as famílias agrícolas que cultivam o cacau. Os informantes foram todos os atores que interagem com as famílias, incluindo os técnicos em agropecuária que fazem visitas periódicas aos agricultores. As observações foram registradas em caderno de campo e posteriormente analisadas, e a validação dos dados qualitativos ocorreu por meio da técnica de triangulação de dados, feita por entrevistas, observação e análise documental. Após visitas e observações em famílias agrícolas, percebeu-se a importância de explorar, com os estudantes, a física aplicada aos sistemas de irrigação. Essa experiência prática evidenciou a relevância da gestão eficiente da água na agricultura, mostrando como seu uso adequado pode melhorar a produtividade e minimizar desperdícios. Como proposta de ensino sobre física aplicada à irrigação, os estudantes foram incentivados a aprofundar sua compreensão dos princípios físicos do processo, com ênfase na agroecologia e na sustentabilidade dos recursos hídricos. Integrar os conhecimentos práticos das famílias agrícolas no ensino de Física é uma forma eficaz de aproximar os alunos da ciência, destacando a importância do conhecimento científico em suas realidades. Isso permite um aprendizado que incentiva a reflexão crítica e valoriza a diversidade cultural, contribuindo para a formação de cidadãos conscientes e engajados.

Palavras-chave: Etnofísica; Cacaucultura; Educação escolar - Ensino Médio.

ABSTRACT

POLEZ, Felipe Ribeiro. **Traditional Knowledge of Cacao Farming and the Teaching of Physics: A Study in Águia Branca - ES.** 2024. 93p. Dissertation (Master's in Agricultural Education). Institute of Agronomy, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2024.

This ethnographic research aims to understand the agricultural practices and traditional knowledge of rural families in the context of cacao farming in Águia Branca, ES. The study sought to identify physics-related knowledge embedded in farmers' agricultural practices and compare it to scientific knowledge. Understanding local knowledge and making it publicly known is essential for developing policies that value scientific education and the multiculturalism of the Brazilian people. Ethnographic research, by studying traditional knowledge, has the potential to make the learning process meaningful for rural students engaged in family farming and contribute to sustainable regional development. This is based on the premise that everyday family knowledge can influence scientific knowledge and vice-versa, in a dialectical relationship. The researcher assumed the role of observer, fully immersed in the reality of agricultural families in Águia Branca for one year. The observed families were those whose children were regularly enrolled in high school and worked on family farms during their free time, totaling three (3) family units. Data collection was conducted through observations and non-directive interviews. The research subjects were agricultural families cultivating cacao. Informants included all actors interacting with the families, such as agricultural technicians who periodically visited the farmers. Observations were recorded in a field journal and later analyzed, with validation of qualitative data achieved through the triangulation technique, combining interviews, observations, and document analysis. Following visits and observations of agricultural families, the importance of exploring, with students, the physics applied to irrigation systems became evident. This practical experience highlighted the relevance of efficient water management in agriculture, demonstrating how proper use can improve productivity and reduce waste. As a teaching proposal on physics applied to irrigation, students were encouraged to deepen their understanding of the physical principles underlying the process, with an emphasis on agroecology and the sustainability of water resources. Integrating the practical knowledge of agricultural families into the teaching of physics proves to be an effective way to bring students closer to science, emphasizing the significance of scientific knowledge in their realities. This approach fosters learning that encourages critical thinking and values cultural diversity, contributing to the formation of conscious and engaged citizens.

Keywords: Ethnophysics; Cacao Farming; School Education – High School.

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Agerh – Agência Estadual de Recursos Hídricos

ANA – Agência Nacional das Águas

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CEE-ES: Conselho Estadual de Educação do Espírito Santo

CEPLAC: Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira

EEEFM: Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IG: Indicação Geográfica

INCAPER: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

MPT: Ministério Público do Trabalho

OIT: Organização Internacional do Trabalho

ONU: Organização das Nações Unidas

PDI: Plano de Desenvolvimento Institucional

PNAD Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

PNUMA: Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PPGEA: Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola

PROATER: Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural

SAF's: Sistemas Agroflorestais

SEAG: Secretaria de Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca

SENAR: Serviço Nacional de Aprendizagem Rural

SI: Sistema Internacional

USDA: United States Department of Agriculture

UNIDADES DE MEDIDAS

alq: alqueire

atm: atmosfera

cm³: centímetro cúbico

cmHg: centímetros de mercúrio

g/cm³: grama por centímetro cúbico

g: grama

hec: hectare

kg/dm³: quilograma por decímetro cúbico

kg/ha/ano: quilograma por hectare por ano

kg: quilograma

km: quilômetros

m/s²: metros por segundo ao quadrado

m³/s: metro cúbico por segundo

mm: milímetros

mmHg: milímetros de mercurio

Pa: Pascal

LISTAS DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Fachada 01 da EEEFM "Professora Ana Maria Carletti Quiuqui" | 9 |
| Figura 2: Fachada 02 da EEEFM "Professora Ana Maria Carletti Quiuqui" | 9 |
| Figura 3: Mapa dos Distritos e principais comunidades do município de Águia Branca/ES, 2020. | 13 |
| Figura 4: Mudanças de cacau distribuídas do município de Águia Branca/ES. | 14 |
| Figura 5: Bloco de anotações do filho caçula da Família 01, com observações do curso sobre cacau do SENAR. | 44 |
| Figura 6: Representação do experimento de Torricelli | 64 |
| Figura 7: Representação do sistema hidráulico de Pascal..... | 66 |
| Figura 8: Representação de Empuxo..... | 67 |
| Figura 9: Representação de um fluido escoando em áreas distintas. | 68 |
| Figura 10: Nuvem de palavras gerada através das respostas dos estudantes da 3ª série 01.... | 72 |
| Figura 11: Nuvem de palavras gerada através das respostas dos estudantes da 3ª série 02.... | 73 |
| Figura 12: Aula expositiva e dialogada sobre vazão. | 74 |
| Figura 13: Montagem do sistema | 75 |
| Figura 14 e 15: Realização da Prática sobre uso eficiente da água na agricultura..... | 75 |
| Figura 16: Tabulação dos valores encontrados. | 76 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Cronograma de visitação às famílias participantes da pesquisa..... | 11 |
| Tabela 2 - Organização da Visitação às famílias participantes da pesquisa por mês..... | 12 |
| Tabela 3 - Atual situação da cultura do cacau no Município | 15 |
| Tabela 4 - Nomenclatura para identificação das famílias..... | 19 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 | Contexto da pesquisa | 2 |
| 1.2 | Problema da pesquisa..... | 3 |
| 1.3 | Pressuposto | 4 |
| 1.4 | Objetivos..... | 4 |
| 1.5 | Justificativa | 4 |
| 2 | MATERIAIS E MÉTODOS | 6 |
| 2.1 | Caracterização da Pesquisa..... | 6 |
| 2.2 | O lócus e os sujeitos da pesquisa | 7 |
| 2.3 | Instrumentos de coleta de dados | 10 |
| 2.4 | Planejamento para a observação | 11 |
| 2.5 | Caracterização do Município de Águia Branca | 12 |
| 2.6 | Caracterização das Famílias Agrícolas do Município de Águia Branca..... | 15 |
| 3 | REFERENCIAL TEÓRICO | 22 |
| 3.1 | O cacau: do contexto histórico a utilização | 22 |
| 3.2 | O cultivo do cacau: clima, solo e plantio | 24 |
| 3.3 | A irrigação dos cacauzeiros | 26 |
| 3.4 | As características do cacauzeiro | 27 |
| 3.5 | Processo produtivo: da colheita à secagem..... | 29 |
| 3.6 | Impacto social e ambiental do cultivo do cacau | 33 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 38 |
| 4.1 | O conhecimento de senso comum presente na cacauicultura das famílias agrícolas de Águia Branca - ES. | 39 |
| 4.2 | Uma proposta do ensino de Física presente nos recursos hídricos: sistemas de irrigação... 60 | |
| 4.2.1 | Princípios Físicos na Irrigação: conceitos físicos relevantes..... | 63 |
| 4.2.2 | A proposta de ensino | 69 |
| 5 | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 86 |
| 6 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 87 |

1 INTRODUÇÃO

Durante uma experiência em sala de aula numa escola do campo, me deparei com um problema relacionado ao ensino e aprendizagem de Física. Por um lado, há uma abordagem curricular tradicional, que está baseada em um currículo engessado, tratando os conteúdos de maneira precocemente abstrata e desvinculada da realidade em que o estudante se encontra, principalmente o estudante oriundo de família do campo. O contato com esses estudantes, filhos de agricultores, me fez compreender a necessidade do tratamento da Física de forma contextualizada e relacionada a fenômenos cotidianos, culturais e sociais, uma vez que no meio rural, os trabalhadores possuem uma fonte inesgotável de conhecimentos. Compreendi, além disso, que eu deveria conhecer e compreender essa realidade dos estudantes, ao iniciar o ensino de Física.

Minha atenção se voltou às práticas de cultivo do cacau, pelas famílias de estudantes do Ensino Médio, onde eu lecionava, porque no Espírito Santo, a produção de cacau ocupa o terceiro lugar a nível nacional, com uma presença significativa em 45 cidades do Estado. Dentro desse contexto, o município de Linhares, localizado a uma latitude Sul de 19° 23' 28.00" e uma longitude Oeste de Greenwich de 40° 4' 19.99", que encontra-se na região do Rio Doce, situada no estado do Espírito Santo, a uma distância de 130 km de Vitória, destaca-se como o maior produtor, responsável por 70,7% da produção total do Estado. Informações coletadas pela Secretaria de Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (SEAG) revelam que em 2023, a produção de cacau foi estimada em 13,7 mil toneladas, representando um aumento de 16,7% em comparação ao ano anterior, com uma área cultivada de 17,7 mil hectares, tornando assim, a cultura cacauzeira a força motriz para a sobrevivência das famílias agrícolas da região.

A Física, enquanto campo de conhecimento, desempenha um papel essencial nas vidas individuais, na comunidade e no nosso planeta. Sua influência é notável em uma infinidade de situações do cotidiano, abrangendo desde as mais simples, como o entendimento do movimento e repouso de objetos, até a participação mais intrincada da humanidade por meio de descobertas, inovações e o fascinante universo da inteligência artificial, e demais tecnologias.

No entanto, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento que se propõe a orientar a Educação no Brasil, está intimamente ligado a uma política neoliberal como se pode constatar nas deliberações assumidas pelos países membros durante as Conferências Mundiais de Educação para Todos (UNESCO, 1990, 2003, 2015, 2018). A BNCC descaracterizou a Física como campo de conhecimento científico dotado de epistemologia própria, a fim de “suavizar” o currículo e diminuir a repetência, a renitência e a evasão associadas à compreensão dos conceitos físicos, bem como diminuir os gastos com Educação no país. Isso resultou em um currículo mínimo para os países da América Latina e Caribe, que considera a importância de uma abordagem holística que poderia enriquecer o ensino de Física, mas ignora tópicos que são relevantes para a vida do aluno como um ser social inserido no contexto atual dessa região.

Além disso, na maior parte das escolas de Águia Branca/ES, ainda prevalece um tipo de prática pedagógica alinhada a uma abordagem tradicional do ensino, pelo que tenho observado em minha prática pedagógica. Essa abordagem torna a construção e a compreensão conceitual da Física mais difíceis de alcançar, porque o processo de ensino e aprendizagem está centrado no professor e em processo de abstração precoce dos conceitos físicos. Por isso, no âmbito do ensino das Ciências surge a dificuldade dos alunos em conectar a teoria ensinada em sala de aula com o mundo ao seu redor. Muitas vezes, os exemplos utilizados estão desconectados do seu dia a dia, o que dificulta a interação dos

alunos com o conteúdo, resultando em uma percepção da teoria como repleta de conceitos abstratos (REGINALDO, 2012). Integrar a Física com outras disciplinas, e também orientar os estudantes a perceber conceitos físicos intervenientes em fenômenos do cotidiano e em práticas ancestrais é uma abordagem pedagógica que enriquece a compreensão científica e amplia o processo de aprendizado, tornando-o significativo, de acordo com a teoria de Ausubel (1982).

Identificar esses conceitos físicos invisíveis à percepção das famílias agrícolas, que intervêm em atividades cotidianas, que estão presentes nas crenças de pessoas sobre fenômenos naturais, é um dos focos dessa pesquisa; o seu papel dentro da atividade agrícola, a sua contribuição em diferentes aspectos como o do cultivo de plantas e criação de animais, por vezes passam despercebidos por nós. Há quem lide com Física durante o dia a dia no campo, e não parece ter noção de que ela se apresenta na irrigação, na mecânica dos solos, na climatologia agrícola, fotossíntese, nas tecnologias de conservação de água e energia, sensoriamento remoto, máquinas agrícolas, armazenamento e pós-colheita, e também nos estudos de pesticidas e fertilizantes.

De maneira concisa, a Física desempenha um papel fundamental na melhoria da produção agrícola, abrangendo desde a gestão dos recursos do solo e da água até a criação de tecnologias inovadoras que visam aprimorar a eficiência e a sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

1.1 Contexto da pesquisa

De acordo com Henriques et al. (2007), os povos que vivem no campo têm direito a uma educação de qualidade que atenda e respeite seu modo de viver, de pensar e produzir.

Levar em consideração o cotidiano do educando é trazer para próximo dele aquilo que ele já domina, isso impacta diretamente na assimilação de conteúdos diversos.

De acordo com Lévi-Strauss (1989):

“os saberes dos povos tradicionais foram elaborados a partir do espírito científico que eles possuem, pois para elaborar técnicas, muitas vezes longas e complexas, que permitem cultivar sem-terra ou sem água; para transformar grãos ou raízes tóxicas em alimentos ou ainda utilizar essas toxidades para a caça, a guerra ou o ritual, não duvidamos de que foi necessária uma atitude de espírito verdadeiramente científico, uma curiosidade assídua e sempre alerta, uma vontade de conhecer pelo prazer de conhecer, pois apenas uma pequena fração das observações e experiências (sobre as quais é preciso supor que tenham sido inspiradas antes e sobretudo pelo gosto do saber) podia fornecer resultados práticos e imediatamente utilizáveis (LÉVI-STRAUSS, 1989, p.30)”.

Os filhos dos agricultores conhecem o ofício desde muito cedo, no dia a dia das plantações, das colheitas, dos transportes e com a estrutura e equipamentos às vezes construídos pelos próprios camponeses. Muitos começam a ajudar os pais ainda crianças, em pequenas tarefas, observando-os no ambiente de trabalho. Vão, assim, aprendendo o ofício, pois, futuramente, talvez deem continuidade ao sistema de produção familiar. E assim o seu espírito científico vai transformando as práticas, muitas vezes baseadas em tentativa e erro, em saberes que são passados de geração a geração.

Por outro lado, a escola do campo deveria promover o ensino contextualizado, no qual o saber fazer, ligado às práticas ancestrais das famílias camponesas, faria parte desse ambiente escolar, que demonstraria todo o seu valor por meio de uma sistematização, mediante atividades de pesquisa, ou de pesquisa-ação, envolvendo os agricultores e agricultoras no processo de ensino-aprendizado (PEREIRA, 2020).

Esse saber prático, também chamado de conhecimento do senso comum dos trabalhadores rurais, revela-se uma fonte de conhecimentos às vezes desconhecidos do mundo científico, e que precisa ser considerado. Contudo, a importância desse saber nem sempre é percebida por eles, trabalhadores, nem pela escola, e nem pela academia. Esse saber precisa ser descoberto e trazido ao conhecimento público, pois dessa forma é que ocorre a valorização desse tipo de conhecimento, relativo a uma cultura, que pode contribuir para a proposição de políticas inclusivas, que respeitem a multiculturalidade no ambiente formal de ensino.

Os trabalhadores rurais aprendem a interpretar o mundo fisicamente de forma pragmática, enquanto a escola, ao não fazer uso destes saberes e necessidades, não proporciona o espaço necessário para desenvolver o currículo de forma mais contextualizada. A compreensão e o estudo dessa diversidade cultural e histórica nos diferentes contextos, tem potencial para gerar novas abordagens pedagógicas e temas, fazendo com que o educando assuma o protagonismo de seu próprio processo de aprendizagem, e mais ainda, como partícipe da sociedade em que vive, aproximando as relações entre o indivíduo, a instituição e o sujeito e o objeto de estudo (ANACLETO, 2007).

Conforme D'Ambrosio (2013), uma das metas desse campo de conhecimento é atribuir significado aos diversos modos de conhecimento e ação presentes em diferentes culturas. Isso abrange comunidades, tribos, nações e povos que incorporam práticas matemáticas no cotidiano, como contar, medir e comparar, entre outras atividades. Essas práticas são assimiladas através de ensinamentos enraizados em suas culturas. Como resultado, fica evidente que a aquisição de conhecimento decorre da necessidade de solucionar desafios que emergem em suas experiências, gerando uma construção de conhecimento fundamentada em suas realidades particulares.

Explorar a cultura de um grupo significa imergir em sua trajetória histórica, envolver-se em eventos que evocam o passado e projetam o futuro. Isso implica compreender as razões por trás de cada passo tomado, mesmo quando equivocado, uma vez que os erros também desempenham o papel de conexão para adquirir novos aprendizados.

Segundo D'Ambrosio (2002, p. 22), o dia a dia é permeado pelos conhecimentos e práticas culturais. Constantemente, as pessoas estão envolvidas em atividades como comparação, classificação, quantificação, medição, explicação, generalização, inferência e, de alguma forma, avaliação, utilizando as ferramentas materiais e intelectuais inerentes à sua própria cultura.

1.2 Problema da pesquisa

O problema da pesquisa consiste em descobrir quais são os conhecimentos físicos na prática de famílias agrícolas no cultivo do cacau e a interação desses conhecimentos com os conhecimentos físicos aceitos pela Ciência.

É no ambiente cotidiano das famílias agrícolas de Águia Branca/ES que buscamos as respostas para esta pesquisa, pois é nele que os nossos sujeitos estão inseridos. Assim, as questões que norteiam esse trabalho são: Quais são os conhecimentos físicos presentes no dia a dia das famílias agrícolas, relativos ao cultivo do cacau? Como a identificação desses conhecimentos pode contribuir para o planejamento de um ensino de Física crítico, contextualizado, que valorize a cultura local?

1.3 Pressuposto

O conhecimento científico desempenha um papel na compreensão de fenômenos que percebemos por meio de nossos sentidos, buscando explicações lógicas que transcendam interpretações míticas do real. Também é válido reconhecer que o conhecimento prático enraizado no senso comum tem o potencial de enriquecer o conhecimento científico. É uma premissa que esses dois tipos de conhecimento interagem dialeticamente.

1.4 Objetivos

- **Geral**

Fornecer subsídios para a contextualização da aprendizagem de Física nas escolas do Município de Águia Branca/ES a partir das práticas de cultivo do cacau de famílias agrícolas.

- **Objetivos Específicos**

- ❖ Observar os pais dos estudantes da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio “Professora Ana Maria Carletti Quiuqui”, que são Trabalhadores Rurais na prática da cacauicultura;
- ❖ Observar os filhos dos trabalhadores rurais, estudantes do Ensino Médio, na prática da cacauicultura;
- ❖ Descobrir quais são os saberes da área de Física empregados pelos trabalhadores rurais do município de Águia Branca no cultivo do cacau;
- ❖ Analisar o conhecimento empírico dos trabalhadores rurais, e comparar com o conhecimento científico;
- ❖ Elaborar uma proposta de ensino (sequência didática) de Física para turmas do Ensino Médio da região.

1.5 Justificativa

Recentemente o município de Águia Branca-ES começou a investir em lavouras comerciais de Cacau. A cacauicultura ocupa uma área cultivada de 23.672 hectares no Espírito Santo, com uma produção de 5.467 toneladas de amêndoas, porém, apresenta grandes desafios em toda a cadeia produtiva. O Governo do Estado, buscando minimizar os problemas enfrentados pelos produtores rurais, lançou o Programa de Revitalização das Áreas Produtoras de Cacau do Espírito Santo (INCAPER, 2017). E a multinacional NESTLÉ inseriu programas de treinamento, compra de produção, investimento e aplicação tecnológica na área de cacau e café.

É de suma importância que a instituição escolar reconheça a importância e dê valor à diversidade, visando enriquecer as interações que ocorrem tanto internamente quanto na sociedade como um todo. Isso implica especialmente em adotar e promover políticas e práticas educacionais que deem destaque aos conhecimentos práticos e culturais trazidos pelos indivíduos oriundos de áreas rurais.

A exploração da Física aplicada à agricultura, uma disciplina praticada desde os tempos mais remotos, merece atenção acadêmica devido à sua significativa contribuição para o avanço das comunidades. Até o momento, há uma lacuna em termos curriculares, entre o conhecimento científico da Física, expresso nos livros didáticos, e os

conhecimentos cotidianos das pessoas, adquiridos nas práticas agrícolas, representando uma oportunidade valiosa para estudos multidisciplinares, contextualizados, valorizando a cultura local.

De acordo com D'Ambrosio (2002, 22), “o cotidiano está impregnado dos saberes e fazeres próprios da cultura. A todo o 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 a sua cultura.” Dessa forma, explorar a cultura de um grupo significa imergir em sua trajetória histórica, envolver-se em eventos que evocam o passado e projetam o futuro. Isso implica compreender as razões por trás de cada passo tomado, mesmo quando equivocado, uma vez que os erros também desempenham o papel de conexão para adquirir novos aprendizados.

Dentro desse contexto, a Educação do Campo influencia diretamente o ensino de Ciências/Física, adaptando-se à realidade dos estudantes que vivem no campo. Esse tipo de educação é desenvolvido considerando as necessidades e características dos alunos camponeses, sendo concebido com foco neles e direcionado a eles, conforme indicado no trecho:

Para se pensar o ensino da Física no contexto da Educação do Campo é preciso, em um primeiro momento, não pensar na Física. É necessário pensar no sujeito da aprendizagem, nas suas condições materiais e sociais, pensar os sujeitos no mundo e o mundo dos sujeitos, sua posição dentro da estrutura social e suas condições de existência – de injustiça, desigualdade e opressão. (BARBOSA, 2018, p. 193, 194)

Portanto, o ensino de Física destinado à comunidade rural precisa ser significativo (PIETROCOLA, 2001), alinhando-se com seus valores e estilo de vida. Isso envolve estabelecer conexões com seus conhecimentos, tradições e atividades laborais, capacitando-os (BARBOSA, 2018) para enfrentar os obstáculos da vida contemporânea.

A partir do incômodo exposto nessa pesquisa sobre os conhecimentos de Física das famílias agrícolas que trabalham no cultivo do cacau no município de Águia Branca/ES, desse modo, a investigação do conhecimento de uma comunidade não apenas amplia o patrimônio de sabedoria da humanidade, mas também carrega consigo implicações éticas, sociais, culturais e científicas que conferem grande relevância a esse tipo de pesquisa dentro do âmbito acadêmico e social.

Os conhecimentos tradicionais frequentemente incorporam métodos inovadores capazes de inspirar novas abordagens em campos como o da agricultura. Além disso, a exploração desses saberes tende a conscientizar sobre questões sociais, como desigualdade, discriminação, deslocamento e a preservação do patrimônio cultural, incentivando reflexões éticas e ação social. Além do mais, a pesquisa sobre os conhecimentos de grupos étnicos e culturais pode impulsionar diálogos construtivos entre culturas distintas, fomentando uma compreensão mútua e busca por harmonia.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da Pesquisa

Essa é uma pesquisa qualitativa, de tipo etnográfica.

Segundo Frederick Erickson (1986), etnografia, em sua essência, envolve a escrita a respeito de outras culturas. A origem da palavra provém do termo grego para escrita, junto ao substantivo grego "ethnos", utilizado para identificar grupos de pessoas não pertencentes à cultura grega, como társios, persas e egípcios. No final do século XIX, este termo foi criado para conferir caráter científico aos relatos que narram os modos de vida de povos não ocidentais. As monografias etnográficas se distinguiram das descrições presentes em livros escritos por viajantes, que ganharam popularidade entre os europeus ocidentais instruídos, interessados no exótico. Antropólogos perceberam os relatos de viajantes como sendo incompletos e superficiais, considerando a etnografia como uma abordagem mais abrangente e cientificamente embasada.

De acordo com Frederick Erickson (1986):

“Os objetivos centrais da descrição etnográfica na pesquisa sociolinguística são documentar e analisar aspectos específicos nas práticas da fala, de maneira que estas práticas estão situadas na sociedade em que elas ocorrem. O foco, então, está nas situações sociais de uso, nos hábitos comuns e persistentes de uso, e na organização linguística e comportamental específicas do uso em si. Na condução real da pesquisa etnográfica, coleta e análise de dados são mutuamente constituídos. Por isso, perspectivas reais que informam a análise etnográfica precisam ser discutidas, bem como os processos de observação e de criação de registros de dados sobre os quais um relato descritivo é baseado. Por esta razão, este artigo se inicia considerando a principal importância real da descrição etnográfica (ERICKSON, 1986...).

A etnografia deve ser percebida como um processo intencional de exploração direcionado por uma perspectiva, ao contrário de ser uma narração de um procedimento conduzido por uma técnica convencional ou um conjunto delas. Também não deve ser considerada um processo puramente intuitivo sem reflexão. A forma de empregar as técnicas e ferramentas de pesquisa durante o trabalho de campo é influenciada pelo questionamento intrínseco do pesquisador e moldada por sua vivência na situação de campo, além de seu conhecimento prévio sobre pesquisa antropológica.

O foco primordial da descrição etnográfica na pesquisa sociolinguística reside nos detalhes da performance contextual conforme ela naturalmente se desenrola na interação social cotidiana. A etnografia registra as ações reais das pessoas durante a comunicação verbal, capturando tanto o discurso em si como os cenários em que ocorre a utilização de formas linguísticas altamente específicas.

Foi escolhida uma abordagem de cunho qualitativo, uma vez que esta se concentra na obtenção de um entendimento aprofundado de uma realidade. Seu foco reside na revelação de aspectos únicos, intrigantes e específicos que são compartilhados por um grupo social, mas que permanecem desconhecidos pelo pesquisador. Esse tipo de abordagem visa compreender os fenômenos sociais examinados a partir da perspectiva dos sujeitos da pesquisa, ou seja, dos participantes do estudo. Para Lüdke e André (2017), a pesquisa qualitativa permite fazer inferências e deduções, bem como estabelecer relações entre opiniões e comparar informações diversas. Por esta via, o objetivo do pesquisador passa a ser a busca de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes (BOGDAN e BLIKEN; apud. LÜDKE e ANDRÉ, 2017, p. 12).

A abordagem da pesquisa qualitativa geralmente direciona seu enfoque para os elementos contextuais e culturais, com o objetivo de apreender os significados, interpretações e vivências dos participantes. Essa abordagem comumente emprega técnicas como entrevistas, observações, observações participantes, exames de documentos e análises de conteúdo para aprofundar a exploração de tópicos complexos.

O enfoque qualitativo na pesquisa, conforme delineada por Gil (2004), adota uma postura exploratória e interpretativa, visando à compreensão de fenômenos sociais dentro de seus ambientes naturais. Essa abordagem direciona sua atenção para a coleta e análise de dados descritivos e não quantitativos. Seu principal propósito reside na apreensão das perspectivas, significados, crenças, e valores dos grupos sociais, proporcionando um entendimento mais aprofundado dos fenômenos a serem observados.

A análise qualitativa depende de muitos fatores, tais como a natureza dos dados coletados, a singularidade dos grupos sociais de interesse, os instrumentos de pesquisa e os pressupostos teóricos que norteiam a investigação. Pode-se, no entanto, definir esse processo como uma sequência de atividades, que envolve a redução dos dados, a categorização desses dados, sua interpretação e a redação do relatório.

Em termos de propósitos, este estudo é classificado como descritivo. Essa classificação se justifica pelo enfoque na análise e descrição de um fenômeno específico: a interação entre os conhecimentos práticos das famílias rurais e os conhecimentos científicos adquiridos por seus filhos.

Devido à variedade de ferramentas disponíveis e às particularidades inerentes a esta pesquisa, será adotada a técnica da triangulação de fontes. Uma vez que as informações a serem adquiridas, serão por meio da pesquisa de campo, feita por meio da escuta e participação dos pais, estudantes e a observação direta.

De acordo com Gil (2004), a triangulação de fontes na pesquisa compreende a incorporação de múltiplas fontes de dados ou informações. Isso é realizado com o objetivo de aprimorar a validade e a confiabilidade dos resultados obtidos. Essa abordagem envolve a avaliação da coerência e convergência das informações originárias de diferentes fontes, enriquecendo a compreensão do fenômeno investigado. Gil (2004) ressalta que essa técnica fortalece as conclusões ao confrontar diversas perspectivas e prevenir a dependência exclusiva de uma única fonte de informação.

Para viabilizar a investigação das respostas à pergunta central que norteia esta pesquisa dentro do período estabelecido para a conclusão do programa de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola (PPGEA), foram direcionados os esforços para compreender os conhecimentos relacionados à produção de cacau por parte das famílias rurais e a identificação de conceitos físicos intervenientes nas práticas agrícolas no seu dia a dia. Essa temática foi selecionada como um exemplo em virtude da ascensão do cultivo de cacau no município de Águia Branca. Além disso, é crucial ilustrar a conexão entre o conhecimento cotidiano e o conhecimento científico no âmbito da realidade local, utilizando um exemplo tangível.

Assim, no âmbito da pesquisa qualitativa, foram empregados métodos como observação, entrevistas não estruturadas e registros em diário de campo. Além disso, foram utilizadas câmeras digitais para a captura de imagens e gravações em vídeo das atividades sob investigação, perante autorização das famílias participantes.

2.2 O lócus e os sujeitos da pesquisa

Essa investigação se desenvolverá no Município de Águia Branca/ES. Os sujeitos da pesquisa são as famílias agrícolas da região, proprietárias de terras, que se dedicam ao cultivo

do cacau e têm filhos estudantes no Ensino Médio, que também trabalham junto aos pais.

A população de Águia Branca é caracterizada pela diversidade cultural e valores, abrangendo jovens de famílias agrícolas, comerciantes, funcionários públicos e trabalhadores autônomos. Segundo dados fornecidos pela Secretaria de Educação do Estado do Espírito Santo, a população estudantil pertencente é composta por jovens de várias partes e comunidades do município, sendo 52% da área urbana e 48% da zona rural.

A EEEFM Professora Ana Maria Carletti Quiuqui foi estabelecida em 1966 pelos padres combonianos, através das Obras Sociais São José, dando origem ao "Ginásio Águia Branca". Com o encerramento das Obras Sociais, a escola foi incorporada pelo Governo do Estado, transformando-se em uma Escola Estadual. Posteriormente, devido a mudanças na legislação, passou a ser denominada Escola de 1º Grau Águia Branca.

No ano de 1975, foi introduzido o Curso Técnico em Contabilidade. Em 1978, foi estabelecida a Escola de 1º e 2º Graus Águia Branca, assumindo o acervo e a clientela da Escola de 1º Grau com o mesmo nome. Em 1986, foi incorporado ao Ensino Fundamental (séries iniciais e finais). No ano seguinte, em 1987, o Curso de Habilitação para o Exercício do Magistério em 1º Grau foi introduzido para atender aos interesses da comunidade escolar. Em 1989, a EPSG Águia Branca integrou os alunos da EPG Professor Cabral, com turmas de Pré-Escola e 1ª a 4ª séries.

Em 1990, a escola obteve sua própria sede, equipada com as instalações necessárias para seu funcionamento. No ano de 2001, devido ao aumento da demanda, o Governo do Estado construiu um anexo, que atualmente abriga a sala dos professores, sala da Direção, duas salas de aula, uma espaçosa sala de Leitura, um laboratório de Ciências, além de outras áreas usadas para diversos fins. O Ensino Médio foi introduzido em 2002, validado em 2009 e aprovado em 2012.

Recentemente, a EEEFM Professora Ana Maria Carletti Quiuqui passou por uma mudança de nomenclatura. Através da Lei Nº 10.917 de 05/11/2018, publicada no Diário Oficial em 06/11/2018, a escola oficializou a mudança de nome de EEEFM Águia Branca para EEEFM Professora Ana Maria Carletti Quiuqui, por meio da resolução CEE-ES Nº 5.221/2019 de 25/03/2019, publicada no Diário Oficial em 02/04/2019.

A Escola adota uma abordagem educacional centrada no aluno, que busca a integração completa do indivíduo em suas interações interpessoais, não se limitando apenas à sua experiência escolar. Sua principal finalidade é criar um ambiente que facilite a aprendizagem do aluno, possibilitando que ele desenvolva sua capacidade de aprender autonomamente, promovendo seu crescimento intelectual e emocional.

Na EEEFM "Professora Ana Maria Carletti Quiuqui", a abordagem educacional incentiva a participação ativa do aluno no processo de aprendizagem, com o professor atuando como um guia para suas descobertas. A escola tem o compromisso de oferecer educação de qualidade, formando cidadãos conscientes de seus deveres e direitos, capacitados a agir de maneira autônoma e responsável na construção de suas trajetórias e contribuindo para uma sociedade mais justa, fraterna e feliz.

A escola proporciona um ambiente seguro e confortável para os estudantes. A população estudantil é composta por jovens de várias partes e comunidades do município, sendo 52% da área urbana e 48% da zona rural. A população de Águia Branca é caracterizada pela diversidade cultural e valores, abrangendo jovens de famílias agrícolas, comerciantes, funcionários públicos e trabalhadores autônomos. A escola se compromete a fornecer oportunidades para que os alunos construam conhecimentos relevantes, levando em consideração suas aspirações, necessidades, valores e limitações, visando ao crescimento cognitivo por meio de atividades variadas, pesquisa, trabalho de campo e projetos, buscando melhorar a qualidade de vida dos alunos e suas famílias.

Figura 1 e 2: Fachada da EEEFM "Professora Ana Maria Carletti Quiuqui"



Figura 1: Fachada 01 da EEEFM "Professora Ana Maria Carletti Quiuqui"



Figura 2: Fachada 02 da EEEFM "Professora Ana Maria Carletti Quiuqui"

De acordo com o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), a escola adota os quatro pilares da educação do século XXI. Ela acredita em uma abordagem educacional que abrange todas as dimensões do indivíduo, incluindo as cognitivas, sociais, emocionais, físicas, políticas e culturais. Essa abordagem se baseia em um conjunto de conhecimentos fundamentais representados pelas noções de SER, CONHECER, FAZER e CONVIVER, que formam a base das relações entre os objetivos de aprendizagem, os direitos educacionais, as competências e as habilidades.

Refletindo a filosofia educacional da escola, os valores adotados têm como objetivo:

- Promover uma educação holística, que busca o desenvolvimento integral do indivíduo, compreendendo todas as suas dimensões de forma abrangente.
- Comprometer-se com uma educação inclusiva, que garanta a todos o direito de acesso, permanência e aprendizado.
- Reconhecer a criança, o adolescente, o jovem e o adulto como sujeitos de aprendizagem, dotados de direitos e responsabilidades, capacitados a se realizar plenamente em todas as suas facetas através do conhecimento, autonomia e potencialidades.

- Abraçar uma educação orientada para o desenvolvimento de competências que vão além do domínio do conhecimento teórico, englobando também habilidades e atitudes essenciais para navegar, atuar e intervir no mundo de maneira eficaz.

A Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Professora Ana Maria Carletti Quiuqui direciona seus esforços no desenvolvimento do trabalho pedagógico, promovendo a adoção de metodologias de ensino que têm a capacidade de explorar as habilidades dos estudantes. Uma variedade de abordagens metodológicas é empregada, visando alcançar diversos grupos de aprendizagem. Entre essas estratégias estão as metodologias dedutivas, como aulas expositivas, trabalhos em grupo e pesquisas. Essas metodologias partem do pressuposto de que o professor introduz primeiro a teoria, e então os alunos a aplicam em contextos mais específicos.

Buscando uma abordagem educacional inovadora, a escola também adota metodologias que colocam o aluno no papel principal, enfatizando seu envolvimento direto, participativo e reflexivo no processo de aprendizagem. Isso inclui práticas como a sala de aula invertida, rotação por estações e grupos de estudos heterogêneos, entre outras.

No desenvolvimento do trabalho pedagógico, a escola prioriza a implementação dos quatro pilares fundamentais propostos pela Educação para o Século XXI: aprender a conhecer, aprender a viver juntos, aprender a conviver e aprender a fazer. Acredita-se que esses pilares atuam de maneira interdependente para sustentar a abordagem pedagógica. O entendimento é que eles servem como base para aprimorar os resultados de aprendizagem dos adolescentes e jovens, elevando a qualidade de sua formação, promovendo o crescimento e o desenvolvimento pessoal de forma abrangente.

Um grupo composto por três famílias agrícolas típicas da região, foi selecionado como alvo dessa investigação, formado a partir de uma triagem feita com os estudantes do Ensino Médio que são filhos de produtores de cacau e que trabalham na roça com os familiares, ou que tenham algum contato muito próximo com a produção cacaueira da família. Neste levantamento, verificou-se que de um total de 201 estudantes de Ensino Médio de uma escola pública local, 26 estudantes têm relação direta com o cultivo do cacau. Para o bom andamento e viabilidade da duração de pesquisa durante os 24 meses, serão sujeitos, participantes nesta pesquisa as três famílias desses estudantes.

Além desses, teremos como informantes todas as pessoas da comunidade, organizações de classe locais, e os Técnicos em Agropecuária que visitam periodicamente as famílias.

2.3 Instrumentos de coleta de dados

Os dados foram obtidos por meio de visitas realizadas às famílias agrícolas e às suas propriedades rurais, situadas no município de Águia Branca, Espírito Santo.

Sendo assim, os dados e informações sobre os saberes de Física na condução dos tratos culturais do cacau, foram obtidos por meio de observações, entrevistas, relatos/narrações a partir de grupo focal.

Segundo Minayo (1994), a entrevista focaliza a obtenção de informações por meio da comunicação verbal individual, a qual expõe elementos estruturais, sistemas de valores, normativas e símbolos, e comunica, por intermédio de um representante, as representações de grupos específicos.

As entrevistas foram semiestruturadas, sendo essa uma técnica comum de coleta de dados qualitativos em pesquisas sociais e estudos qualitativos segundo Minayo (Idem). Nesse tipo de entrevista, o pesquisador possui um roteiro ou uma lista de tópicos a serem abordados, mas as perguntas não são rigidamente definidas ou sequenciadas como em entrevistas

estruturadas. Em vez disso, o pesquisador tem a flexibilidade de ajustar as perguntas e a profundidade da discussão de acordo com as respostas fornecidas e as necessidades específicas do entrevistado.

Um outro instrumento importante foi a análise documental, feita a partir da cartilha do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), que recebeu o título de: Cacau: produção, manejo e colheita, publicada em 2018 e que serviu como base científica para este estudo.

Destaco aqui, a importância do caderno de campo, que desempenhou um papel fundamental na coleta, organização e seleção de informações essenciais para garantir o alcance dos objetivos.

Lüdke e André (1986) destacam desafios na realização de anotações durante a observação, especialmente em situações em que o observador também participa, o que pode prejudicar a interação com o grupo. Assim, foram feitas anotações resumidas enquanto estivemos nas propriedades, reservando a elaboração de um relato detalhado das observações para momentos próximos, de preferência imediatamente após deixar a propriedade, a fim de evitar esquecimento e conseguir um registro fidedigno das informações obtidas, e não esquecer de nenhum detalhe.

Outro instrumento utilizado para a obtenção de dados primários foram as conversas com o grupo familiar, tipo grupo focal, incorporadas à pesquisa como uma abordagem valiosa para a coleta de dados qualitativos e a obtenção de uma compreensão aprofundada da cultura e das práticas agrícolas.

2.4 Planejamento para a observação

Durante a etapa inicial da pesquisa, foi realizada uma observação de cinco meses nas propriedades das três famílias, alvo desta pesquisa, sendo visitadas três vezes na semana (segunda, quarta e sexta-feira), conforme o cronograma abaixo:

Tabela 1 - Cronograma de visitação às famílias participantes da pesquisa
CRONOGRAMA DE VISITA ÀS FAMÍLIAS

| FAMÍLIAS | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ |
|------------|--|--|--|--|--|
| F01 | Visita 01 Observações: Visita 02 Observações: Visita 03 Observações: | Visita 01 Observações: Visita 02 Observações: Visita 03 Observações: | Visita 01 Observações: Visita 02 Observações: Visita 03 Observações: | Visita 01 Observações: Visita 02 Observações: Visita 03 Observações: | Visita 01 Observações: Visita 02 Observações: Visita 03 Observações: |
| F02 | Visita 01 Observações: Visita 02 Observações: Visita 03 Observações: | Visita 01 Observações: Visita 02 Observações: Visita 03 Observações: | Visita 01 Observações: Visita 02 Observações: Visita 03 Observações: | Visita 01 Observações: Visita 02 Observações: Visita 03 Observações: | Visita 01 Observações: Visita 02 Observações: Visita 03 Observações: |
| F03 | Visita 01 Observações: Visita 02 Observações: | Visita 01 Observações: Visita 02 Observações: | Visita 01 Observações: Visita 02 Observações: | Visita 01 Observações: Visita 02 Observações: | Visita 01 Observações: Visita 02 Observações: |

| | | | | | |
|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | Visita 03 Observações: | Visita 03 Observações: | Visita 03 Observações: | Visita 03 Observações: | Visita 03 Observações: |
|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|

As visitas foram organizadas de acordo com a tabela abaixo:

Exemplo: Visitação à Família 01 em Agosto:

Tabela 2 - Organização da Visitação às famílias participantes da pesquisa por mês

| | | |
|-----------|-----------|-------------|
| Visita 01 | Semana 01 | Terça-feira |
| Visita 02 | Semana 02 | Terça-feira |
| Visita 03 | Semana 03 | Terça-feira |

As observações pertinentes a cada família compuseram o corpo do texto, juntamente com as análises feitas, foi exposta a cada família que caso elas identificassem alguma situação-problema dentro de sua cadeia produtiva, esta seria discutida nesta pesquisa, comparando o que foi feito por elas e por seus filhos com o conhecimento científico.

O objetivo foi identificar dentro da atividade cacauieira, a Física que passa despercebida pelos produtores, e se esses sujeitos têm consciência disso. Além disso, de explorar as oportunidades de compartilhamento de conhecimento nesse ambiente.

2.5 Caracterização do Município de Águia Branca

Altair Malacarne (2002), expressa que antes do início da década de 1920, a região que agora é o município de Águia Branca era uma área coberta por densas florestas e habitada por comunidades indígenas, incluindo os Aimorés e Goitacazes. Foi somente em 1925 que os primeiros pioneiros começaram a estabelecer residência nas terras que mais tarde se tornaria a sede de Águia Branca. Um marco importante na colonização da região ocorreu em 1925, quando Florentino Avidos, que foi Presidente do Espírito Santo de 1924 a 1928, inaugurou a ponte sobre o rio Doce, em Colatina. Esse evento marcou o início efetivo do processo de colonização da área. Logo em seguida, foram aprovadas as leis 1.472 e 1.490, que ofereciam incentivos para aqueles que desejavam cultivar novas terras na região.

Em 6 de outubro de 1928, foi firmado um contrato de colonização com a Towarzystwo Kolonizacyjna, uma organização polonesa, com o objetivo de trazer colonos poloneses para o norte do Estado, uma área que estava em disputa com o estado de Minas Gerais (MALACARNE, A 2002).

Conforme Altair Malacarne descreve em seu livro "Águia Branca – uma rapsódia polono brasileira na selva capixaba", o nome "Orzel Bialy" significa "Águia Branca" em polonês, que é um símbolo nacional polonês com raízes na Idade Média. Quando a primeira leva de colonos poloneses chegou à região, eles receberam um pequeno livro de regras com o título "Orzel Bialy", que serviu como nome para o núcleo de colonização e permanece até os dias de hoje.

Malacarne também destaca que Águia Branca é o resultado de um encontro cultural e étnico diversificado, que teve início durante o período de colonização eslava. A mistura de

culturas, incluindo a dos habitantes originais, os caboclos, e dos colonos poloneses, criou uma comunidade única. Posteriormente, outros grupos étnicos, como os alemães e, em maior número, os italianos, se juntaram à população, contribuindo para a diversidade cultural da região. Além disso, Águia Branca continuou a receber migrantes de outros estados brasileiros, com a maioria vinda de Minas Gerais, seguida pela Bahia, Rio de Janeiro e São Paulo. Essa diversidade étnica e cultural é uma característica marcante da população de Águia Branca.

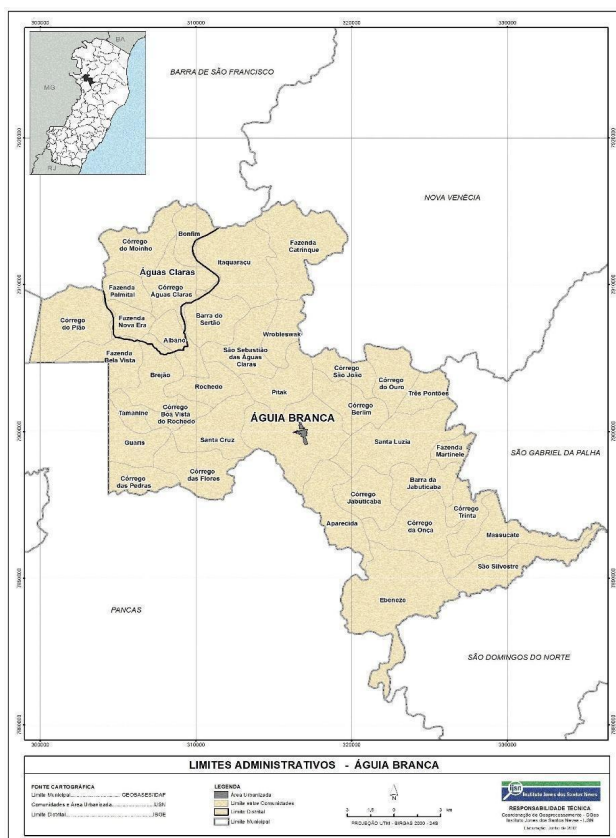


Figura 3. Mapa dos Distritos e principais comunidades do município de Águia Branca/ES, 2020.

Águia Branca situa-se geograficamente a uma latitude sul de 18°59'01" e uma longitude oeste de 40°44'22", na região noroeste do estado do Espírito Santo. Localiza-se a uma distância de 219 km da capital do estado, Vitória. O município abrange uma extensão territorial de 450,40 km² e faz fronteira com os municípios de Barra de São Francisco, Nova Venécia, São Gabriel da Palha, São Domingos do Norte, Pancas e Mantenópolis. Sua localização enquadra-se na área da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (PROATER, 2020). Ocupa uma área física de 450,4 km² e conta com uma população de 9711 habitantes (IBGE, 2021).

A economia do município de Águia Branca é centrada principalmente no setor agropecuário, no qual se destacam diversas atividades rurais tanto agrícolas como não agrícolas. Entre essas atividades estão a produção de café, cacau, pimenta do reino, banana, manga, feijão, milho, mandioca, abóbora e cana-de-açúcar. Especificamente, as cinco primeiras desempenham um papel crucial na economia local, impulsionando a criação de empregos e a geração de renda. As demais atividades desempenham um papel vital na alimentação e funcionam, em grande parte, como atividades de subsistência (PROATER, 2020).

De acordo com o INCAPER, o cultivo de café destaca-se especialmente, abrangendo praticamente todo o território municipal e servindo como o alicerce principal da atividade agropecuária em Águia Branca. O cacau e a pimenta do reino estão emergindo como cultivos de importância crescente nos últimos anos, buscando contribuir para a diversificação e a sustentabilidade econômica das propriedades rurais na região.

Conforme a SEAG, com o intuito de fomentar a produção de cacau entre as famílias do município de Águia Branca, a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural recentemente distribuiu o primeiro lote de 100 mil mudas enxertadas de cacaueiros por meio de um Processo Seletivo. Cada produtor pode adquirir as mudas por um valor simbólico de R\$1,00 por unidade, o que representa uma economia significativa, uma vez que essas mudas podem custar até R\$7,00 no mercado convencional. O limite de retirada estabelecido é de até mil mudas por produtor, de acordo com a quantidade previamente solicitada no momento da inscrição.



Figura 4. Mudanças de cacau distribuídas do município de Águia Branca/ES.
Fonte: Prefeitura Municipal de Águia Branca, 2020.

Segundo dados do IBGE (2017), a atividade agropecuária representa cerca de 31,34% do Produto Interno Bruto (PIB) do município, conforme mostrado na Tabela 3. A renda per capita é estimada em R\$1.600,94. Aproximadamente 43,90% da população do município está envolvida em ocupações relacionadas à agropecuária.

O INCAPER destaca que no âmbito agroindustrial, algumas famílias com habilidades específicas enfrentam desafios, especialmente no que se refere à comercialização. A falta de certificação tem se mostrado como um obstáculo para a entrada desses produtos no mercado formal. Adicionalmente, existem empresas engajadas na extração de granito, desempenhando um papel fundamental na sustentabilidade econômica. Essas empresas não só geram receita, mas também fornecem empregos e renda tanto para a população urbana quanto rural, contribuindo significativamente para a economia local.

A economia predominante no município de Águia Branca está centrada no setor agropecuário, com foco nas principais atividades rurais, tanto agrícolas quanto não agrícolas. Entre essas atividades estão a produção de café, cacau, pimenta do reino, banana, manga, feijão, milho, mandioca, abóbora e cana-de-açúcar. As cinco primeiras desempenham um papel vital na dinâmica econômica local, representando uma parcela significativa dos empregos e da renda gerada no município. As demais atividades têm um papel fundamental na garantia de suprimentos alimentares e, em sua maioria, operam como fontes de subsistência, como informa o INCAPER.

De acordo com o Censo Agropecuário de 2017, os principais produtos cultivados temporariamente no município, além do café, são o cacau, a pimenta-do-reino, a banana, o coco e a laranja.

Atualmente, segundo o INCAPER as plantações de cacau e pimenta-do-reino estão expandindo, com suas áreas de cultivo e produção aumentando de forma gradual. O cacau representa 2,24% das culturas permanentes do município, enquanto a pimenta-do-reino corresponde a 1,85%.

A tabela abaixo apresenta a atual situação da cultura do cacau, de acordo com o Censo Agropecuário de 2022.

Tabela 3 - Atual situação da cultura do cacau no Município

| | | |
|---|---------|--------------------------|
| o de estabelecimentos agropecuários com 50 pés e | 173 | estabelecimen tos |
| idade produzida nos estabelecimentos agropecuários pés e mais. | 61 | Toneladas |
| o de pés existentes nos estabelecimentos uários com 50 pés e mais. | 99 | (x 1000) unidad es |
| os estabelecimentos agropecuários com 50 pés e mais. | 134 | Hectares |
| lhida nos estabelecimentos agropecuários com 50 pés | 98 | Hectares |
| a produção nos estabelecimentos agropecuários com e mais. | 423,539 | (x 1000) R\$ |

2.6 Caracterização das Famílias Agrícolas do Município de Águia Branca

Os núcleos familiares participantes desta pesquisa, são compostos por pai, mãe e filhos. Caracterizando cada uma destas, temos a seguinte organização:

- FAMÍLIA 01: Pai e mãe, estão inseridos diretamente no processo da cultura do cacau, e outras atividades agrícolas na propriedade (cultura do café, banana, mandioca e produção leiteira). A primogênita da família, a filha

mais velha (21 anos) é bancária, o segundo filho (19 anos) trabalha na lida da fazenda com os pais, se dedicando mais a produção leiteira, e o terceiro filho (17 anos), estudante da 3ª série do ensino médio, trabalha diretamente com os pais na cultura do cacau. As propriedades da família estão inseridas em terrenos bem acidentados, que variam de fácil, médio e difícil acesso, sendo de aproximadamente 20 alqueires (alq).

- **FAMÍLIA 02:** Composta por pai, mãe e três filhos. O patriarca é o principal personagem na cultura do cacau. Mãe e filhos auxiliam no processo desse cultivo. Os filhos, o primogênito (22 anos) trabalha na propriedade com os pais, na produção de café e demais atividades agrícolas, e a filha (17 anos) que é estudante da 3ª série do ensino médio, atua cooperando na colheita e quebra do fruto do cacau, e o caçula (14 anos) após os estudos, auxilia os demais nas necessidades da família. As principais fontes de renda da família, são a roça (plantam, colhem e vendem café, cacau e banana), e o pai recebe um benefício de aposentadoria por idade. Moram na própria terra, onde a propriedade mede cerca de 3 hectares (ha). A família trabalha sozinha na propriedade, não havendo nenhum empregado ou diarista. Na propriedade não existe nenhum tipo de galpão, silos, currais, somente uma tulha, usada para armazenagem das colheitas.

Uma tulha ou paiol, consiste em um local específico ou uma estrutura projetada para o armazenamento de produtos agrícolas, especialmente grãos e cereais, como milho, feijão e arroz, entre outros. Geralmente, sua construção envolve o uso de materiais como madeira, bambu ou alvenaria, com características que permitem uma adequada ventilação para preservar os alimentos armazenados. As tulhas podem apresentar uma variedade de tamanhos e formatos, abrangendo desde pequenas estruturas domésticas até grandes armazéns empregados em propriedades rurais ou cooperativas agrícolas. Essas estruturas desempenham um papel essencial na conservação dos alimentos e na administração da produção agrícola, contribuindo para assegurar a segurança alimentar e o abastecimento das comunidades.

- **FAMÍLIA 03:** Aqui, a família está organizada em pai, mãe e três filhos. Onde todos estão ligados diretamente com a produção agrícola, sendo destaque na propriedade o café e o cacau. Os pais possuem somente o ensino fundamental completo, o filho mais velho (17 anos) está cursando a 3ª série do Ensino Médio, a filha do meio, cursa o 8º ano do ensino fundamental e a filha caçula está no 6º ano do ensino fundamental. A renda da família está centrada na agricultura, mais precisamente no cacau, a matriarca além de ajudar na propriedade, trabalha como faxineira em casas próximas a sua região, e o patriarca dessa família também recebe um benefício de aposentadoria por idade. A propriedade agrícola mede aproximadamente 5 alqueires (alq), o que corresponde aproximadamente a 3,02 hectares (ha). Apresentando ali, uma policultura voltada para a cultura do café, cacau, banana e de variadas árvores frutíferas. A casa onde a família mora é cedida. Esta família trabalha como parceiro agrícola. Sistema onde o beneficiário exerce atividades agrícolas no terreno e reparte uma porcentagem predefinida da sua colheita com o fornecedor. No contexto das parcerias agrícolas que estão ativas nas áreas rurais do Espírito Santo, principalmente na cafeicultura, a divisão equivale a 50% da colheita, não se

baseando nos lucros. É dessa partilha de metade da produção que surge o termo "meeiro". Essa expressão é usada para designar os beneficiários parceiros da região norte do estado do Espírito Santo.

“A prática da parceria teria, portanto, na sua origem, tem uma função bem específica: configurar-se como um procedimento racional de levar as empresas agrícolas a produzir lucro” (FOERSTE, 2005, p. 55).

A prática da parceria agrícola emergiu como uma alternativa durante a crise do sistema feudal, adotada como uma estratégia para aumentar a produção e, por conseguinte, gerar lucros para os donos das propriedades. Os primeiros registros das experiências de parcerias no âmbito rural indicam que elas surgiram e funcionaram como uma base durante a transição do feudalismo para o capitalismo, constituindo uma forma inicial de exploração agrícola da terra.

As formas pioneiras de parceria, portanto, foram utilizadas como meio de resolução de problemas sociais e econômicos, que requeriam já naquela época uma soma de esforços de diferentes setores da sociedade. Era interesse básico dinamizar a produção no campo para obtenção de lucro (FOERSTE, 2005, p. 52- 53).

O estudo etnográfico sobre a cultura do cacau nas famílias agrícolas de Águia Branca, no Espírito Santo, foi empreendido mediante uma abordagem metódica e sensível, fundamentada nos princípios da observação participante e do diálogo intercultural.

Inicialmente, munido de um propósito ético e científico, foi estabelecido laços de confiança e respeito mútuo com os membros dessas famílias. Este contato inaugural se deu por meio de um processo gradual, pautado no reconhecimento da importância das tradições locais e na valorização do conhecimento empírico dos habitantes locais, buscando inserir-se organicamente no contexto sociocultural das famílias agrícolas, participando de suas rotinas, celebrações e interações cotidianas, assim se deu o contato para as visitas serem realizadas com êxito.

Assim, mediante um envolvimento genuíno e respeitoso com as famílias dos estudantes agricultores de Águia Branca, o pesquisador pode não apenas acessar informações relevantes sobre a cultura do cacau, mas também compreender as nuances mais sutis de suas práticas agrícolas, rituais culturais e sistemas de crenças.

O acolhimento das famílias para este estudo primou pela delicadeza, respeito e compreensão das dinâmicas locais. Foi estabelecida uma abordagem sensível, na qual o pesquisador se inseriu no meio, como um professor que busca informações sobre a cultura desenvolvida pela família, para melhor trabalhar os conceitos físicos desta cultura em sala de aula, podendo assim, construir laços de confiança e empatia com os membros dessas famílias.

O pesquisador se coloca como aprendiz, pronto não apenas para coletar dados, mas principalmente para escutar e aprender com as experiências e saberes das famílias agrícolas. Esse processo envolveu uma imersão gradual no cotidiano dessas comunidades, participando de suas atividades diárias, compartilhando de suas tradições e estabelecendo diálogos abertos e francos, demonstrando um profundo respeito pela cultura local, valorizando as práticas ancestrais relacionadas ao cultivo do cacau e reconhecendo a importância desses conhecimentos para a preservação da identidade cultural da região. Essa postura respeitosa e colaborativa contribuiu para estabelecer um ambiente de confiança mútua, no qual as famílias agrícolas se sentiram confortáveis em compartilhar suas vivências e perspectivas.

Essa abordagem empática e participativa permitiu não apenas a coleta de dados objetivos para análise, mas também a criação de laços afetivos e a construção de uma

narrativa compartilhada entre o pesquisador e as famílias agrícolas, enriquecendo assim o entendimento sobre a cultura do cacau em Águia Branca, Espírito Santo.

Durante a fase inicial do estudo etnográfico, foram observadas três famílias dos estudantes, selecionadas no levantamento feito em sala de aula, ao longo de um período de cinco meses, compreendido entre agosto e dezembro de 2023. O objetivo era investigar algumas das práticas agrícolas adotadas por essas famílias, bem como compreender a dinâmica das relações familiares dos participantes desta pesquisa em seu ambiente doméstico. Além disso, buscava-se identificar as possibilidades de troca de conhecimentos dentro desse contexto familiar.

Durante esse período de observação, foi possível explorar os saberes e práticas das famílias agrícolas relacionados ao cultivo do cacau, focando especialmente a compreensão da física envolvida nesse processo. Por meio de diálogos abertos e participativos, o pesquisador buscou compreender como os agricultores aplicavam os princípios físicos em suas atividades cotidianas, desde o preparo do solo até a colheita e processamento do cacau.

Essa abordagem permitiu não apenas a identificação dos conhecimentos empíricos e tradicionais dessas famílias em relação à física do cultivo do cacau, mas também a valorização desses saberes como parte integrante da cultura local. Ao mesmo tempo, a interação com o participante e sua família proporcionou insights valiosos sobre as dinâmicas familiares e as formas como o conhecimento é transmitido e compartilhado dentro desse contexto específico.

A pesquisa etnográfica ofereceu uma oportunidade única de mergulhar na vida dessas famílias, permitindo uma compreensão abrangente não apenas dos aspectos técnicos ligados ao cultivo do cacau, mas também das complexidades sociais e culturais que moldam suas práticas agrícolas e interações familiares.

Além disso, a pesquisa etnográfica permitiu uma compreensão mais profunda das relações familiares e comunitárias que permeiam o ambiente agrícola. Os pesquisadores puderam observar de perto como o conhecimento sobre o cultivo do cacau é transmitido de geração em geração, o papel das tradições e crenças locais na tomada de decisões agrícolas e como as dinâmicas familiares influenciam o trabalho no campo.

Essa abordagem holística revelou a interconexão entre os aspectos técnicos, sociais e culturais do cultivo do cacau, enriquecendo assim a compreensão sobre a vida e as práticas das famílias agrícolas de Águia Branca. Essa compreensão mais completa não apenas contribui para o avanço do conhecimento científico sobre a cultura do cacau, mas também pode fornecer insights relevantes para o desenvolvimento de políticas e intervenções que promovam o bem-estar dessas comunidades agrícolas.

Dessa forma, a pesquisa etnográfica possibilitou uma imersão profunda na vida dessas famílias agrícolas, revelando não apenas aspectos técnicos do cultivo do cacau, mas também aspectos sociais e culturais que permeiam suas práticas agrícolas e relações familiares.

Durante todo o processo de visita feita nessas famílias, nos deparamos com algumas dificuldades em relação a compreensão deste estudo, por parte de alguns componentes desses núcleos familiares. E para um melhor entendimento, da exposição das dificuldades ao longo do caminho, usaremos as nomenclaturas para a identificação das famílias:

Tabela 4 - Nomenclatura para identificação das famílias

| | |
|---------------------------|----------|
| Família 01 / Estudante 01 | F01/ E01 |
| Família 02 / Estudante 02 | F02/ E02 |
| Família 03 / Estudante 03 | F03/ E03 |

Em relação a aceitação da família para uma conversa sobre a cultura do cacau:

- **F01:** A abordagem da família para uma conversa sobre a cultura do cacau foi recebida com uma mistura de lisonja e cautela. Por um lado, os membros da família se sentiram lisonjeados por terem sido lembrados e reconhecidos pela importância de seu conhecimento e experiência no cultivo do cacau. Sentiram-se honrados por compartilhar suas vivências e tradições com os pesquisadores. No entanto, o pai da família manifestou um certo nível de desconfiança, talvez devido a experiências passadas ou à preocupação com as intenções por trás da pesquisa. Sua reserva reflete a importância de abordagens sensíveis e transparentes ao conduzir estudos etnográficos, respeitando as perspectivas e preocupações das comunidades envolvidas.
- **F02:** A família acolheu com gratidão e importância a oportunidade de participar de uma conversa sobre a cultura do cacau, sentindo-se valorizada pelo interesse demonstrado pelos estudantes. A percepção de serem lembrados e reconhecidos pela sua conexão com o cultivo do cacau trouxe um senso de orgulho e relevância para eles, ressaltando a importância de preservar e compartilhar suas tradições. No entanto, o irmão mais velho e o caçula mostraram alguma resistência e dificuldade em compreender a relação entre a cultura do cacau e a física, bem como a relevância de trazer esse conhecimento para a sala de aula. Aqui, se observa que o ensino fora da realidade do estudante, talvez seja um dos pilares da falta de compreensão em relação a importância do estudo, destaco ainda uma pergunta feita pelo filho caçula, que é estudante do 9º ano, de uma escola municipal, situada na zona rural do município de Águia Branca, que partilhamos durante este primeiro contato:

Irmão caçula: *Porque vocês estão estudando sobre o cacau, se a escola da minha irmã é na cidade?*

A questão nos deixou surpresos, porém como pesquisador, já estava me preparando para encontrá-la ao longo das visitas. Prontamente deixei explícito de que estudaremos sobre o cacau, na disciplina eletiva, abordando não apenas pela sua importância agrícola, mas também por sua relevância cultural e histórica, e mostrando que o conhecimento que seus avós passaram ao seus pais, em relação a cultura do cacau, são de grande importância para a ciência, que no nosso caso, chamamos de Física. Mesmo que a escola seja na cidade, o cacau é uma parte significativa da identidade regional e nacional, e compreender sua cultura e impacto econômico é essencial para uma educação ampla e contextualizada. Além disso, aprender sobre diferentes aspectos da agricultura, como o cultivo do cacau, pode oferecer insights valiosos sobre temas como sustentabilidade, cadeias produtivas e relações entre o meio ambiente e a sociedade, que são relevantes independentemente do contexto urbano ou rural.

É importante destacar, que as disciplinas eletivas, por sua vez, surgem como um complemento à formação, sendo oferecidas de acordo com a disponibilidade das redes de ensino. Nesse sentido, quando disponíveis, essas disciplinas podem abordar questões contemporâneas e relevantes para o contexto e interesse dos estudantes, constituindo-se como uma alternativa para discutir temas sociocientíficos, entre outros.

Muitas escolas, professores e estudantes estão ainda em processo de adaptação a essa nova realidade, frequentemente aprendendo na prática quais são os melhores caminhos a seguir para assegurar uma educação de qualidade para todos, conforme preconizado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

As disciplinas eletivas podem ter como propósito aprofundar as habilidades e competências delineadas pela BNCC, incentivar os estudantes a construir um projeto de vida pessoal e ampliar o conhecimento dos jovens sobre uma temática específica (PARANÁ, 2021). É importante destacar ainda que as disciplinas eletivas devem ser abordadas de maneira interdisciplinar e com o suporte de novas abordagens pedagógicas, não necessariamente vinculadas às áreas de aprofundamento escolhidas pelos estudantes.

- **F03:** A família recebeu com acolhimento a proposta de conversar sobre a cultura do cacau, demonstrando compreensão da relevância desse estudo. Tanto a receptividade quanto a compreensão da importância do cacau foram evidenciadas, especialmente pelo pai, que ressaltou a necessidade de adotar uma abordagem de policultura e reconheceu a importância de os filhos estudarem aquilo que vivenciam no campo. O pai, engajado no aprimoramento das técnicas de produção de cacau, sugeriu a adoção de uma tecnologia para aprimorar a quebra do cacau, atualmente realizada de forma manual. Expressando seu interesse em otimizar o processo agrícola, ele propôs a implementação de equipamentos específicos que poderiam agilizar e facilitar essa etapa da produção. Sua sugestão evidencia não apenas uma busca por maior eficiência e produtividade, mas também um desejo de acompanhar os avanços tecnológicos para aprimorar as práticas agrícolas tradicionais.

Essa iniciativa do pai demonstra um compromisso com a modernização e a melhoria contínua dos métodos de trabalho no cultivo do cacau. Ao buscar alternativas tecnológicas para a quebra do cacau, ele busca não apenas aumentar a produtividade da plantação, mas também proporcionar melhores condições de trabalho para sua família e contribuir para o desenvolvimento sustentável da atividade agrícola na região.

E algo que chamou a atenção nessa visita, em especial, foi o fato da família ter conhecimento da cartilha do SENAR que tem como título: Cacau: produção, manejo e colheita. A cartilha inspira a buscar melhorias e progredir social e economicamente por meio da produção de cacau, visando aprimorar as oportunidades de conquistas a que cada indivíduo tem direito. Constitui, assim, uma valiosa fonte de aprendizado. E nesta família, já fica claro que a presença de um técnico agrícola, é algo constante. Devido a questões de saúde do patriarca, aqui também encontramos uma certa dificuldade em relação a comunicação dele para com a pesquisa, visto ter que se ausentar frequentemente da propriedade, para buscar tratamento em outra cidade.

Após o contato inicial, cada estudante trouxe uma devolutiva acerca da primeira visita a propriedade fala da a aceitação da família:

- **E01:** A mãe e os irmãos demonstraram grande entusiasmo e felicidade pela oportunidade de compartilhar sua cultura e tradições relacionadas ao cultivo do cacau. Sua acolhida calorosa reflete o orgulho que sentem em sua herança cultural e a

vontade de compartilhá-la com outros. Por sua vez, o pai da família demonstrou uma compreensão crescente da importância de divulgar a cultura que praticam. Embora possa ter inicialmente expressado alguma reserva, sua capacidade de compreender e apoiar a iniciativa dos estudantes mostra um reconhecimento gradual da relevância de preservar e valorizar suas tradições familiares ligadas ao cultivo do cacau. Essa evolução de perspectiva ressalta a importância do diálogo e da compreensão mútua na construção de parcerias significativas entre pesquisadores e comunidades locais.

- **E02:** Após o contato inicial da primeira visita à propriedade, a família manifestou uma receptividade calorosa, evidenciando sua aceitação e entusiasmo em compartilhar sua rotina e cultura com a estudante. Tanto a mãe quanto o pai e os irmãos demonstraram contentamento com a iniciativa, reconhecendo o valor de trazer para a sala de aula a vivência cotidiana do estudante, pois acreditam que dessa forma o aprendizado se torna mais significativo e enriquecedor. O pai, em particular, expressou compreensão quanto à importância desse tipo de abordagem, destacando que ao conhecer de perto a realidade do aluno, os educadores podem proporcionar experiências de aprendizado mais conectadas com suas vivências, o que contribui para um ensino mais eficaz e relevante. Essa receptividade da família reflete a valorização do envolvimento da escola com a comunidade e o reconhecimento da importância de uma educação contextualizada e próxima da realidade dos estudantes. A mãe ainda salientou, segundo a estudante, da importância de levar para os colegas de turma que moram na zona urbana, a vivência no campo para que os mesmos possam valorizar o homem do campo.
- **E03:** O estudante relatou com satisfação que sua família recebeu a visita com entusiasmo e está ansiosa para as próximas. Ele compartilhou que seu pai expressou apoio à continuidade das visitas, mesmo que ele não esteja presente na propriedade, encorajando o professor a explorar as plantações e conversar com os demais familiares. O pai reconheceu a importância dessas interações para os agricultores e demonstrou abertura para colaborar, mesmo diante da situação de doença, expressando o desejo de contribuir com o que for necessário para enriquecer a experiência educativa dos estudantes. Essa receptividade calorosa da família reflete a valorização do diálogo entre a escola e a comunidade rural, assim como o reconhecimento da importância de vivências práticas no processo educativo. A disposição do pai em apoiar as visitas, mesmo enfrentando desafios pessoais, evidencia um forte compromisso com a educação e com o desenvolvimento dos jovens, destacando o valor da colaboração e do envolvimento familiar no contexto educacional.

Assim, o primeiro contato com as famílias teve como objetivo apresentar a proposta das visitas e estabelecer uma conexão inicial. Essa abordagem visa quebrar o gelo e criar um ambiente de receptividade mútua, permitindo que tanto os estudantes quanto as famílias se sentissem confortáveis e engajados com a ideia das visitas.

Durante essa primeira interação, foram compartilhados os objetivos e benefícios das visitas à propriedade, enquanto se buscava criar um espaço aberto para o diálogo e a colaboração entre a escola e a comunidade rural. Essa abordagem inicial foi fundamental para estabelecer uma base sólida para futuras interações e garantir uma parceria eficaz entre ambas as partes.

Todas as experiências, conversas, exposições e diálogos ocorridos durante as visitas foram cuidadosamente registrados no caderno de anotações e gravados para garantir a

fidelidade deste estudo à sua proposta inicial. Essa documentação minuciosa visa preservar e registrar todos os detalhes e insights compartilhados durante as interações com as famílias agrícolas, assegurando que nenhum aspecto relevante seja perdido ou esquecido ao longo do processo de análise e interpretação dos dados.

Dessa forma, o estudo se fundamenta em uma base sólida de informações, permitindo uma análise precisa e abrangente das experiências vivenciadas durante as visitas, e contribuindo para a qualidade e confiabilidade dos resultados obtidos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O cacau: do contexto histórico a utilização

O cacaueiro é uma planta da família das *Sterculiaceae*. Foi citado pela primeira vez na literatura botânica quando Charles de L'Écluse o descreveu com o nome de *Cacao fructus*. Em 1737 foi classificado por Linnaeus com a designação de *Theobroma fructus* sendo modificado mais tarde para *Theobroma cacao*, sendo a designação que permanece até hoje (HERMÉ, 2006).

O cacaueiro é uma árvore frágil e delicada, típica de regiões equatoriais e tropicais, sendo altamente sensível a condições climáticas extremas, bem como suscetível a pragas e fungos. Em sua fase de maturidade, o cacaueiro atinge uma altura que varia de 5 a 10 metros. Os primeiros frutos podem ser colhidos aproximadamente cinco anos após o plantio. A árvore atinge a fase adulta por volta dos 10 anos de idade e, em circunstâncias excepcionais, pode continuar produzindo até os 50 anos (ELKON, 2004).

O cacau, que tem origem na Região Amazônica, começou a ser cultivado como um produto agrícola desde o século XVII, tendo passado a ser explorado de forma mais racional, com a implantação de áreas cultivadas, melhoramento genético e produção de mudas. No entanto, foi somente em meados do século XVIII que o cacau foi introduzido no sul da Bahia, onde a cultura se expandiu.

Segundo Franco (2021), o Brasil estabeleceu-se como um dos principais exportadores de cacau do mundo por mais de um século, com uma produção anual que chegou a ultrapassar 400 mil toneladas. Isso se deu pelo fato da introdução das primeiras sementes de cacau no sul da Bahia no século XVIII. Devido às condições climáticas quentes e úmidas presentes nessa região, os cacaueiros tiveram um desenvolvimento acelerado, resultando na consolidação do sul do estado como a principal área produtora de cacau do país.

De acordo com Hermé (2006), há algumas décadas, ocorreu uma redução significativa na produção de cacau nas cidades baianas, principalmente em Ilhéus e Itabuna. Essa queda drástica foi atribuída à concorrência com outros países, à disseminação da praga conhecida como "vassoura-de-bruxa" nas plantações e à falta de investimentos. Esses fatores foram apontados como as principais causas da diminuição na produção de cacau na região.

Conforme destacado por Lima (2008), além da Bahia, há outros estados brasileiros, como Pará e Rondônia, que também são produtores de cacau. No ano de 2004, o Brasil colheu aproximadamente 160 mil toneladas, ocupando a quinta posição no

ranking mundial de produção. Além do aspecto econômico, a influência cultural do cacau foi retratada nos principais livros de Jorge Amado (1912-2001), um renomado escritor brasileiro reconhecido internacionalmente, que utilizou a era áurea do cacau como cenário em suas obras.

A cadeia produtiva da cacauicultura tem se destacado pelo seu poder econômico e social ao longo da história do agronegócio, transformando as áreas produtoras e conferindo uma identidade singular à cultura, conforme descrito por renomados autores da literatura nacional e internacional.

É preciso recuar até o século XX para um aprofundamento no contexto histórico da cultura cacaueira no Espírito Santo. Nessa época, essa cultura começou a se firmar e obviamente, passou por períodos de prosperidade e turbulência. Sendo pioneiro no município de Linhares, o cultivo de cacau se deu com a chegada de sementes advindas do estado da Bahia, trazidas pelo precursor no plantio e notório “pai do cacau”, Filogônio Peixoto (ZUNTI, 1982).

Segundo o SENAR, a produção de cacau experimentou um avanço no Espírito Santo no final do século XIX e início do século XX. O desenvolvimento da indústria cacaueira foi auxiliado por condições climáticas favoráveis e pela presença de regiões propícias ao cultivo do cacau. Junto com a Bahia, o estado despontou como um dos maiores produtores de cacau do Brasil.

Numerosas fazendas de cacau foram estabelecidas nessa época, principalmente nas regiões sul e sudoeste do Espírito Santo. Muitas famílias de agricultores encontraram prosperidade graças à indústria do cacau, que também ajudou a economia da região a crescer (SENAR).

Conforme Abaurre (2022), a partir da década de 1960, a indústria do cacau no Espírito Santo passou a enfrentar diversos desafios que afetaram negativamente a produção e a qualidade do cacau capixaba. O surgimento de pragas, como a vassoura-de-bruxa, e a concorrência de outros países produtores de cacau foram alguns dos fatores que contribuíram para quedas significativas na produção de cacau no estado.

De acordo com o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, o INCAPER, nos últimos tempos, apesar das dificuldades enfrentadas, foram realizados esforços para reavivar a produção de cacau no Espírito Santo. Os produtores têm se empenhado em adotar novas técnicas de cultivo, explorar variedades mais resistentes e aprimorar os processos de pós-colheita. Além disso, há uma tendência de valorizar o cacau de origem, com ênfase na produção de chocolates finos e artesanais.

Houve um direcionamento de investimentos no estado para a implementação de técnicas de cultivo inovadoras, o desenvolvimento de variedades mais resistentes e a otimização dos processos de pós-colheita. Além disso, está ocorrendo um estímulo à produção de chocolates finos e artesanais, com ênfase na valorização do cacau de origem. Essas medidas estão produzindo impactos positivos, resultando em um aumento significativo tanto na produtividade quanto na qualidade do cacau cultivado no Espírito Santo (INCAPER).

Outra iniciativa de destaque no Espírito Santo é a produção de cacau agroflorestal, que consiste no cultivo de cacau em sistemas agroflorestais em combinação com outras espécies de plantas, incluindo árvores frutíferas e de madeira. Esse método de produção é mais ecologicamente sustentável e ajuda a preservar a biodiversidade, além de promover a renda para os agricultores familiares (INCAPER).

Segundo o INCAPER, atualmente, a produção de cacau está presente em 44 municípios do estado, sendo cultivado principalmente por agricultores familiares. Uma pesquisa feita pelo Incaper mostrou que o número de estabelecimentos produtores de cacau é de 3.683. Para a realização de uma análise socioeconômica, foram entrevistados

116 produtores de cacau nos municípios de Linhares, São Mateus e Colatina durante os anos de 2019 e 2020. De acordo com a pesquisa, 80% das famílias dos produtores têm até 4 membros. Em relação à escolaridade, 38,5% dos produtores possuem ensino médio completo, enquanto 15,6% possuem ensino superior completo. No entanto, para 45,9% dos produtores, o nível de escolaridade é considerado baixo.

A cacauicultura do Espírito Santo vem crescendo, apesar de não ser um dos maiores Estados produtores de cacau do Brasil, atrás da Bahia e do Pará. E isto se dá principalmente na Região Norte, na Bacia do Rio Doce, município de Linhares - o maior produtor estadual. Detendo cerca de 90% da produção do Estado, no ano passado, Linhares foi a primeira cidade no nosso país a ser reconhecida com o Selo de Rastreabilidade de Indicação Geográfica (IG), que identifica a origem de produtos e serviços (CASTELLI, 2020).

Em síntese, a situação atual do cacau no Espírito Santo é auspiciosa, com acréscimo na produção e na qualidade do item, assim como o estímulo à fabricação de chocolates de alta qualidade e artesanais, e a implementação de métodos mais sustentáveis de cultivo.

3.2 O cultivo do cacau: clima, solo e plantio

Apesar de ser uma planta que demanda condições climáticas e de solo mais específicas, o cacaueiro possui a capacidade de retribuir ao solo uma parcela significativa dos nutrientes que dele retira. As constantes quedas e renovação de folhas ao longo do ano contribuem para a formação de uma camada de matéria orgânica no solo (SENAR).

A fim de alcançar todo o potencial genético, as plantas requerem condições ideais de solo e clima, especialmente aquelas relacionadas ao crescimento e desenvolvimento das plantas (SENAR).

Na região amazônica, o clima é geralmente caracterizado pela quantidade de chuvas e altas temperaturas constantes. O cacaueiro é uma planta típica dos trópicos úmidos e é cultivado em áreas com pouca variação climática ao longo do ano, especialmente em relação à temperatura, radiação solar e duração do dia (SENAR).

A precipitação pluviométrica desempenha um papel crucial, pois é altamente variável e representa um dos principais desafios para a agricultura de cacau na região. Para garantir a viabilidade econômica do plantio de cacau, é essencial compreender o regime de chuvas, principalmente em relação à distribuição ao longo dos meses nos locais onde as plantações de cacau serão estabelecidas (Alvim et al., 1974; Müller e Pinho, 1992).

Segundo Alvim e Pinho, a ocorrência de uma floração abundante no cacau é frequentemente observada quando é seguido um período de chuvas seguido por um período de estresse de umidade, caracterizado pela ausência de chuva.

Em todas as regiões produtoras, é possível observar uma relação entre o pico de produção de cacau e o pico de chuvas que ocorreu quatro meses antes. Essa informação é um indicador crucial para guiar o ritmo da produção de cacau. Compreender essa relação é de extrema importância para tomar decisões sobre a utilização de irrigação no cultivo de cacaueiros (Alvim).

Segundo Alvim, assim como a questão climática, o cultivo em solo adequado é de total relevância para o cultivo de cacaueiros. Que deve ter uma profundidade mínima de um metro e vinte centímetros, sendo ideal em torno de um metro e cinquenta centímetros. É importante que o solo não apresente camadas lateríticas na parte superior e não tenha camadas compactas e rochosas em seu perfil, pois tais impedimentos físicos dificultam o

desenvolvimento normal do sistema radicular do cacaueiro, levando à atrofia da raiz principal.

Além disso, o solo deve ser bem drenado. Caso apresente argila, marmorização ou uma lâmina de água na superfície, é necessário realizar melhorias através da abertura de canais de drenagem. A textura do solo também é importante, sendo que solos argilosos e siltosos são adequados para áreas com períodos definidos de seca, enquanto solos com textura areia-barro são mais indicados para regiões com alta precipitação pluviométrica, desde que bem distribuída ao longo do ano. Por outro lado, solos leves com pouca argila não são recomendados devido à baixa retenção de umidade e à intensa lixiviação de nutrientes (Alvim).

Conforme Alvim (1974), fertilidade natural do solo é fundamental, uma vez que os fertilizantes têm um custo elevado. O cacaueiro pode crescer em solos com diferentes níveis de fertilidade, preferencialmente de médio a alto, e com um pH entre 6,0 e 6,5.

A densidade do solo é uma medida que relaciona a quantidade de solo seco com o volume correspondente, sendo um indicador útil para avaliar como o solo é afetado pelo uso e cuidado. Vários fatores, como a composição mineral, a estrutura, a presença de matéria orgânica, a profundidade e o tratamento dado ao solo, têm impacto sobre essa medida (MARTINS, 2010).

Quando se trata de solos cultivados com cacau, não há um valor de densidade do solo que seja universalmente considerado ideal. No entanto, quaisquer referências a limites devem levar em conta a textura do solo. Em solos arenosos, a densidade naturalmente tende a ser maior do que em solos argilosos. Em termos gerais, para a maioria dos tipos de solo e independentemente da cultura, valores de densidade do solo abaixo de 1,4 kg/dm³ são tidos como favoráveis (LAL; SHUKLA, 2004). No entanto, Arshad, Lowery e Grossman (1996) e USDA (1999) propõem limites de densidade do solo específicos de acordo com a textura do solo: < 1,6 kg/dm³ para solos arenosos; < 1,4 kg/dm³ para solos siltosos; e < 1,1 kg/dm³ para solos argilosos.

Em situações em que a densidade do solo ultrapassa 1,6 kg/dm³, as raízes do cacaueiro enfrentam dificuldade para penetrar o solo (HARDY, 1961). Para solos argilosos no Brasil, observou-se que densidades do solo de 1,38 kg/dm³ inviabilizam o crescimento da raiz pivotante do cacau (Silva, Pereira e Melo, 1977). Em estudos que avaliaram os efeitos da compactação e da adição de fósforo em mudas de cacau em solos argilosos, verificou-se que densidades superiores a 1,4 kg/dm³ prejudicam o crescimento das raízes (França, 2015). Diferentes pesquisadores sugeriram valores diversos: Fernandes et al. (2013) apontam 1,1 kg/dm³ como valor limite na Costa Rica; Saénz (2011) observou variações entre 0,60 e 0,90 kg/dm³ na Guatemala ao avaliar a qualidade do solo para o cacau. Outros estudos, como os de Rosseau et al. (2012) e Cornwell (2014), que investigaram solos de cacaueiros na Costa Rica, relatam valores de densidade que oscilam entre 0,64 e 1,08 kg/dm³ e entre 0,61 e 0,66 kg/dm³, respectivamente. É importante notar que esses dois últimos estudos focaram em solos de texturas que variavam de franco-argilosos a argilosos, sem problemas significativos de porosidade e compactação.

Vale a pena destacar a resistência mecânica à penetração das raízes sendo um indicador que reflete as dificuldades que as raízes enfrentam ao se inserirem no solo. Essa característica está diretamente associada à densidade do solo, mas também é grandemente influenciada pela umidade presente no solo. O aumento nos níveis de resistência à penetração pode estar relacionado tanto com o adensamento quanto com a compactação do solo (MARTINS, 2010).

Um estudo que buscou examinar a relação entre a produção de cacau e os atributos do solo identificou que o fator que mais afetou negativamente as produtividades

foi a maior resistência mecânica que o solo oferece à penetração das raízes (CADIMA, 1973). Nesse estudo, os valores médios registrados foram superiores a 2,0 MPa, um limiar considerado crítico para o início da restrição do crescimento radicular em grande parte das culturas agrícolas (IMHOFF; SILVA; TORMENA, 2000).

Segundo o SENAR, ao planejar a área de plantio para o cultivo de cacaueiros, é importante considerar o sistema de implementação a ser adotado. Na região amazônica, a recomendação da Ceplac é utilizar os Sistemas Agroflorestais. A escolha do sistema de implementação depende do tipo de cobertura florestal existente e da capacidade do produtor em instalar e manter o modelo escolhido. Esses aspectos são de extrema importância, uma vez que a decisão tomada terá um impacto direto no sucesso ou fracasso da empreitada.

Segundo Piasentin e Saito (2014), o estabelecimento de plantações de cacau em diferentes regiões produtoras do mundo pode ser feito de duas maneiras: a primeira envolve a eliminação parcial da vegetação, conhecida como "cabruca" no Brasil, enquanto a segunda envolve o desmatamento total da vegetação, chamada de "derrubada total".

Após realizar a preparação do terreno, procedemos ao balizamento para o plantio dos cacaueiros. Recomendamos espaçamentos de 3,0 x 3,0 metros, resultando em um total de 1111 plantas. As estacas são utilizadas para delimitar os locais onde os produtores de cacau irão estabelecer suas plantações (SILVA NETO, 2001). O processo de balizamento apresenta a vantagem de otimizar o aproveitamento da área de plantio, possibilitando um melhor crescimento e distribuição uniforme das mudas, além de facilitar a realização das práticas de cultivo.

Ao realizar o plantio das mudas de cacau no local definitivo, é crucial considerar dois fatores essenciais: o sombreamento e a distribuição das chuvas. Caso o sombreamento temporário já esteja estabelecido, o plantio das mudas deve ocorrer no início da estação chuvosa, utilizando mudas com idade entre quatro e seis meses (SILVA NETO, 2001).

Após selecionar mudas vigorosas e saudáveis no viveiro, o plantio do cacaueiro deve ser realizado em covas de 40 x 40 x 40 centímetros, tendo o cuidado de remover o saco plástico sem danificar o torrão. A muda deve ser posicionada na cova de forma que o topo do torrão esteja nivelado com a superfície do solo. Para isso, adiciona-se terra no fundo da cova até alcançar a altura ideal e, em seguida, preenche-se os lados, pressionando levemente o solo. É recomendável deixar um montículo ao redor do caule e evitar a formação de depressões (SENAR).

3.3 A irrigação dos cacaueiros

Segundo Santos (2012), devido ao fato de o cacaueiro ser cultivado em regiões úmidas do Brasil, onde a maioria delas recebe uma precipitação pluviométrica anual superior a 1500 mm e apresenta uma distribuição regular de chuvas, há poucas pesquisas disponíveis sobre os efeitos da irrigação nesse cultivo. Embora estudos sobre irrigação já tenham demonstrado a importância dessa prática, ainda existem dúvidas em relação ao manejo da água durante as diferentes fases de desenvolvimento da planta, bem como os efeitos do déficit hídrico controlado. Essa técnica, comumente utilizada na cafeicultura e citricultura, visa sincronizar a safra de acordo com a conveniência do produtor e do mercado, com o objetivo de maximizar a produtividade e o valor da produção.

Santos (2012) também destaca que não há um sistema de irrigação ideal e específico recomendado para o cultivo do cacaueiro. A escolha do método de irrigação

depende de vários fatores, como o tipo de solo (textura, porosidade, matéria orgânica), topografia, clima, disponibilidade de água e qualidade da água de irrigação, mão de obra disponível e custo de implementação do sistema. Com os avanços tecnológicos na área de irrigação localizada e o conhecimento científico sobre os benefícios do manejo controlado da água de irrigação, juntamente com a aplicação precisa de nutrientes por meio da fertirrigação, juntamente com a disponibilidade de material genético de qualidade superior, surgem possibilidades de adaptar o cultivo do cacaueteiro em regiões marginais ou até mesmo em áreas atualmente consideradas inaptas, como em zonas semiáridas tropicais.

Alvim (1988), traz a afirmativa de que em regiões onde a precipitação anual é imprevisível e inferior a 1200 mm, o cultivo do cacaueteiro só pode ser economicamente viável com o auxílio da irrigação. Quando a quantidade de chuva anual é menor que 1200 mm ou distribuída de forma irregular, é possível desenvolver o cacaueteiro por meio da utilização da irrigação, como é o caso dos municípios de Linhares e Colatina, localizados no estado do Espírito Santo, Brasil, assim como nas regiões do norte da Venezuela e do Equador, onde a precipitação anual varia entre 700 e 800 mm.

De acordo com Alvim (1978), há uma relação positiva entre a produtividade do cacaueteiro e a quantidade de chuva durante os meses que antecedem a colheita, sendo a distribuição das chuvas mais relevante do que sua magnitude. O autor também concluiu que a colheita pode ser afetada pela distribuição das chuvas ocorridas seis meses antes do início da colheita. O peso das sementes apresenta uma correlação significativa com o volume de chuva registrado nos primeiros quatro meses de desenvolvimento dos frutos. Após esse período, a chuva parece ter pouca ou nenhuma influência. Esses resultados indicam que o cacaueteiro é sensível à falta de água durante o período de frutificação.

De acordo com Santos (2012), é crucial manter o solo com uma umidade adequada dentro da faixa de disponibilidade de água durante os meses de maior precipitação, que compreendem o período de março a maio, bem como durante a fase de crescimento inicial dos frutos, até os primeiros 70 dias de idade (fase de pegamento e desenvolvimento do fruto), a fim de garantir altos rendimentos na colheita. Quando o armazenamento de água no solo fica próximo ou abaixo de 5% da capacidade de água disponível por mais de duas semanas, a produção de frutos é significativamente reduzida e a ocorrência de frutos pequenos é proporcionalmente maior, especialmente quando a deficiência ocorre nos meses mais quentes do ano (dezembro a março).

3.4 As características do cacaueteiro

De acordo com Hermé (2006), durante muito tempo, a origem do cacaueteiro foi um mistério, e sua classificação apresentou desafios insolúveis, devido à ampla variedade de formas e cores encontradas. No entanto, no início do século XXI, estudos genéticos revelaram que as antigas variedades de cacau, provenientes da era maia, tinham sua origem em uma vasta região localizada aos pés dos Andes, nas áreas quentes e úmidas das bacias do Orinoco e do Amazonas (Colômbia, Equador, Peru e Venezuela). Ao longo do tempo, devido às variações geográficas e mudanças climáticas, essas espécies primárias evoluíram e se diferenciam em crioulo, forasteiro e nacional equatoriano.

No passado, na Bahia, o cultivo de cacaueteiros seguia um método conhecido como "bico do facão". Essa técnica consistia em abrir uma cova de 5 a 8 cm de profundidade utilizando um facão. Após remover a polpa, eram colocadas três sementes na cova e, em seguida, cobertas com terra. Após a germinação, a plântula menos vigorosa era removida e, se uma das sobreviventes não morresse nos meses seguintes, outra plântula era

selecionada como a mais vigorosa e conduzida para se tornar a nova planta de cacauero (FRACO, 2001).

Os cacaueiros forasteiros, conhecidos por sua robustez e alta produtividade, possuem sementes de cor violeta e formato achatado. Essas variedades fazem parte de uma grande família que se divide em duas categorias. A mais antiga é a dos forasteiros do baixo do Amazonas, também conhecidos como amelonados, que foram introduzidos no Brasil em 1746 e posteriormente levados para São Tomé (1830), Gana (1850) e Costa do Marfim. Essa variedade de cacau, que representa cerca de 80% da produção, possui apenas uma grande colheita por ano e é relativamente sensível. Ao longo do tempo, esse tipo de cacau sofreu várias modificações devido ao cruzamento com diferentes espécies, resultando na perda dos aromas de mel e cacau presentes em suas sementes (HERMÉ, 2006).

A expedição liderada pelo botânico F. J. Pount em 1638 teve como objetivo coletar os primeiros exemplares de cacau selvagem, que deram origem à variedade conhecida como forasteiro. Essa missão científica adentrou a densa floresta equatorial ao longo do rio Amazonas, em busca de cacaueiros selvagens que se acreditava serem resistentes às doenças que estavam causando estragos nas plantações de cacau em Trinidad e no Equador naquela época. Os espécimes coletados mostraram-se robustos e produtivos. Quando cruzados com outras variedades, deram origem aos híbridos do alto Amazonas, árvores magníficas que produzem frutos em grande quantidade durante todo o ano, embora as sementes geralmente apresentem aromas neutros ou amargos. Esses híbridos se espalharam pelo oeste da África, Brasil, Indonésia e Malásia, e atualmente representam 80% da produção global de cacau (HERMÉ, 2006).

No século XVIII, uma nova variedade de cacau surgiu na ilha de Trinidad, no Caribe, e recebeu o nome de "trinitário". Anteriormente, a ilha era coberta por cacaueiros crioulos, termo utilizado na Venezuela para descrever as árvores de cacau locais. Após uma catástrofe misteriosa que devastou os cacaueiros da ilha em 1727, os crioulos foram substituídos por uma variedade desconhecida em Trinidad, conhecida como forasteiros, que provavelmente chegaram da bacia do rio Orinoco. Os forasteiros, com sementes de cor violeta, se cruzaram naturalmente com alguns crioulos remanescentes, resultando em uma variedade de sementes de cor malva, vigorosas e aromáticas - os trinitários. Com suas muitas qualidades, os trinitários rapidamente ganharam reputação e se espalharam pela Venezuela, outras ilhas do Caribe e, posteriormente, pelo resto do mundo (FARROW, 2005).

Pesquisas genéticas identificaram o cacaueiro "nacional" do Equador como uma variedade distinta. Essa árvore se destaca por apresentar sementes de cor violeta, semelhantes às dos forasteiros, porém com um processo de fermentação rápido, semelhante ao crioulo. Além disso, as sementes possuíam um aroma floral tão intenso que, no século XIX, os mestres chocolatiers consideraram o perfume excessivamente forte. Ao longo do tempo, devido a cruzamentos sucessivos, o cacaueiro nacional perdeu esse aroma característico. Atualmente, estão sendo conduzidos estudos genéticos com o objetivo de recuperar essa característica (HERMÉ, 2006).

A árvore do cacau possui potencial de crescimento que varia de 5 a 8 metros de altura e de 4 a 6 metros de diâmetro da copa, quando cultivada a partir de sementes. No entanto, essas dimensões podem ser superadas devido a fatores ambientais que afetam o seu crescimento. Em condições favoráveis, como cultivo a pleno sol, a altura da árvore pode ser reduzida por meio de manejo, mas em situações de extrativismo, em que há competição por luz com outras espécies da floresta, a altura pode alcançar até 20 metros (SENAR).

O sistema radicular do cacaueiro é caracterizado por uma raiz principal vertical,

conhecida como raiz pivotante, que varia em comprimento e forma de acordo com a estrutura, textura e consistência do solo. Em solos profundos e bem aerados, essa raiz pode atingir até 2 metros de profundidade. As raízes secundárias, que são responsáveis pela nutrição da planta, estão localizadas principalmente na porção superior da raiz pivotante e se afastam dela em uma distância de 5 a 6 metros. Geralmente, essas raízes secundárias estão concentradas nos primeiros 30 centímetros do solo (SENAR).

O caule do cacaueteiro é vertical e robusto, a partir do qual surgem os ramos e as flores. É necessário realizar um manejo adequado para controlar o seu crescimento. Nos primeiros anos de vida, o cacaueteiro apresenta uma casca lisa no caule. Conforme as almofadas florais se desenvolvem constantemente ao longo do tempo, a casca do caule se torna áspera e rugosa (SENAR).

O cacaueteiro é uma planta que possui a característica de ser cauliflora, o que significa que suas flores surgem em almofadas florais localizadas no tronco ou nos ramos lenhosos. Essas almofadas florais se desenvolvem a partir de uma gema que se forma no lugar da axila de uma folha anterior (SENAR).

A cada ano, um cacaueteiro adulto tem a capacidade de produzir mais de 100.000 flores, porém menos de 5% delas são efetivamente fertilizadas e apenas 0,1% se desenvolvem em frutos. As flores não polinizadas caem naturalmente em um período de 48 horas (SENAR).

Os botões florais começam a se abrir no período da tarde, concluindo o processo nas primeiras horas da manhã seguinte. Após a polinização das flores, quando ocorre a fertilização, elas permanecem fixadas no pedúnculo, onde se desenvolvem para formar o fruto (SENAR).

De acordo com o Manual Técnico do SENAR, No que diz respeito a polinização, a mosca do gênero *Forcipomyia* é o principal agente polinizador do cacaueteiro. O sucesso do processo reprodutivo do cacaueteiro depende da sincronização entre os períodos de intensa floração e o período de maior população de adultos *Forcipomyia*. Essa sincronização é fundamental para garantir o maior ou menor êxito na polinização e reprodução do cacaueteiro.

No Manual Técnico do SENAR, é explícito que seu fruto é caracterizado por ser alongado e sulcado, sustentado por um pedúnculo lenificado. Ele possui uma casca composta por três partes, também chamada de pericarpo carnosos, sendo elas:

- Edicarpo: que é a camada externa do fruto, caracterizada por sua fina textura e coloração que varia do verde ao roxo, ou do amarelo ao laranja, conforme ocorre o amadurecimento e dependendo da variedade do fruto;
- Mesocarpo: sendo a região do meio do fruto, caracterizada por ser uma parte mais espessa;
- Endocarpo: que se refere a camada interna do fruto, que possui uma estrutura fina e tem a função de proteger as amêndoas.

O intervalo de tempo entre a polinização e o amadurecimento do fruto do cacau varia de 140 a 205 dias, com uma média de 167 dias. Em média, são necessários de 15 a 31 frutos para obter 1 kg de cacau comercial, o que é conhecido como índice de frutos (SENAR).

3.5 Processo produtivo: da colheita à secagem

A maturação do fruto pode ser avaliada pela sua cor e pelo som produzido quando é levemente agitado. Para abrir o fruto, é dado um golpe preciso com um facão, tomando cuidado para não danificar os cachos de sementes. Em seguida, as sementes são separadas e selecionadas (SENAR).

Ao serem colhidas, as amêndoas de cacau apresentam características específicas, como cor púrpura, sabor amargo e aroma adstringente. No entanto, nessas condições, elas não possuem valor comercial (OETTERER et al, 2006).

Após a colheita, as sementes e a polpa são colocadas para fermentar em diferentes arranjos, como amontoadas (Gana), em cestos (Nigéria) ou, mais comumente, em caixas de madeira com fundo vazado, dependendo das práticas locais e do tamanho das plantações. As caixas, que têm capacidade para cerca de cem mil quilos de sementes, são empilhadas em cascata para facilitar a mistura. Em média, um hectare de cacauzeiro produz de 400 a 700 quilogramas de cacau (HERMÉ, 2006). No Brasil, a época de colheita do cacau abrange os meses de abril a julho (EIKON em 2004).

Assim, para garantir a obtenção de amêndoas de cacau secas, de alta qualidade e com características e composições distintas das amêndoas frescas, além de aumentar seu valor agregado, são realizadas etapas de pré-processamento. Essas etapas incluem a fermentação e a secagem.

● Fermentação

Existem duas principais categorias de processos de fermentação: a fermentação submersa e a fermentação em estado sólido. A fermentação submersa é um processo em que os nutrientes - como peptonas, açúcares e substâncias complexas - são disponibilizados para os microrganismos em um meio líquido, que pode ser água ou soluções tampão. Nesse tipo de fermentação, é necessário manter uma agitação constante para garantir uma adequada aeração do sistema fermentativo e disponibilidade de nutrientes (OLIVEIRA et al, 2012).

Em estado sólido é uma técnica na qual ocorre o crescimento e o metabolismo de microrganismos em um substrato sólido, com pouca ou nenhuma água livre presente. Nesse processo, os microrganismos se desenvolvem nas partículas do substrato sólido, com uma quantidade mínima de água entre as partículas. O uso de substratos sólidos é economicamente vantajoso, pois permite o uso de matérias-primas de baixo custo. Já na fermentação em estado sólido oferece diversas vantagens em relação à fermentação submersa, como altos rendimentos e baixo consumo de energia (FERNANDES, 2007; DAMASO et al, 2008).

A etapa inicial de fermentação, conhecida como fermentação anaeróbica, ocorre sob uma camada de folhas, onde a presença de leveduras promove a transformação da polpa ácida e adocicada em álcool, similar ao processo de fermentação do mosto de uva (HERMÉ, 2006).

Segundo Hermé (2016), posteriormente, ocorre uma breve fermentação láctica, na qual os sucos são liberados, permitindo a circulação do ar. A presença de oxigênio desencadeia a fermentação acética dentro do cotilédone da semente. A alta temperatura resultante da fermentação (cerca de 50°C) impede a germinação da semente. Após a fermentação, o cacau ainda possui um teor significativo de água, aproximadamente 60%, e essa umidade deve ser eliminada.

● Secagem

Segundo Sfredo (2006), logo após a fase de fermentação, é necessário iniciar o processo de secagem das sementes de cacau. Durante a etapa de desidratação, as sementes são espalhadas ao sol e regularmente revolvidas para garantir uma boa circulação de ar e evitar o crescimento de fungos. A secagem natural ao sol é a preferida, pois resulta em um cacau de alta qualidade. As sementes são dispostas em barcaças, áreas

cimentadas ou lonas, sendo frequentemente revolvidas com um utensílio de madeira para garantir uma secagem uniforme. Alguns secadores possuem coberturas móveis que protegem o cacau em caso de chuva ou ao anoitecer.

Durante o processo de secagem, é essencial fornecer calor para evaporar a umidade do material e também ter um mecanismo para remover o vapor de água gerado. No caso da secagem de grãos, o ar é comumente utilizado para transferir calor ao material úmido, visando a evaporar e remover a umidade (por meio de um sorvedouro) da superfície do material na forma de vapor de água. A secagem de alimentos é uma operação complexa que envolve a transferência simultânea de calor e massa em uma matriz que apresenta propriedades higroscópicas e tendência ao encolhimento (SFREDO, 2006).

De acordo com as pesquisas de BAUDET et al., (1999) e OHJA (1974), a secagem das amêndoas é considerada um procedimento de grande importância para a sua armazenagem. Além disso, é o método mais comumente empregado na indústria para a preservação das amêndoas, pois possibilita a redução do teor de umidade para níveis adequados, mantendo a qualidade fisiológica, química, aparência e valor nutricional do grão.

Em regiões mais úmidas, como a Amazônia, México, Malásia e Indonésia, onde os cacaueiros podem ficar em áreas alagadas, as amêndoas são secas em secadores artificiais com ar quente, em um processo que dura de 24 a 28 horas. Independentemente do método de secagem utilizado, é essencial reduzir a umidade das sementes de 60% para 7% a fim de garantir seu armazenamento adequado e evitar danos durante o transporte (LIMA et al., 2008).

● **Mecanização do cultivo do cacau**

Conforme Leite et al. (2006), diversos experimentos voltados para a mecanização da produção de cacau têm sido conduzidos no Brasil desde a década de 1970. Contudo, foi a partir da metade dos anos 1990 que essa abordagem se tornou mais intensiva na região dos tabuleiros costeiros do estado da Bahia. Nessa época, produtores que anteriormente praticavam rotação de culturas, alternando entre mamoeiro e café conilon, decidiram explorar a cacauicultura.

Inicialmente, as plantações eram estabelecidas com clones que apresentavam incompatibilidade automática e híbridos. Apesar de atingirem produtividades razoáveis (1.200 a 1.500 kg/ha/ano) em comparação com o sistema tradicional, ainda não despertavam grande interesse entre os empresários da região. Ao longo de cerca de duas décadas e com os avanços nas pesquisas conduzidas pela CEPLAC, foram selecionados clones autocompatíveis, de maturação precoce, alta produtividade e resistência a doenças. Além disso, foram desenvolvidas práticas de manejo que permitiram a intensificação do cultivo mecanizado. Hoje, a situação é substancialmente distinta, com níveis de produtividade notáveis, viabilidade econômica e um crescente interesse por parte dos empresários (Sodré, 2006).

Os resultados positivos alcançados nos tabuleiros costeiros foram decisivos para a expansão dessa abordagem para outras áreas do país, particularmente nos tabuleiros costeiros do Espírito Santo, nas regiões Sul e Norte da Bahia, e até mesmo em zonas semiáridas. Como resultado, a área destinada ao cultivo de cacaueiro em novas regiões já se aproxima de 500 hectares. Projetos semelhantes nos estados da Bahia, Pernambuco e Ceará já somam mais de 1.000 hectares de cultivo (Sodré, 2006).

De modo geral, a introdução de mecanização nos processos de cultivo busca atingir múltiplos objetivos: uniformizar e elevar a qualidade das atividades agrícolas,

incrementar a produtividade do sistema agrícola, reduzir o esforço laboral e diminuir os custos associados à mão de obra empregada nas plantações (YAMASHITA, 2010).

No entanto, para possibilitar a implementação de operações mecanizadas, como preparo de solo, plantio, manejo e colheita, é essencial realizar um planejamento cuidadoso da área. Isso engloba considerações sobre o arranjo das plantas, os espaçamentos entre cacaueiros e as árvores utilizadas como quebra-vento, bem como a criação de estradas e acessos (SENAR).

Esse planejamento propicia uma abordagem mais eficaz na aplicação de diversas tecnologias, tais como: 1) preparação e tratamento do solo; 2) utilização de mudas de qualidade; 3) implementação de sistemas de irrigação; 4) emprego de fertirrigação; 5) realização de podas; 6) seleção de clones apropriados; 7) controle de pragas e doenças; e 8) execução da colheita e beneficiamento (SENAR).

No caso do cacaueiro, a aplicação de técnicas de mecanização pode ser adaptada tanto para sistemas de cultivo a céu aberto em plantações uniformes, como para cenários de intercalação permanente ou temporária com outras culturas. Essa abordagem também pode ser empregada em áreas com topografia plana, levemente ondulada e até mesmo com declives mais acentuados. Em cada contexto, é viável estabelecer um grau de mecanização, que pode variar entre total ou parcial, alinhado com as atividades agrícolas do sistema de produção. Logicamente, terrenos mais propícios e condições de plantio favoráveis facilitam a adoção de níveis mais elevados de mecanização, o que é altamente desejável (SENAR).

O modelo de implementação da mecanização na cacauicultura é passível de adaptação para uso em Sistemas Agroflorestais (SAFs) que incluam o cultivo do cacaueiro juntamente com plantações de seringueira, coco, açaí, mamão, banana e outras culturas. Contudo, é importante salientar que, para possibilitar essa mecanização, é essencial a adequação das áreas, preferencialmente com a utilização de sistemas de irrigação e fertirrigação. A prática de fertirrigação no cultivo do cacaueiro tem demonstrado aumentos significativos na produtividade, variando entre 40% e 100% em comparação com sistemas de sequeiro. No Espírito Santo, por exemplo, houve um incremento de 54% na produção, enquanto na região do recôncavo baiano esse aumento chegou a 100% (SIQUEIRA et al., 1999).

Os tabuleiros costeiros que abrangem o norte do Espírito Santo, bem como o sul e extremo-sul da Bahia, caracterizam-se por possuírem áreas de topografia plana a levemente ondulada, fertilidade média do solo e disponibilidade satisfatória de água e mão de obra. Nessas localidades, diversos projetos foram estabelecidos envolvendo o cultivo do cacaueiro a pleno sol, adotando sistemas de fertirrigação, com as plantas variando em idade de 1 a 6 anos. Esses projetos exibem características como o de exposição à luz solar direta – essas áreas são estabelecidas por empresas que têm histórico de cultivo de culturas como mamoeiro, bananeira, eucalipto e cacaueiro. São administradas de maneira profissional e empresarial, e o sistema de cultivo inclui a fertirrigação. Embora não haja sombreamento permanente, um sombreamento inicial é provido por mamoeiros e/ou bananeiras, e um sistema de quebra-vento também está presente. As plantações são estabelecidas utilizando clones de elevado rendimento e mudas obtidas por meio de técnicas de enraizamento de estacas e enxertia. Após seis anos de cultivo, a produtividade nas áreas atinge até 3.540 kg de amêndoas secas por hectare ao ano. E também integrado com o coqueiro e outras variedades - são empresas que capitalizam em plantações já estabelecidas, notadamente de coqueiros, e introduzem o cultivo de cacaueiro utilizando sistemas de irrigação. Alternativamente, novas áreas são desenvolvidas com bananeiras ou mamoeiros. A produtividade, de modo geral, fica acima de 2.000 kg de amêndoas secas por hectare por ano (SENAR).

3.6 Impacto social e ambiental do cultivo do cacau

Conforme a Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), ao explorar todas as perspectivas consideradas, a questão fundamental da volatilidade do mercado cacaueiro é um elemento crucial para fundamentar as discussões atuais que buscam analisar a competitividade da produção brasileira de amêndoas de cacau. Compreender as novas tendências globais, examinar o próprio significado da produção dentro do contexto territorial, estabelecer critérios de qualidade distintivos e acompanhar as inovações e transformações nesse mercado são abordagens essenciais para o Brasil, visando a construção de bases econômicas e sociais mais sólidas.

No atual momento, em que a estratégia econômica do Brasil tem se voltado para favorecer o sistema de exportação de produtos agrícolas, a agroindústria e o setor agrícola emergem como temas de grande relevância para análise por parte das entidades governamentais, instituições acadêmicas e centros de pesquisa. Estes atores têm demonstrado interesse em compreender e identificar novas oportunidades de crescimento para esse setor (CEPLAC).

Iniciativas públicas e planos de investimento têm buscado disseminar tecnologias com o objetivo de promover a colaboração entre a indústria e os produtores rurais. A sustentabilidade da agroindústria brasileira está cada vez mais condicionada à adoção e incorporação de avanços tecnológicos, os quais têm o potencial de aumentar sua competitividade (CEPLAC).

As alterações no padrão de consumo global e também nacional indicam um aumento no interesse dos consumidores por qualidade e segurança alimentar. Características como rastreabilidade, indicação de origem, clareza nos procedimentos de produção e certificações ambientais permitem a identificação de oportunidades para a cadeia de valor ao entrar no cenário competitivo. A distinção entre produtos, resultado de esforços coletivos em âmbito local, através da criação de marcas geográficas para destacar os elementos culturais locais, em conjunto com uma estratégia de marketing, tem o potencial de criar um importante diferencial competitivo para pequenas empresas agroindustriais no setor de cacau/chocolate(CEPLAC).

Desse modo, a produção em qualquer ramo de atividade, especialmente na agricultura devido às suas particularidades, requer decisões baseadas em racionalidade, visando a eficiente utilização dos recursos de produção. O entendimento do retorno financeiro e econômico proveniente da atividade agrícola assume um papel fundamental na tomada de decisões por parte dos produtores. Nesse contexto, fatores como produtividade, custos, investimentos e lucro devem ser ponderados como variáveis significativas. No contexto da cacaucultura, assim como em outras atividades agrícolas, o investimento de recursos financeiros é justificado apenas se o retorno superar os gastos realizados.

Os produtores devem estar atentos a todas as variáveis que possam influenciar os resultados de suas empreitadas. Compreender a realidade do negócio agrícola é uma ferramenta crucial, fornecendo insights para a intervenção dos produtores quando necessário. A escolha adequada do processo produtivo é particularmente relevante, especialmente no caso do cacau, onde os preços são determinados pelo mercado internacional sem a interferência direta do produtor. Portanto, o cálculo dos custos de produção desempenha um papel vital no planejamento e na gestão das propriedades rurais, permitindo avaliar o sucesso econômico da empreitada. Isso significa que, dadas as condições de mercado, a receita obtida deve ao menos cobrir os custos de produção. Além do preço, o resultado econômico também depende da produtividade dos recursos envolvidos no processo produtivo.

A cacauicultura é afetada por diversos fatores incontrolláveis, incluindo aspectos fisiológicos, ambientais e de mercado. Os fatores ambientais, como o clima, desempenham um papel crucial, uma vez que as condições meteorológicas, incluindo temperaturas mínimas e máximas, influenciam diretamente a produtividade das culturas. Os preços do cacau são altamente flexíveis e voláteis, respondendo rapidamente às flutuações na oferta e na demanda do mercado global. Os preços internos são fortemente influenciados pelos valores praticados no mercado internacional (CEPLAC).

Segundo Annabelle Midlej (2023) em matéria publicada na página eletrônica do mercado do cacau, “com as cotações no maior nível em 11 anos, a indústria processadora de cacau prevê que melhor remuneração ao agricultor pode ajudar o país a alcançar a autossuficiência”.

Annabelle Midlej (2023) ainda destaca que a produção de cacau no Brasil já vinha apresentando indícios de recuperação e agora pode ser impulsionada pelo novo recorde alcançado no mês de agosto de 2023. O contrato futuro da tonelada de cacau em Nova York atingiu a marca de US\$ 3,6 mil, um valor que não era registrado desde 2012. No mercado futuro da ICE em Londres, o preço também se estabilizou em US\$ 3,5 mil, mantendo-se consistente. Notavelmente, nos últimos doze meses, os preços do cacau nos Estados Unidos subiram cerca de 45%. Analistas do banco holandês ING destacaram em um relatório que esse aumento nos preços é atribuído a uma deterioração nas perspectivas de oferta para a safra de cacau 2023/2024.

A preocupação se intensificou após a Costa do Marfim, responsável por quase metade da produção global de cacau, cerca de 2 milhões de toneladas, anunciar a suspensão das vendas para compradores estrangeiros a partir de outubro, na próxima safra. Esse país da África Ocidental, que supervisiona a produção de cacau por meio de controle estatal, já havia interrompido alguns contratos de venda antecipada duas semanas atrás, mas agora decidiu cancelar todas as exportações (CEPLAC).

Assim como ocorreu na Índia com o arroz, onde as exportações foram proibidas devido a problemas na safra causados pela falta de chuvas, a Costa do Marfim enfrenta desafios climáticos. Lá, o excesso de umidade resultante de chuvas intensas leva a inundações em áreas de cultivo, tornando-as propensas a pragas e doenças, o que acaba por reduzir a produção (CEPLAC).

Discutir a complexidade do mercado de cacau não é uma tarefa simples, nem definitiva. No entanto, compreender essa dinâmica é fundamental para fortalecer bases técnicas que auxiliem na identificação de cenários promissores para a expansão vertical do agronegócio de cacau no Brasil.

Conforme mencionado pelo analista da CEPLAC (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira), Mendes (2012) esforçar-se para compreender esse conjunto é “pisar em terras traiçoeiras”. E vai mais adiante no que diz respeito ao Mercado de Cacau (artigo publicado no site da CEPLAC, 2012):

“Basta dizer que se comercializa muito mais do que aquilo que realmente irá produzir. Apostam alguns analistas que se comercializa em cada safra entre três e quatro vezes a produção efetiva; trata-se do famoso “comércio de papel”. Dizem até que entre as *commodities* é a mais difícil de trabalhar, dada a grande influência da especulação na formação dos preços. Basta um anúncio “mal humorado” dos tomadores de decisão africanos, especialmente aqueles vindos da Costa do Marfim, Gana e Nigéria, para o mercado ficar nervoso. Desse modo, acertar os prognósticos para o mercado de cacau, ainda é um exercício onde errar é muito fácil (MENDES, 2012).

Ao longo de sua trajetória, o sistema de produção de cacau tem sido marcado por

flutuações nos preços globais, resultantes do processo especulativo intrínseco ao funcionamento dos mercados futuros. E além da problemática voltada para a questão da instabilidade do preço do fruto, outras problemáticas que ainda não são visíveis nesta cultura, precisam ganhar certo destaque. É o caso dos impactos socioambientais da produção cacaueira (Mendes, 2012).

O comércio global transformou a celebração da Páscoa em um evento altamente rentável, onde os ovos de chocolate têm uma presença dominante. Muitos fabricantes aumentam suas equipes para lidar com a crescente demanda nesse período, enquanto lojas e supermercados alocam espaços estratégicos para esse produto (Mendes, 2012)..

No entanto, não há motivos para celebração quando se trata da produção de cacau, a matéria-prima do chocolate. A sustentabilidade e a ética continuam sendo commodities raras em uma cadeia caracterizada pela destruição de florestas nativas e a exploração de trabalho infantil e escravo. A presença de um grande número de pequenos produtores de cacau dificulta o monitoramento, levando a um aumento significativo do desmatamento para viabilizar o cultivo deste produto.

Segundo Matheus Chiabi (2021), hoje, a maior parte do óleo de palma utilizado na produção de chocolate, em conjunto com o cacau para conferir textura e durabilidade, provém de regiões como Malásia, Indonésia, Bornéu e Sumatra. Com 80% dos incêndios nesses locais relacionados a essa produção, as florestas locais estão sendo devastadas.

Esse fenômeno acarreta na perda de biodiversidade, como evidenciado no caso dos orangotangos, que perdem seus habitats e são encontrados apenas nas florestas asiáticas. Além disso, resulta na erosão do solo, na destruição dos ecossistemas e na sedimentação dos cursos d'água.

Situação essa que é agravada pelo fato de que em escala global, de acordo com dados do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), a quantidade de produtores de cacau varia entre 5 e 6 milhões em todo o mundo, sendo que 70% são agricultores de pequena escala. A maior concentração de pequenos produtores está na Costa do Marfim, na África, tornando essa região particularmente afetada pelos maiores danos associados à produção de cacau.

Ainda de acordo com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) Costa do Marfim, um dos principais produtores mundiais de cacau, ilustra um cenário alarmante de degradação florestal, com a região enfrentando extensos desmatamentos. Se esse padrão persistir, é previsto que a floresta desse país deixe de existir até o ano de 2030. No intervalo entre 1990 e 2015, a Costa do Marfim testemunhou uma diminuição de 64% das árvores autóctones, resultando na destruição dos ecossistemas, uma queda na diversidade biológica, a erosão do solo e o assoreamento (acúmulo de sedimentos) dos cursos d'água.

Uma outra questão invade a área social, pois de acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2014, aproximadamente 8 mil crianças e adolescentes entre 10 e 17 anos estão envolvidos na atividade de cultivo de cacau no Brasil. Globalmente, acredita-se que existam incríveis 152 milhões de crianças engajadas nesse setor.

Conforme apontado pela PNUMA, a escassez de recursos e a falta de orientação técnica constituem obstáculos à eficaz administração das plantações de cacau, as quais tendem a se tornar pouco produtivas.

Os pequenos agricultores, para superar esses desafios, optam por desmatar ainda mais as florestas, criando espaço para novas plantações que frequentemente recorrem a pesticidas, ao mesmo tempo em que exploram o trabalho infantil. Tais medidas visam aumentar a produtividade. O cultivo de cacau está associado à exploração do trabalho

infantil, não somente em nações africanas, mas também no Brasil. Em novembro de 2018, o Ministério Público do Trabalho (MPT) e a Organização Internacional do Trabalho (OIT) lançaram um relatório sobre a presença de trabalho escravo e infantil na cadeia produtiva do cacau, destacando "violações de direitos humanos na indústria do chocolate por parte de grandes empresas processadoras de cacau e marcas de varejo".

De acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2014, aproximadamente 8 mil crianças e adolescentes entre 10 e 17 anos trabalham nas plantações de cacau no Brasil.

Lamentavelmente, torna-se evidente que as grandes empresas de chocolate utilizam matérias-primas que resultam da exploração do trabalho infantil, e os consumidores desfrutam desses produtos, muitas vezes sem considerar o sofrimento das crianças forçadas a trabalhar arduamente nas plantações de cacau. Realidade essa, onde é de extrema importância que o governo providencie incentivos e recursos aos produtores para que possam adotar práticas de cultivo de cacau que sejam sustentáveis e que não dependam do trabalho infantil (PNUMA).

Um outro paradigma que inflama este estudo é o fato de que na indústria do cacau, ocorre a produção de uma considerável quantidade de material vegetal não utilizado adequadamente. No entanto, estão sendo incentivadas a implementação de novas tecnologias para a diminuição e aproveitamento desses resíduos, visando a utilização completa do cacau, através de um desenvolvimento sustentável (CEPLAC).

O termo "desenvolvimento sustentável" (DS) foi introduzido internacionalmente em 1972, durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, ocorrida em Estocolmo, Suécia. A partir desse evento, a comunidade global começou a reconhecer a possibilidade de coordenar o desenvolvimento socioeconômico e a preservação ambiental, que anteriormente eram tratados como áreas independentes, de maneira a beneficiar ambos os aspectos de maneira mútua (CEPLAC).

A definição mais comumente adotada, apresentada pela Organização das Nações Unidas (ONU) e divulgada pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1983, descreve o desenvolvimento sustentável como um processo que consegue atender às necessidades da geração presente sem prejudicar a capacidade de suprir as necessidades das gerações futuras. Isso implica promover um nível satisfatório de desenvolvimento social e econômico, possibilitando simultaneamente a utilização responsável dos recursos naturais e a preservação de habitats e espécies naturais. Em resumo, trata-se de um modelo de desenvolvimento que aproveita os recursos naturais de forma responsável e consciente. Esse conceito inaugurou uma nova abordagem para o desenvolvimento econômico, enfatizando a relevância dos fatores ambientais. A estratégia de adotar uma perspectiva sustentável no desenvolvimento valoriza aspectos qualitativos em detrimento dos quantitativos, incluindo a redução do consumo de matérias-primas e produtos primários, além do estímulo à reutilização e à reciclagem. Esse paradigma de desenvolvimento incentiva a preservação dos processos ecológicos essenciais, a manutenção da diversidade genética e o uso responsável de ecossistemas e espécies, enquanto também busca igualdade no acesso aos recursos e promove mudanças que consideram as necessidades presentes e futuras, abrangendo a exploração de recursos, orientação dos investimentos, direcionamento tecnológico e reformas institucionais.

Della et al. (2005) analisou as etapas envolvidas na reutilização de resíduos provenientes da agroindústria e indicou que os resíduos industriais gerados no presente já não devem ser categorizados como resíduos descartados, mas sim reconhecidos como elementos residuais com potencial para servir como recursos materiais ou fontes de energia. Esses materiais podem ser submetidos a processos de reciclagem, desde que haja

incentivos adequados.

Nas últimas décadas, tem havido um aumento significativo na busca pela utilização dos resíduos gerados pela agroindústria, agora conhecidos como biomassa residual. Esse interesse crescente é motivado pelo aumento da produção desses resíduos devido ao crescimento da população mundial e à expansão das atividades agrícolas em escala global. Grande parte dessa biomassa é composta por materiais lignocelulósicos, o que a torna uma fonte abundante de matéria-prima renovável na natureza. Após passarem por processos de transformação, os resíduos agroindustriais adquirem maior valor agregado. Devido à predisposição natural do Brasil para a geração desses resíduos, acredita-se que o potencial de benefícios econômicos para o país seja substancial (CASTRO, 2010).

No Brasil, é possível encontrar uma variedade considerável de resíduos agrícolas. Cada nação ou região apresenta um tipo específico de resíduo devido às suas atividades agrícolas e industriais particulares. No estado da Bahia, a produção de cacau desempenha um papel significativo na agricultura do país. A proporção de subprodutos e resíduos do cacau que pode ser aproveitada é bastante substancial. Geralmente, a casca do fruto de cacau não é utilizada para fins de adubação do cacaueiro. Por outro lado, o farelo de cacau é um subproduto gerado durante o processo de torrefação da amêndoa na indústria, visando a obtenção da manteiga de cacau e do chocolate. No entanto, seu uso é limitado na alimentação animal devido à presença de uma substância tóxica conhecida como teobromina (PIRES et al., 2004).

O farelo e a casca provenientes do fruto do cacaueiro constituem os resíduos mais abundantemente gerados, com potencial para serem empregados na produção de biogás, biofertilizantes, briquetes e também como substrato no processo de elaboração de enzimas. Assim, um dos propósitos desta pesquisa é voltar o olhar para valorização da produção de cacau, através da utilização completa de suas partes, onde muitas vezes os produtores acabam descartando o resíduo do cacau em meio ambiente, não sabendo reutilizar esse débris do cacau. É relevante ressaltar como essa abordagem ecológica na gestão da biomassa remanescente pode contribuir de maneira sustentável para o progresso econômico (PIRES et al., 2004).

Atualmente, tanto os institutos de pesquisa científica como o mercado global estão focados em tecnologias sustentáveis que minimizem o impacto na sociedade e ofereçam benefícios financeiros. A Biotecnologia e a Nanotecnologia têm desempenhado um papel crucial nesse aspecto, visto que abordam um conjunto de ideias, conhecimentos e ferramentas experimentais que proporcionam um nível inovador de controle sobre a matéria em condições naturais. Isso resulta na criação de novas estruturas organizadas a partir da escala molecular, dotadas de características tanto microscópicas quanto macroscópicas. Essas estruturas são capazes de desempenhar funções essenciais para a melhoria da qualidade de vida humana, como destacado por Galembeck e colaboradores (2009).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Adentrando mais afincado nas propriedades das famílias visitadas, o foco foi direcionado ao diálogo e ao questionamento sobre a cultura do cacau, por meio de uma entrevista semiestruturada. Durante essa interação, foi indagado um aprofundamento voltado ao entendimento sobre as práticas agrícolas relacionadas ao cultivo do cacau, explorando aspectos como técnicas de plantio, colheita e processamento, além de aspectos culturais e históricos associados a essa atividade.

Através dessa abordagem, foi possível enriquecer ainda mais o conhecimento sobre a cultura do cacau na região, destacando a importância do envolvimento direto das famílias agrícolas no processo de pesquisa e aprendizado. Essa troca de experiências e conhecimentos contribuiu para uma compreensão mais abrangente e profunda da realidade agrícola local e fortaleceu os laços entre os pesquisadores e a comunidade estudada.

É importante destacar que o conhecimento popular desses agricultores, desempenha um papel fundamental no contexto científico, contribuindo para o processo de descoberta, compreensão e aplicação do conhecimento. Embora muitas vezes seja considerado menos formal do que o conhecimento científico, o conhecimento de senso comum é frequentemente o ponto de partida para investigações mais detalhadas e aprofundadas. Ele fornece uma base sólida de entendimento sobre o mundo ao nosso redor, ajudando os cientistas a formular hipóteses e direcionar suas pesquisas.

O senso comum dos trabalhadores rurais nos leva a considerar outras situações em que empregamos a ciência sem perceber sua natureza, levando-nos a refletir sobre a importância dos pequenos atos.

Paulo Freire, em suas primeiras práticas inicialmente relacionadas ao problema da alfabetização de adultos, também confrontou a questão da relação entre o conhecimento sistematizado e os saberes cotidianos e de senso comum. Segundo o autor, a compreensão do mundo precede a compreensão da palavra escrita, e, portanto, a alfabetização deveria ser realizada dentro de um processo de conscientização, visando à superação da consciência ingênua em favor de uma consciência crítica.

Em sua obra "Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa", Paulo Freire expressa de forma bastante clara sua opinião sobre essa questão:

Na verdade, a curiosidade ingênua que, “desarmada”, está associada ao saber de senso comum, é a mesma curiosidade que, criticizando-se, aproximando-se de forma cada vez mais metodologicamente rigorosa do objeto cognoscível, se torna curiosidade epistemológica. Muda de qualidade, mas não muda de essência (FREIRE, 1996, p.31).

Além disso, o conhecimento de senso comum muitas vezes oferece insights valiosos e perspectivas únicas que podem ser incorporadas à ciência. Por meio da observação e da experiência prática, as pessoas desenvolvem uma compreensão intuitiva de fenômenos naturais e processos complexos. Essas percepções podem inspirar novas áreas de investigação científica ou fornecer orientações sobre como abordar problemas específicos.

Portanto, valorizar e integrar o conhecimento de senso comum no processo científico pode enriquecer a pesquisa e promover uma compreensão mais completa e holística do mundo ao nosso redor, e é o que esta pesquisa quer tratar, diante da aprendizagem de Física nas escolas do Município de Águia Branca/ES abordada a partir das práticas de cultivo do cacau por famílias agrícolas, partindo da observação das práticas rurais presentes na cacaucultura.

4.1 O conhecimento de senso comum presente na cacaucultura das famílias agrícolas de Águia Branca - ES.

Dentro do contexto etnográfico, buscando compreender melhor a dinâmica das famílias agrícolas, foram realizadas observações na propriedade rural de três famílias, sendo duas propriedades situadas no Cº Ebenézer e a outra propriedade localizada no Cº da Prata, no assentamento Rosa de Saron, todas na zona rural do município de Águia Branca. A escolha desses grupos familiares específicos se deve ao fato dos estudantes selecionados estarem inseridos diretamente na produção cacaueira, e suas famílias apresentarem características típicas de várias outras famílias que residem e trabalham na zona rural do Espírito Santo. Além disso, essas famílias se alinham com o foco da pesquisa em questão, uma vez que são famílias tradicionais que cultivam a terra sem recorrer à contratação de mão de obra externa.

No decorrer do processo de coleta de dados, acompanhou-se estas famílias em diversos momentos de suas rotinas na propriedade rural que possuem. O intuito era aprofundar o conhecimento e compreender a dinâmica diária da família, além de realizar comparações entre o discurso verbalizado e as práticas observadas. Dessa forma, buscava-se obter informações mais precisas sobre a influência da teoria na execução das atividades agrícolas.

Na pacata propriedade rural da Família 01, localizada no córrego da Prata que se distancia cerca de 7 km da sede do município de Águia Branca, a vida se desenrola em harmonia com a natureza e o trabalho árduo da terra. Composta pelo pai, mãe e três filhos, esta família de agricultores empenha-se diariamente no cultivo da terra e na criação de gado. O patriarca, possui apenas o ensino fundamental e com suas mãos calejadas pelo labor diário, lidera as atividades agrícolas, dedicando-se com afinco ao plantio e à colheita dos alimentos que sustentam a família e abastecem a comunidade local. Ao lado dele, a matriarca com sua sabedoria e habilidades culinárias, desempenha um papel fundamental na administração do lar e no cuidado do rebanho,

Os três filhos, cresceram imersos no ritmo sazonal da vida no campo, porém a mais velha, optou pela carreira bancária, se graduando em Administração. Já os outros dois filhos aprenderam desde cedo os segredos da terra e o valor do trabalho duro. Juntos, eles auxiliam os pais nas diversas tarefas agrícolas, desde o manejo do gado até o plantio e a colheita das lavouras. O filho do meio, demonstra interesse especial pela criação de gado, seguindo os passos do pai com dedicação e entusiasmo. O filho caçula, estudante da 3ª série do ensino médio e parte importante dessa pesquisa, mostra aptidão para a jardinagem, cultivo de hortaliças, cacau e possui um tino para o empreendedorismo.

Na propriedade onde residem, os pais dedicam-se diariamente ao cuidado da terra que lhes foi legada por seus antecessores. Embora não tenham tido a oportunidade de receber uma educação formal, eles reconhecem o valor da instrução e fazem questão de investir no futuro de seus filhos.

Mesmo entre as tarefas árduas da vida no campo, esses pais encontram tempo para incentivar e apoiar os estudos de seus filhos. Com amor e dedicação, eles compartilham suas experiências e sabedoria, transmitindo valores como a perseverança e o respeito pelo conhecimento.

Conscientes das oportunidades que a educação pode proporcionar, esses pais fazem sacrifícios para garantir que seus filhos tenham acesso a uma formação adequada. Seja economizando para comprar material escolar, seja encorajando-os a buscar conhecimento além dos limites da comunidade rural, eles demonstram um compromisso inabalável com o desenvolvimento educacional de suas crianças.

Apesar das dificuldades e das limitações enfrentadas, esses pais são exemplos de determinação e generosidade. Seu maior desejo é ver seus filhos prosperarem, munidos não apenas da habilidade de cultivar a terra, mas também do poder transformador do saber. Assim, através de seu amor incondicional e de sua fé na educação, eles moldam um futuro promissor para as gerações vindouras.

Como os pais expuseram, a vida no campo é desafiadora e incerta, com o trabalho árduo nas terras e a imprevisibilidade das colheitas. Conhecem bem os rigores da lida da roça, sabendo que nem sempre os frutos do trabalho são abundantes. Por isso, valorizam a educação como um meio de oferecer oportunidades melhores para suas crianças. Enxergam nos estudos uma maneira de abrir portas e construir um futuro mais estável e próspero, longe das dificuldades enfrentadas na agricultura. Assim, incentivam seus filhos a se dedicarem aos estudos, acreditando que o conhecimento é uma ferramenta poderosa para superar os desafios da vida no campo e alcançar seus sonhos.

Os pais relataram que desde tenra idade, os filhos do meio e o caçula, desenvolveram um forte vínculo com o trabalho do campo, inspirados pelo exemplo e pela dedicação de seus pais. Cresceram imersos nas atividades rurais, aprendendo a valorizar cada aspecto do cultivo da terra e do cuidado com os animais. Para eles, o trabalho na propriedade da família não era apenas uma obrigação, mas sim uma paixão compartilhada. Passavam os dias lado a lado com os pais, absorvendo conhecimento e contribuindo com seu próprio esforço, sempre com sorrisos no rosto e o desejo de fazer mais.

Essa conexão profunda com a vida no campo não apenas moldou suas habilidades práticas, mas também cultivou valores essenciais, como resiliência, trabalho em equipe e respeito pela natureza. Para os filhos, cada dia era uma oportunidade de aprender algo novo e de fortalecer os laços familiares que eram tão preciosos para eles. Mesmo diante dos desafios e das incertezas que o trabalho agrícola muitas vezes apresentava, os dois filhos permaneciam firmes em sua decisão de seguir os passos de seus pais. Para eles, não havia lugar melhor para estar do que ao lado da família, cultivando não apenas a terra, mas também os laços afetivos que os uniam.

Ao iniciarmos a conversa sobre o início da cultura do cacau, o filho caçula que é o mais interessado na produção, explicou como deu-se o processo de implantação das lavouras:

***Filho caçula:** “Na nossa família, a cultura do cacau começou a florescer graças ao incentivo do meu avô paterno. Ele viu o potencial do cultivo de cacau como uma forma de diversificar nossa produção na propriedade. Com seu entusiasmo e conhecimento, ele nos orientou e encorajou a investir nessa cultura, mostrando-nos como poderíamos aproveitar ao máximo as condições da terra e do clima local. O legado do meu avô não é apenas uma história de crescimento econômico, mas também de conexão com a terra e tradição familiar. Suas sábias orientações*

continuam a nos guiar, mesmo depois de sua partida, e cada vez que colhemos os frutos do cacau, lembramo-nos com carinho do seu legado e da sua dedicação à nossa propriedade.”

O pai partilha que quando começaram a plantar cacau na propriedade, lembra bem, que foram tempos de paciência e trabalho árduo. Foram cerca de três anos até que os primeiros frutos começassem a surgir. Ele destaca que:

***Pai:** Parece pouco tempo agora que olho para trás, mas na época, cada dia parecia uma eternidade. Mas valeu a pena, sabe? Ver aquelas primeiras flores e frutos de cacau surgindo nos cacaueiros foi como ver um sonho se tornando realidade. Foi um momento de orgulho e alegria para toda a família. Acho que é isso que torna a vida no campo tão especial, essas pequenas vitórias que vêm com o tempo e o esforço dedicados à terra.*

Ao serem questionados sobre o destino final da primeira colheita, o pai lembrou que quando olha para trás, recorda com orgulho o momento em que colheram os primeiros frutos da sua lavoura. Com o auxílio dos filhos e da esposa, colheram os frutos, que eles mesmos cuidaram, e os viram crescer até ficarem maduros. Com esforço e dedicação, ele os secou ao sol, garantindo que estivessem prontos para a venda. Ao comercializar esses frutos, ele não apenas ganhou algum dinheiro, mas também sentiu uma sensação de realização por ver seu esforço ser reconhecido e valorizado pelos outros.

Essa foi apenas uma das muitas etapas da sua jornada como agricultor, mas foi um marco significativo que o impulsionou a continuar cultivando e colhendo os frutos do seu trabalho com amor e dedicação.

Sobre a chegada das primeiras mudas de cacau na propriedade, eles relatam que foram aguardadas com expectativa, pois se tratava de uma nova cultura chegando. Adquiridas de um viveiro em São Domingos do Norte, as mudas representavam o início de um novo ciclo na propriedade. Ao chegarem, decidiram dar às plantas um tempo para se aclimatarem ao ambiente. Assim, as deixaram descansando na sombra por dois dias, proporcionando-lhes um ambiente tranquilo para se adaptarem, regando-as com água para “descansarem” da viagem.

Ao serem questionados sobre esse procedimento de “descanso” das mudas, no qual foram questionados com quem eles aprenderam isso, imediatamente o filho caçula respondeu:

***Filho caçula:** Meu avô sempre teve um jeito especial de lidar com as mudas que chegavam à nossa propriedade. Lembro-me como se fosse ontem, toda vez que uma nova remessa de mudas de café chegava, ele fazia questão de deixá-las descansar por dois dias antes de plantá-las. Era como se as plantas precisassem recuperar o fôlego da viagem, assim como nós depois de uma longa jornada. Meu avô também tinha o hábito de regar delicadamente as mudas recém-chegadas com água fresca. Ele dizia que isso ajudava a revitalizá-las e a prepará-las para o novo ambiente. Era incrível ver como ele cuidava delas com tanto carinho e dedicação. As mudas que meu avô tratava com tanto cuidado e atenção sempre se desenvolviam de forma saudável e vigorosa. Não era apenas uma questão de técnica, mas sim de uma conexão especial que ele tinha com as plantas.*

Durante esse período de descanso, os proprietários observavam as mudas, ansiosos para vê-las crescer e prosperar na terra da propriedade. Cada folha e broto eram sinais de esperança e promessas de futuras colheitas. Enquanto as mudas descansavam, eles planejavam os próximos passos, imaginando o potencial daquelas plantas para transformar a paisagem da fazenda, relata a matriarca da família.

Após o dia de descanso, era o momento de plantar as mudas no solo da propriedade. Ao caminharmos pela propriedade, o patriarca relata como se deu o processo do plantio das mudas, e diz que herdou de seu pai que selecionava as melhores mudas de cacau, aquelas que “prometiam” prosperidade e saúde. Ele explica que as mudas eram plantadas em vagens especialmente preparadas para receber o plantio, criando um ambiente propício para o crescimento das jovens plantas, processo esse que se dá até os dias de hoje, após uma visita de um Técnico Agrícola.

Aqui, aparece na conversa pela primeira vez a expressão: “Técnico Agrícola”. Em um longo relato, ao ser perguntado sobre como se deu esse contato com um Técnico Agrícola, o pai responde:

***Pai:** “A razão pela qual decidimos receber a visita desse técnico agrícola em nossa propriedade para dar uma olhada nas nossas lavouras de cacau é simplesmente porque queremos sempre melhorar, não é? Às vezes, é preciso aceitar a ajuda de quem entende do assunto para garantir que estamos fazendo tudo da melhor maneira possível. Cuidar das nossas plantações de cacau é um trabalho árduo, e nós sempre buscamos fazer o melhor que podemos. Mas, quando alguém com conhecimento técnico se oferece para nos dar conselhos e sugestões, é uma oportunidade que não podemos deixar passar. Afinal, estamos sempre buscando aprender e aprimorar nossas técnicas para garantir que tenhamos uma boa colheita e que nossas plantas cresçam saudáveis. Além disso, receber visitas como essa nos permite trocar experiências e aprender com os outros. Cada pessoa tem uma visão única e pode nos oferecer novas ideias que talvez nunca teríamos pensado por conta própria. E, quem sabe, talvez possamos até mesmo compartilhar nossos próprios conhecimentos e ajudar o técnico de alguma forma. Então, é por isso que decidimos aceitar essa visita. Estamos sempre abertos a aprender e melhorar, e se essa visita puder nos ajudar nisso, então será bem-vinda em nossa propriedade a qualquer momento.”*

O papel do técnico agrícola na assistência às famílias agrícolas é fundamental para o desenvolvimento sustentável e aprimoramento das práticas agrícolas. Esses profissionais desempenham um papel multifacetado, atuando como parceiros e facilitadores no cotidiano dessas famílias, proporcionando suporte técnico e orientações precisas.

Os técnicos agrícolas oferecem orientações personalizadas, levando em consideração as necessidades específicas de cada família e as características da sua propriedade. Eles colaboram na escolha das melhores técnicas de cultivo, manejo do solo e utilização de recursos naturais, visando aumentar a produtividade de forma sustentável.

Analisando o panorama histórico da Educação Agrícola, é evidente, conforme discutido por Romanelli (1999) e Araújo (2003), que ao longo do tempo ela foi direcionada para capacitar jovens pertencentes às classes menos favorecidas, visando suprir as demandas de um sistema capitalista em constante expansão no país. Inicialmente, o ensino era predominantemente oferecido nas Escolas Agrotécnicas, especialmente nas instituições federais, que contavam com recursos financeiros mais abundantes em comparação com as estaduais e as poucas administradas pelos municípios.

Além disso, os técnicos agrícolas desempenham um papel importante na disseminação de informações sobre novas tecnologias e práticas agrícolas inovadoras. Eles organizam treinamentos, workshops e demonstrações práticas para capacitar os agricultores, ajudando-os a adotar métodos mais eficientes e econômicos.

Outro aspecto crucial do trabalho dos técnicos agrícolas é a assistência na gestão financeira e administrativa das propriedades. Eles auxiliam na elaboração de planos de negócios, na obtenção de financiamentos e na implementação de estratégias para maximizar os lucros e reduzir os custos de produção. Desempenham também um papel importante na promoção da sustentabilidade ambiental, incentivando o uso responsável dos recursos

naturais e a adoção de práticas de conservação do solo e da água.

Conforme as diretrizes do SENAR, as características primordiais do solo requeridas para o cultivo do cacaueiro incluem uma profundidade superior a 1 metro. Para avaliar essa profundidade, é comum abrir valas ou examinar os barrancos nas proximidades do local de plantio, analisando o perfil do solo.

Quanto à textura, prefere-se solos com uma composição areno-argilosa ou argilo-arenosa (textura média), embora seja possível implantar a cultura em outros tipos de solo, como arenosos ou argilosos, desde que sejam adotadas práticas de manejo e conservação adequadas. É crucial que os solos não fiquem encharcados e não apresentem problemas de drenagem.

Em áreas propensas a alagamentos durante períodos de chuvas intensas, é recomendável instalar um sistema de drenagem, utilizando drenos, sulcos ou valetas para escoar o excesso de água. Além disso, é essencial que os solos estejam livres de camadas de impedimento, sendo necessário realizar a subsolagem em solos compactados para desfazer a camada adensada.

Ao tratarmos do assunto solo, surgiu da filha mais velha, que até o momento estava só observando a conversa, o termo “é Física pura!”.

Questionando sobre o porquê da “Física pura” no processo do plantio do cacau no solo, ela voltou-se dizendo que já havia escutado o Técnico falar sobre a importância da física do solo para o cultivo, onde destacou sobre algumas temáticas importantes que serão abordadas a frente, nesta pesquisa: compactação do solo e drenagem.

Ainda na perspectiva do plantio das mudas de cacau, eles destacam as variedades que são cultivadas na propriedade: PN 15, CCN 51, BN 34 e o PS 1319.

Em relação ao manejo da cultura, os principais desafios que a família enfrenta na cultura do cacau, o filho caçula relata:

***Filho caçula:** “O cacau, digamos que em um resumo, ele é igual “menino novo”. O cacau necessita de muita atenção para os seus cuidados. Não adianta você deixar muda de cacau largada, e depois você querer consertar ela. O cacau é moldado desde pequeno, tanto na questão da poda, da adubação, que são os dois principais fatores. Dentre os principais fatores dos desafios, está a questão de insetos que atrapalham o cacau, mas nada que um fungicida a base de cobre não resolva. O fungicida pega os fungos, que também é outra problemática do cacau. Então, fazendo essas três coisas, você sempre tem um cacau muito bom.”*

Toda a família se mostrou bem informada sobre os processos produtivos do cacau, era perceptível a clareza e a consistência das informações e das histórias relatadas por eles. Sem ao menos, entrarmos no assunto, já expuseram sobre as necessidades para o cultivo do cacau, onde destacaram as exigências agroclimáticas do cacaueiro, no qual esbarramos no fator temperatura, senso comum entre os membros da família, em não fazer o plantio em dia muito quente, conhecimento esse, herdado do avô paterno.

Esse conhecimento trazido pela família, vai de encontro com o que especifica o manual do SENAR, no que diz respeito às condições exigidas para o cultivo, para garantir uma floração abundante e uma frutificação satisfatória do cacaueiro, é necessário que a temperatura média se mantenha acima de 22°C. Além disso, para favorecer a abertura de gemas e a formação adequada de frutos novos, é recomendável que a temperatura máxima não ultrapasse 28°C, enquanto a mínima não deve ser inferior a 9°C.

Aprendendo mais sobre o plantio, a família diz que geralmente é realizado no início da estação chuvosa, mais fresca. Em outras épocas, sua viabilidade depende da disponibilidade de irrigação complementar, das características topográficas da área, da orientação em relação ao sol (áreas expostas ao sol durante a tarde podem causar maior

estresse nas plantas) e da presença de sombreamento adequado, entre outros fatores.

Eles deixam claro que o cacauieiro, como toda planta, requer sombra para se proteger dos raios solares. Especialmente quando jovem, a planta necessita de uma maior quantidade de sombra. Geralmente, essa sombra pode ser temporária ou permanente, dependendo das condições específicas do local de cultivo e das necessidades da planta.

Segundo o manual do SENAR, sobre produção, manejo e colheita, tanto o sombreamento temporário quanto o permanente devem ser estabelecidos de 6 meses a 1 ano antes do plantio da plantação de cacau. É aconselhável permitir a entrada de luz de 25 a 50% nos estágios iniciais de crescimento das mudas. Conforme as plantas se desenvolvem, é importante aumentar gradualmente a quantidade de luz para cerca de 70%. Isso pode ser alcançado através de desbastes e podas das espécies usadas para sombreamento.

É perceptível o cuidado de toda a família em relação ao manejo dos cacauieiros, porém aqui se destaca o trabalho do filho caçula, onde segundo o mesmo foi buscar informações adequadas para o manejo correto, abrangendo: adubação, poda e principalmente o funcionamento da irrigação nessa plantação.

O filho caçula ao ser perguntado como se dá o processo de irrigação nas lavouras, expõe:

Filho caçula: “Aqui em casa a gente usa uns microaspersores pra mandar água pra área, mas não é aquela chuva toda de uma vez, é mais aos pouquinhos, sabe? Aí, a água fica mais pertinho da copa da planta, o que é bem legal pra ela.”

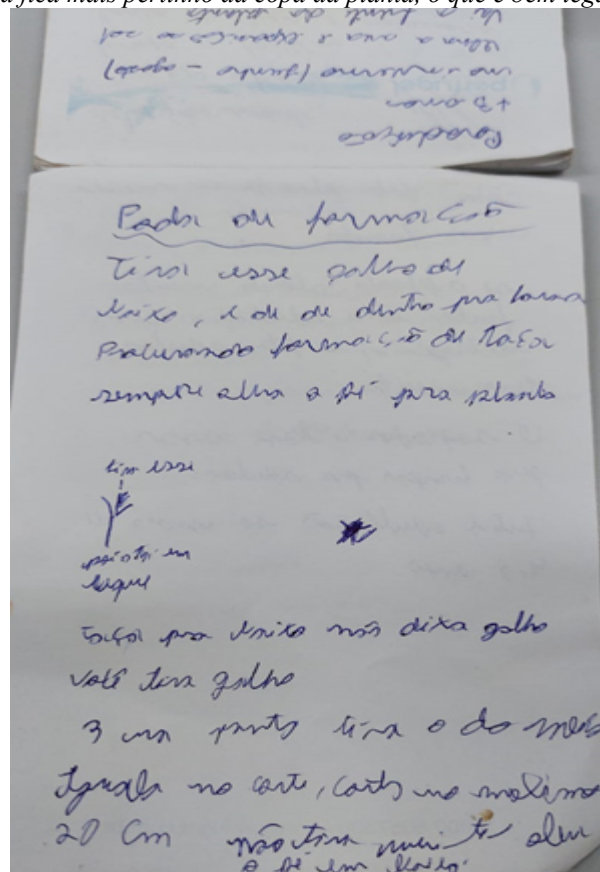


Figura 5. Bloco de anotações do filho caçula da Família 01, com observações do curso sobre cacau do SENAR.

Fonte: Arquivo Pessoal.

Segundo o SENAR, atualmente, a irrigação é vista como uma prática agrícola essencial para aumentar a produtividade na cacauicultura de forma mais eficiente e econômica. Consiste na aplicação artificial de água às plantas, com o objetivo de

compensar a escassez, a irregularidade ou a má distribuição das chuvas naturais.

Ao percorrer os caminhos sinuosos da propriedade rural dedicada ao cultivo do cacau, é impossível não se impressionar com o sistema de irrigação adotado. Sob os raios do sol que dançam entre as folhas das árvores, é possível observar pequenos dispositivos espalhados estrategicamente pelos canteiros de cacau. São os microaspersores, delicados em sua aparência, mas poderosos em sua função. Com um movimento gracioso, eles liberam suavemente gotículas de água sobre as plantas sedentas, garantindo que cada uma receba a quantidade ideal de umidade para seu desenvolvimento saudável.

A eficiência desse sistema de irrigação é evidente em cada folha que balança ao vento, revelando uma exuberância verde que contrasta com o solo árido ao redor. Enquanto observo o ciclo contínuo da água, sinto-me testemunha privilegiada de uma simbiose perfeita entre a tecnologia e a natureza. As plantas de cacau, agraciadas com o toque suave das gotas d'água, respondem com vigor, oferecendo promessas de futuras colheitas abundantes.

Segundo Frizzzone (1992), a eficiência de aplicação diz respeito à proporção entre a quantidade de água absorvida pela cultura e a quantidade fornecida pelo emissor. Podemos atingir índices elevados de eficiência por meio de um planejamento adequado do sistema, a utilização de equipamentos apropriados e uma gestão criteriosa dos recursos hídricos. Diversos fatores influenciam a eficácia da aplicação em sistemas de microaspersão, incluindo a uniformidade das vazões, a evaporação e a deriva da água durante a aplicação, além da percolação abaixo da zona radicular da cultura. A frequência da irrigação também desempenha um papel importante na eficiência da aplicação, pois irrigações mais frequentes podem aumentar as perdas de água por evaporação do solo.

No entanto, é preciso reconhecer o cuidado e a dedicação por trás desse sistema de irrigação. Os agricultores desta propriedade demonstram um compromisso admirável com a sustentabilidade, utilizando a água de forma responsável e minimizando o desperdício. Cada detalhe desse processo reflete não apenas a busca pela eficiência, mas também um profundo respeito pela terra e seus recursos.

Eis que uma questão é levantada sobre a vazão nesse sistema de irrigação: o que a Física tem a ver com o processo de irrigação?, pergunta essa que será respondida no decorrer do próximo capítulo.

Um cacauzeiro precisa de aproximadamente 3,5 milímetros ou 31,5 litros de água diariamente para atender às suas exigências de hidratação. Para assegurar essa oferta durante períodos de escassez de chuva, é crucial avaliar a quantidade de água necessária para irrigar uma área específica, considerando uma variedade de fatores como a quantidade e a idade das plantas, as metas de produtividade, as condições climáticas locais, o tipo de solo e a disponibilidade de água na fonte de captação.

Ademais, a qualidade da água é um elemento crucial a se levar em conta no planejamento e na execução do sistema de irrigação. É vital verificar vários critérios, incluindo o pH (Potencial Hidrogeniônico), a CE (Condutividade Elétrica), os TSD (Totais de Sais Dissolvidos) e a presença de íons como sódio, potássio, cálcio, magnésio, cloretos, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos e boro. Esses aspectos não apenas garantem o fornecimento adequado de água, mas também promovem a saúde e o desenvolvimento vigoroso das plantas de cacau, como nos indica o SENAR.

Procurando observar o modo da colheita, durante a visita à lavoura de cacau da família, foi nítido o árduo trabalho que envolve a colheita deste precioso fruto. Caminhando entre as fileiras de cacauzeiros, observou-se como os irmãos utilizavam um alicate de poda para colher os frutos maduros, sempre afirmando a eficiência deste no processo da colheita.

Questionando um dos irmãos sobre o porquê do uso do alicate, tive uma explicação sobre o conceito de força e pressão aplicadas no alicate, para a colheita, onde o mesmo

relata que por causa da alavanca do alicate, não precisa pressionar até o final para que o fruto caia no chão.

A cena dos irmãos colhendo cacau com alicates de poda foi um lembrete poderoso da simplicidade e da eficácia das práticas tradicionais na agricultura. Em um mundo cada vez mais dominado pela tecnologia, era possível testemunhar a conexão íntima entre seres humanos e a terra, e a habilidade deles em prosperar utilizando métodos ancestrais.

Nas visitas à propriedade da família 02, a dinâmica familiar é estruturada da seguinte forma: Os pais, são trabalhadores rurais, que dedicam muito ao cuidado com a propriedade. O patriarca, que frequentou a escola até a 3ª série do ensino fundamental, e a matriarca, até a 4ª série, carregavam consigo uma bagagem de conhecimento prático, adquirido nas longas jornadas de trabalho nos campos.

Eles prontamente narram que encontraram na terra e no cultivo do cacau não apenas uma fonte de sustento, mas também um caminho para proporcionar um futuro melhor para seus filhos. Cada membro desempenha um papel vital, contribuindo para o bom andamento e a manutenção da propriedade. Enquanto os pais dedicam longas horas ao trabalho nas plantações, os três filhos, mesmo ainda jovens, assumem responsabilidades que vão desde auxiliar na colheita até ajudar nos afazeres domésticos.

É evidente que o cultivo da propriedade não é apenas uma questão de sobrevivência, mas também de educação. Os pais compreendem profundamente a importância do conhecimento e do aprendizado na busca por um futuro melhor. É por isso que, apesar das dificuldades enfrentadas, eles fazem questão de garantir que seus filhos tenham acesso à escola e às oportunidades que eles próprios não tiveram.

Apesar das limitações acadêmicas enfrentadas pelos pais, eles sempre enfatizam a importância dos estudos para o desenvolvimento pessoal e profissional de seus filhos. Com uma humildade admirável, eles reconhecem que a educação é a chave para abrir portas e conquistar novas oportunidades, mesmo em um contexto predominantemente agrícola como o deles.

Essa consciência da importância dos estudos reflete-se na forma como a família valoriza a escola e incentiva os filhos a dedicarem-se aos estudos, mesmo que isso signifique enfrentar desafios adicionais de conciliar os compromissos na lavoura com as responsabilidades escolares. Os pais, apesar de suas próprias limitações educacionais, apoiam ativamente seus filhos em suas jornadas acadêmicas, demonstrando um compromisso inabalável com o futuro e o bem-estar da família.

Na família, também há uma opinião em comum, de que o ensino voltado para o meio onde o estudante vive é mais eficaz. Isso se dá pela seguinte fala do patriarca que diz: “[...] se a escola ensinasse os meninos sobre a lida da roça, a gente ia produzir mais e melhor”.

É válido refletir sobre um sistema educacional atual que não considera as necessidades dos filhos de agricultores. As demandas específicas dessa comunidade não são contempladas nos currículos das escolas que oferecem cursos relacionados à agricultura e pecuária. Há uma crença de que tais currículos deveriam integrar de forma mais abrangente a prática diária nos ambientes escolares, familiares e comunitários (CALIARI, 2012).

Os pais relatam que sempre notaram o interesse genuíno de seus filhos pelas atividades relacionadas ao meio rural. Desde tenra idade, eles demonstravam uma afinidade natural com a terra e um fascínio especial pelo cultivo do cacau. Era evidente para os pais que seus filhos encontravam alegria e satisfação nas tarefas agrícolas, especialmente quando se tratava da lavoura de cacau.

Ao longo dos anos, os filhos se envolveram ativamente nas atividades da propriedade, ansiosos para aprender e contribuir da melhor forma possível. Eles absorviam os ensinamentos dos pais com entusiasmo, demonstrando uma dedicação incomum para sua

idade. Cada visita à lavoura de cacau se tornava uma oportunidade de aprendizado e descoberta, repleta de experiências enriquecedoras e momentos de cumplicidade familiar, assim relata o pai.

Na família observada, uma característica marcante é a frequente menção aos antepassados, especialmente quando o assunto é o trabalho rural. A cada visita familiar ou visita à lavoura, é comum ouvir histórias sobre os feitos dos avós e bisavós no campo, como se essas memórias fossem tesouros a serem compartilhados e preservados.

Para eles, os antepassados são mais do que simplesmente figuras do passado; são fontes de inspiração e exemplos a serem seguidos. Cada história contada é repleta de admiração e orgulho, destacando a dedicação, a determinação e a sabedoria transmitidas de geração em geração. Essas narrativas servem não apenas para manter viva a memória dos que vieram antes, mas também para reforçar os valores fundamentais que regem a vida da família. O respeito pela terra, o trabalho árduo e a união familiar são apenas alguns dos ensinamentos que foram passados de pai para filho ao longo dos anos.

Assim, ao ouvir as histórias dos antepassados, é como se cada membro da família pudesse sentir-se conectado a uma linhagem de trabalhadores rurais dedicados, cujo legado continua a inspirar e orientar suas próprias jornadas na agricultura. E mesmo diante das mudanças e desafios do mundo moderno, esses valores ancestrais permanecem como uma bússola, guiando-os no caminho do sucesso e da realização.

Além das práticas agrícolas, as conversas também giravam em torno das superstições que permeavam a vida no campo. Os mais velhos contavam histórias sobre rituais realizados para garantir uma boa colheita, como pendurar ramos de ervas nos canteiros ou fazer oferendas à terra. Embora muitos desses costumes fossem vistos como antiquados por alguns, para a família, eram parte essencial de sua identidade e conexão com suas raízes.

Para eles, falar sobre os antepassados e suas tradições não era apenas uma forma de passar o tempo, mas sim uma maneira de honrar aqueles que vieram antes e reconhecer a sabedoria acumulada ao longo dos anos. Cada história contada era uma celebração da história da família e uma lembrança do legado deixado por aqueles que os precederam.

Deste modo, nas conversas animadas à volta da mesa da cozinha ou nas tardes preguiçosas passadas na varanda, a família observada mantinha viva a memória de seus antepassados, compartilhando suas histórias e lições com as gerações futuras. E, enquanto o tempo avançava e o mundo ao seu redor mudava, essas narrativas ancestrais permaneciam como um elo inquebrável que os ligava ao passado e os guiava para o futuro.

Nessas narrativas, emerge um tema recorrente: o profundo respeito dos antepassados pela natureza. A matriarca, principalmente, descreve como seus ancestrais valorizavam cada aspecto do meio natural, enxergando-o não apenas como um recurso, mas como algo sagrado a ser preservado e reverenciado. Entre as muitas histórias compartilhadas, destacam-se aquelas que falam sobre o conhecimento ancestral da cura pela natureza. A família conta como os antepassados dominavam a arte da medicina natural, recorrendo a ervas, raízes e plantas para tratar uma variedade de males. Era uma prática que não apenas aliviava sintomas, mas também fortalecia os laços entre a comunidade e o ambiente ao seu redor.

Ao observar esta família, fica evidente que ela traz consigo uma grande sabedoria de senso comum em relação aos cuidados com a terra. Cada gesto, cada decisão tomada no manejo da lavoura revela uma profunda compreensão dos ciclos naturais e das necessidades das plantas.

O patriarca da família, trabalhando na terra desde os 7 anos de idade, como descreveu, é uma fonte inesgotável de conhecimento prático. É fácil perceber que seus três filhos valorizam muito esses conhecimentos transmitidos por ele, e a filha do meio, que está

na 3ª série do Ensino Médio, deixa claro em uma de suas falas que: “[...] eu aprendo muito meu pai, sobre como devemos tratar de cada terra, de cada lavoura, e sempre dá certo”.

No campo, por suas características peculiares, o conhecimento para a execução das tarefas é transmitido através das gerações. O pai ensina cedo aos filhos a dominar o saber sobre a produção, e as mães repassam seus conhecimentos para as filhas através da execução das tarefas a elas designadas na divisão sexual do trabalho. Assim, os jovens camponeses prematuramente entram em contato com a aprendizagem “do como fazer” (CALIARI, 2012, p. 37).

A importância de valorizar esses saberes ancestrais vai além do mero reconhecimento; está intrinsecamente ligada ao avanço da ciência e ao desenvolvimento sustentável. Ao observarem os padrões climáticos, entenderem os ciclos naturais das plantas e animais, e dominarem técnicas agrícolas tradicionais, os trabalhadores rurais oferecem uma fonte inesgotável de conhecimento que pode complementar e enriquecer os métodos científicos.

A ciência moderna, com toda a sua tecnologia e rigor metodológico, pode se beneficiar imensamente ao se aliar aos saberes tradicionais dos agricultores. A integração desses dois mundos não apenas promove a inovação, mas também fortalece a resiliência das comunidades rurais frente aos desafios ambientais e sociais.

Ao invés de relegar os conhecimentos dos trabalhadores rurais ao esquecimento, devemos promover uma abordagem colaborativa, na qual suas experiências sejam valorizadas e integradas ao processo de tomada de decisões. Essa parceria entre a ciência e os saberes populares não apenas honra a riqueza cultural das comunidades rurais, mas também impulsiona o progresso em direção a um futuro mais sustentável e equitativo.

Portanto, é essencial reconhecer e celebrar a sabedoria acumulada ao longo de gerações pelos trabalhadores rurais. Somente ao reconhecermos a importância desses saberes e ao integrá-los ao corpo do conhecimento científico, poderemos verdadeiramente avançar rumo a um mundo onde a agricultura seja não apenas produtiva, mas também justa e harmoniosa com o meio ambiente.

A família mencionada comunicou que não recebem, nem nunca receberam, orientação técnica de qualquer profissional ou instituição. Todo o conhecimento que possuem sobre as atividades agropecuárias provém da experiência e da partilha de saberes entre os membros do seu grupo.

Diante disto, é possível observar que os filhos, seguindo os passos dos pais, absorvem esse conhecimento de forma natural, aprendendo desde cedo os segredos do cultivo da terra. Eles compreendem que o sucesso na agricultura não depende apenas de técnicas avançadas, mas também de uma relação respeitosa e harmoniosa com o ambiente ao seu redor.

Essa sabedoria de senso comum é um tesouro inestimável que a família carrega consigo, transmitido de geração em geração. É uma herança que vai muito além das palavras e dos livros, enraizada na experiência vivida e na profunda conexão com a terra. Ao observar essa família, fica claro que o verdadeiro segredo para o sucesso na agricultura está na capacidade de ouvir e aprender com a própria natureza.

Na família que foi observada, a motivação para o cultivo do cacau se revelou bastante evidente. Eles encontraram nessa atividade uma fonte de sustento e prosperidade.

Eles destacam que o principal motivo por trás dessa escolha é a relação custo-benefício favorável que o cultivo de cacau oferece. Tanto os custos de produção quanto os de manejo da plantação são considerados relativamente baixos em comparação com outras culturas. Além disso, o retorno financeiro obtido é considerado satisfatório. Essa combinação de baixos custos e bom retorno torna o cultivo de cacau uma opção atrativa

para essa família. Assim, eles encontraram na cultura do cacau não apenas uma tradição, mas também uma fonte confiável de renda e sustento para o seu lar.

Segundo o patriarca dessa família, as mudas de cacau foram adquiridas em um viveiro localizado no município de Linhares, no Espírito Santo. Estas mudas são conhecidas por serem clonadas, o que implica que são reproduzidas geneticamente a partir de um único indivíduo, garantindo características específicas e desejadas para o cultivo. Essa prática de clonagem proporciona uma uniformidade genética que pode beneficiar a produção, pois as plantas tendem a ter um desempenho mais previsível em termos de crescimento e produção de frutos. Assim, a escolha por mudas clonadas pode representar uma estratégia consciente por parte da família para otimizar a produção de cacau em sua propriedade.

Ele relata ainda que, o processo de cultivo do cacau é meticulosamente planejado e executado. Quando as mudas de cacau chegam à propriedade, não são simplesmente levadas diretamente para o plantio. Em vez disso, são cuidadosamente colocadas em um local específico, onde recebem os cuidados necessários para garantir seu desenvolvimento saudável.

Nesse estágio inicial, as mudas são submetidas a um processo de irrigação regular. Este cuidado contínuo visa preparar o terreno para o plantio adequado das mudas de cacau. Durante esse período, são monitoradas de perto as condições do solo e do ambiente, ajustando-se a quantidade de água e outros nutrientes conforme necessário.

Somente quando o terreno está considerado pronto e propício para o plantio, as mudas de cacau são então transferidas para seus locais definitivos. Esse processo de pré-plantio é fundamental para garantir o sucesso do cultivo, permitindo que as mudas de cacau se adaptem gradualmente ao ambiente e desenvolvam raízes fortes antes de serem transplantadas para o local final de crescimento.

Assim, na família observada, a prática de cuidar das mudas de cacau antes do plantio demonstra um compromisso com a qualidade e o sucesso do cultivo, garantindo colheitas saudáveis e sustentáveis no futuro, mesmo não recebendo algum conhecimento técnico sobre essa produção.

O filho mais velho, comenta que na família, o plantio é mais do que uma tarefa, é uma tradição enraizada que passa de geração em geração. Desde tempos antigos, aprenderam com os antepassados a importância de cultivar a terra e colher seus frutos com respeito e gratidão.

Ele descreve que quando chega a época de plantar, todos se reúnem para dar início ao trabalho: “[...] preparamos a terra com cuidado, fazendo as covas exatamente como nos ensinaram nossos avós. Na nossa família, optamos por realizar o plantio no terreno ao lado da nossa casa, pois reconhecemos a produtividade da terra nesse local. É uma escolha embasada na observação cuidadosa das condições do solo ao longo dos anos. Durante o “tempo das águas”, que é quando a terra está mais propícia para o cultivo, dedicamos nossos esforços ao plantio”.

Ao serem questionados sobre o termo “tempos das águas”, o pai responde: “[...] o que vocês chamam de tempo chuvoso, período de chuvas, aqui no mato a gente fala tempos das águas, que é bom para plantar de tudo, a terra tá “fofa”, bem nutrida e dá de tudo”.

Na sabedoria popular, há um ditado antigo que ressoa através das gerações: "Plante no tempo das águas". Esta máxima transcende o mero conselho agrícola, pois encerra em si uma profunda compreensão da natureza e dos ciclos da vida. Quando as chuvas abençoam a terra, é o momento ideal para semear as sementes que garantirão o sustento no futuro.

Os agricultores sabem que plantar no tempo das águas é mais do que uma questão de conveniência; é uma estratégia para garantir uma colheita abundante. As chuvas nutrem o solo, fornecendo-lhe umidade essencial para o crescimento das plantas. É como se a

própria terra estivesse se preparando para receber as sementes, abrindo-se generosamente para acolher a vida que nelas germinará.

No entanto, esse entendimento não é exclusivo apenas desses indivíduos, conforme apontado por Gonçalves e Bertino (2018): tipicamente, os nordestinos, especialmente os sertanejos, possuem conhecimento de algumas das diversas técnicas de previsão de chuvas que compõem um amplo repertório de sabedoria ancestral. Esse conhecimento é transmitido de geração em geração de forma oral e remonta à Idade Média, trazido pelos colonizadores e já era praticado entre os povos autóctones, que observavam a natureza para desenvolver sua agricultura de subsistência.

Além disso, o tempo das águas traz consigo uma energia renovadora que revitaliza não apenas a terra, mas também aqueles que nela trabalham. É um período de esperança e renovação, em que os agricultores se unem ao ciclo da natureza, confiando na sua capacidade de regeneração e abundância.

Contudo, a sabedoria popular também nos ensina a respeitar os limites da natureza. Plantar no tempo das águas não significa ignorar os sinais de excesso ou escassez. Os agricultores experientes sabem que é preciso equilibrar a generosidade da chuva com a prudência na gestão dos recursos hídricos, garantindo que cada gota seja aproveitada ao máximo.

Assim, a sabedoria do plantio no tempo das águas transcende a mera técnica agrícola. É um lembrete poderoso da nossa conexão com a terra e com os ciclos da vida. Ao semear no momento certo, estamos não apenas cultivando alimentos, mas também cultivando um profundo respeito pela natureza e por nós mesmos.

Na dinâmica agrícola da família 02, foi possível observar após uma visita a propriedade e também na lavoura, que a responsabilidade pelo cultivo e manejo da plantação de cacau recai sobre os filhos. Os filhos se dedicam ao manejo após todos chegarem de suas respectivas escolas, ficando livres para se dedicarem ao cultivo e ajudando nas tarefas. Esta tarefa demanda esforço contínuo e dedicação para garantir uma produção rentável.

Os filhos assumem o papel de cuidadores, monitorando o crescimento das árvores, protegendo-as de pragas e doenças, e realizando as podas necessárias para promover um desenvolvimento saudável. Além disso, cabe a eles a colheita dos frutos, seguida pelo processo de fermentação e secagem das sementes, etapas cruciais para a qualidade final do produto.

Neste contexto, a família investe tempo e recursos na plantação de cacau, visando não apenas o retorno financeiro, mas também a preservação de uma tradição familiar e a continuidade de um legado agrícola. Assim, os filhos se tornam pilares fundamentais na condução deste empreendimento, assumindo um papel ativo na construção do futuro da propriedade rural.

Uma dessas práticas observadas pela família, que envolve o uso de conhecimento técnico, é o sistema de irrigação, onde a opção pela microaspersão se destaca.

Aqui, ao serem interpelados sobre o porquê desse sistema de irrigação e como chegou até eles o conhecimento sobre essa técnica, o patriarca expõe: “[...] nós usamos o “microesprey” depois de verificarmos a eficiência dele na cultura do café, porque a gente consegue vê melhor quando entope e o raio que é molhado é maior”.

A técnica de microaspersão oferece benefícios específicos ao sistema, especialmente na eficiência do uso dos recursos naturais. Em comparação com o método de gotejamento, algumas vantagens notáveis incluem a reduzida ocorrência de obstrução dos emissores, uma área de alcance maior, facilitando a detecção de emissores entupidos, melhor adaptação a culturas com espaçamento amplo e sistemas radiculares extensos, como citrus, banana, manga, entre outras frutíferas. Adicionalmente, é recomendado priorizar o

uso da microaspersão em solos altamente impermeáveis, pois o gotejamento pode não proporcionar a umidade adequada para as culturas, conforme Pizarro Cabello (1996).

O sistema de microaspersão consiste na distribuição controlada de água, de forma uniforme, sobre a área cultivada. Essa técnica possibilita uma irrigação mais eficiente, fornecendo a quantidade adequada de água diretamente às raízes das plantas. Dessa forma, evita-se o desperdício de recursos hídricos e contribui-se para a economia de água.

Além disso, o manejo adequado da cultura do cacau envolve a aplicação de práticas sustentáveis, visando não apenas o aumento da produtividade, mas também a preservação do meio ambiente. Isso inclui o uso responsável de insumos agrícolas, a adoção de técnicas de conservação do solo e a proteção da biodiversidade local.

Assim, ao optar pelo manejo cuidadoso e pela utilização de sistemas de irrigação eficientes, os produtores de cacau podem garantir uma produção sustentável e de qualidade, promovendo o desenvolvimento socioeconômico das comunidades rurais envolvidas na atividade.

Durante a participação em uma colheita de alguns pés de cacau, observou-se um interessante padrão de seleção por parte dos filhos da família envolvida. Eles identificavam os frutos mais avermelhados e robustos como os mais adequados para a colheita. Essa prática, apesar de simples, revelava um conhecimento adquirido pela experiência e transmitido pelos seus pais.

A escolha dos frutos mais maduros e vigorosos é um reflexo da busca pela maximização da produção e qualidade, elementos cruciais para o sustento da família. Essa observação ressalta a importância da relação entre as pessoas e a terra, além de evidenciar a complexidade das atividades agrícolas em contextos familiares.

Observou-se que na colheita do cacau, após a maturação dos frutos, estes são removidos dos cacaueiros. Nesse processo, os frutos são retirados de forma mais assertiva para evitar danos à planta e garantir a eficiência na produção, utilizando facões para cortar os frutos diretamente dos galhos. Ao serem cortados, os frutos de cacau não se desprendem de forma suave, mas sim estouram, liberando a polpa que os envolve. Esta polpa, que contém as sementes de cacau, é então removida manualmente. É um trabalho árduo e muitas vezes feito em condições adversas, requerendo habilidade e cuidado para evitar ferimentos e garantir a qualidade da colheita. A remoção da polpa com o auxílio do facão é uma etapa essencial no processamento do cacau, preparando-o para as etapas subsequentes de fermentação e secagem.

Na família anteriormente observada, o processo de fermentação e secagem do cacau ocorria de maneira distinta. Agora, ao analisar uma nova família, percebe-se que eles adotam uma abordagem diferente. Após a retirada da polpa do cacau, em vez de realizar a fermentação e secagem em condições tradicionais, eles optam por colocar o cacau em um terreiro de cimento, para fermentação e secagem ao ar livre. Essa escolha evidencia uma variação nos métodos empregados, indicando uma possível adaptação às condições locais ou uma busca por maior controle sobre o processo de fermentação e secagem.

Ao entrarmos no assunto da secagem dos grãos, a filha do meio prontamente relata o processo de transferência de calor durante essa etapa da produção, nas palavras dela: “[...] eu acho que meu avô não sabia disso, e nem meu pai, mas uma coisa que parece até ser lógica, é que quando a gente coloca as sementes do cacau do nosso “terreirão” elas secam mais rápido, pois o sol esquentava o cimento, ele absorve o calor e transfere para a semente, e dependendo do sol, um ou dois dias já “tão” sequinhas”.

Construído com cimento, oferece uma superfície plana e resistente que facilita esses processos, sua principal vantagem é a capacidade de aquecer mais rapidamente em comparação com outras superfícies, devido à sua composição e exposição direta ao sol, característica crucial para o desenvolvimento adequado do cacau, pois a fermentação e

secagem precisam ocorrer dentro de parâmetros específicos para garantir a qualidade final do produto. O aquecimento mais rápido proporcionado pelo terreiro de cimento contribui para acelerar esses processos, permitindo um controle mais preciso da temperatura e umidade durante a fermentação e secagem das amêndoas.

Foi possível observar nessa família, que após o processo de secagem minucioso das amêndoas de cacau, uma etapa crucial na produção do cacau, estas são cuidadosamente ensacadas para posterior comercialização. Este procedimento demanda habilidade e precisão, pois as amêndoas devem estar adequadamente secas para garantir a qualidade do produto final. Uma vez ensacadas, as amêndoas de cacau estão prontas para serem distribuídas e comercializadas, contribuindo assim para a indústria alimentícia e para a economia local e global. A venda das amêndoas de cacau representa não apenas uma transação comercial, mas também a continuidade de uma tradição centenária que valoriza e aproveita os frutos do cacaueiro.

Nesta fase das visitas, a notícia do aumento do preço do cacau, ecoava nos círculos dos produtores rurais.

O recente evento climático La Niña já estava causando impactos na produção global do fruto, e no último semestre, o El Niño intensificou as temperaturas e reduziu a precipitação em algumas regiões. Essa situação contribuiu ainda mais para a queda na produtividade dos cacaueiros nos dois principais países produtores do mundo: Costa do Marfim e Gana.

Além disso, outro fator que impulsionou o aumento nos preços foi a chegada dos ventos do deserto do Saara, conhecidos como Harmattan, à região oeste da África. De fato, esse fenômeno pode ter sido um dos responsáveis pela mortalidade significativa da florada do cacau na área.

Essa notícia não poderia vir em melhor hora para os agricultores, que agora estão ansiosos para expandir suas plantações. Com a demanda em alta, há um incentivo claro para investir na produção de cacau.

Questionando os filhos dessa família, se eles enxergavam a Física (ou a Ciências, no caso do filho caçula, que está no 9º ano do Ensino Fundamental) em algum desses processos do cultivo do cacau, a filha do meio afirma que sim, e prontamente observa essa relação, destacando a influência da temperatura nesse procedimento: “[...] professor, eu acho que na secagem das sementes de cacau, envolve muito a física pois é meio lógico que só há secagem porque há um aumento na temperatura das sementes, e isso também depende do local onde vamos colocar para a secagem”.

Foi impressionante ver os caminhos que esse simples questionamento tomou, como em senso comum, a família se mostrou curiosa em compreender por que a física permeia a cultura do cacau. Para eles, a cultura do cacau é feita de maneira tão simples que não conseguiam entender como a arte de cultivar e processar o cacau, envolviam tantos saberes e conhecimentos.

A visita à terceira família foi adiada algumas vezes devido aos problemas de saúde do patriarca. Essa situação gerou uma compreensível preocupação e a necessidade de reorganizar nossos planos. A saúde dos membros da família é uma prioridade e, portanto, as visitas foram ajustadas conforme necessário para garantir que todos estivessem bem atendidos.

Esses contratempos também trouxeram à tona uma motivação adicional para o cultivo do cacau. Essa série de contratempos também trouxe à tona uma motivação adicional para a família: o cultivo do cacau. Diante das limitações impostas pelos problemas de saúde, o cacau emergiu como uma alternativa mais tranquila e viável em comparação com o cultivo de café, permitindo ao patriarca continuar sua atividade agrícola com menos pressão e estresse.

Assim, a adversidade tornou-se um catalisador para a mudança e a inovação. A necessidade de se adaptar às circunstâncias levou a família a buscar novas oportunidades e a explorar novas formas de sustento. O cultivo do cacau não só se revelou como uma alternativa viável, mas também como uma fonte de esperança e renovação para a terceira família, mostrando que, mesmo diante das dificuldades, é possível encontrar caminhos para seguir adiante.

O filho mais velho relata:

“Meu pai enfrentou um desafio quando foi diagnosticado com uma doença no intestino. A situação fez com que ele passasse por uma cirurgia delicada e teve uma orientação médica para evitar o esforço físico, incluindo a proibição de levantar peso. Foi um período difícil para ele e para toda a nossa família, mas também foi algo que motivou a gente a buscar uma saída para que ele continuasse trabalhando na roça. Diante das limitações impostas pela condição de saúde, meu pai decidiu explorar novas possibilidades, e foi assim que ele encontrou no cultivo de cacau uma boa alternativa. Cultivar cacau não exige o mesmo esforço físico que outras atividades, e isso se encaixava perfeitamente nas recomendações médicas. Além disso, o cultivo de cacau é uma atividade que não demanda trabalho diário intenso, permitindo que meu pai trabalhe no seu tempo e energia de acordo com suas necessidades de saúde. Apesar dos obstáculos que tivemos no início, o trabalho do meu pai no cultivo de cacau tornou-se uma história de superação e ele passa isso pra gente. Ele transformou uma dificuldade em uma oportunidade, mostrando que, mesmo diante dos problemas, é possível encontrar uma solução.”

Como já citado no início desta pesquisa, a pequena propriedade rural da família 03, situada no Cº Ebenézer, é composta por pai, mãe e três filhos. O patriarca e sua esposa, ambos com o ensino fundamental completo, dedicam-se incansavelmente ao cultivo das terras. Seja na plantação de café ou no cuidado com os cacaueiros, eles trabalham lado a lado para garantir o sucesso da produção.

Os filhos, também desempenham papéis fundamentais. O primogênito encontra-se na 3ª série do Ensino Médio, demonstrando interesse e habilidade na gestão da propriedade. Sua participação ativa no dia a dia da fazenda é notável, aprendendo com os pais os segredos do cultivo do cacau e também ajudando na lavoura de café.

A filha do meio, está no 8º ano do ensino fundamental, e apesar das responsabilidades escolares, ela contribui com o trabalho familiar, ajudando no cuidado das plantas e na colheita, demonstrando desde cedo seu comprometimento com o sustento da família.

Por fim, a caçula, no 6º ano do ensino fundamental, é a mais curiosa e entusiasmada, e sua disposição para ajudar, mesmo nas tarefas mais simples, é admirável. Ela absorve conhecimento rapidamente, sempre ávida por aprender mais sobre o cultivo do café e do cacau.

Na pequena comunidade rural onde residem, a família encontra sua principal fonte de renda na agricultura, mais especificamente na produção de cacau. É nos cuidados das plantações e na colheita deste fruto que concentram seus esforços, buscando garantir o sustento e o futuro dos seus.

Além das atividades na propriedade, a matriarca desempenha um papel essencial, complementando a renda familiar ao trabalhar como faxineira em residências próximas. Com dedicação e esforço, ela contribui para o orçamento familiar, demonstrando uma notável capacidade de adaptação e resiliência.

Por sua vez, o patriarca da família recebe um benefício de aposentadoria por idade, resultado de anos de trabalho dedicado. Esse recurso adicional representa uma importante ajuda financeira, permitindo que a família possa enfrentar os desafios e imprevistos que possam surgir ao longo do caminho.

Assim, entre os cuidados com as plantações de cacau, o trabalho como faxineira e o benefício de aposentadoria, essa família rural tece sua teia de sustento, unida pelo esforço conjunto e pelo desejo de prosperar em meio às adversidades da vida no campo.

A família recebeu a visita com grande entusiasmo, e desde o momento era evidente que estavam ansiosos para compartilhar seus saberes, ligados ao cacau e também as outras culturas que ali se faziam presentes. No primeiro momento, o patriarca já motivou que fizéssemos um passeio pela sua lavoura de cacau, explicando cada etapa do cultivo, se preocupando em detalhar cada processo, demonstrando um conhecimento profundo sobre o que cultivavam, mas destacando na em sua fala que: “[...] se a gente faz uma coisa, e essa coisa dá certo, a gente repete sempre, não sigo muito o que o técnico fala não.”, para justificar o questionamento se na propriedade eles recebem a visita de algum técnico agrícola para auxiliar na produção.

Sobre o contato com o Técnico Agrícola, o pai expõe:

Há alguns anos, recebemos a visita de um técnico agrícola muito prestativo. Ele veio aqui para me orientar sobre os cuidados necessários para “a gente” cultivar o cacau. Mas ele veio aqui depois que nós fomos comprar as primeiras mudas de um viveiro perto de casa. Logo que o técnico chegou, fiquei desconfiado, mas depois eu vi que ele sabia do que tava falando, que tinha conhecimento do assunto, fiquei tranquilo.

Quando perguntado sobre o que aprendeu com o técnico agrícola, de quais conhecimentos ele trouxe para a família, o pai destaca: “[...] aprendi a importância de escolher o local adequado para o plantio, levando em consideração fatores como luminosidade, umidade e tipo de solo. Além disso, o técnico me instruiu sobre a necessidade de realizar uma adubação balanceada e de manter um manejo voltado para o combate de pragas e doenças.”.

Ao final dessa observação, fica fácil perceber uma dinâmica peculiar. Havia ali, uma clara compreensão por parte deles sobre a importância da visita do técnico agrícola. Conversando com os membros da família sobre as possíveis melhorias e inovações que poderiam ser implementadas em suas práticas agrícolas. Eles ouviram atentamente, demonstrando interesse em aprender e evoluir.

No entanto, ao longo das conversas, fica evidente que, embora entendessem a relevância das sugestões, existe uma forte ligação com as tradições e métodos que haviam sido passados pelos ancestrais, em relação às outras culturas, que também eram aplicadas ao cultivo do cacau. Para eles, essas práticas já testadas e aprovadas ao longo do tempo eram uma fonte de segurança e confiança.

No final do dia, enquanto observava a família reunida ao redor da mesa, discutindo os pontos levantados durante nossa visita, percebi que, apesar da resistência inicial, havia um desejo de melhorar e de encontrar um equilíbrio entre o tradicional e o moderno. Eles estavam dispostos a considerar novas ideias, desde que estas não comprometessem os valores fundamentais que regiam a sua forma de trabalhar a terra.

O patriarca, ainda meio que resistente em relação ao entendimento do porque ali existia uma pessoa que queria saber como eles cultivam o cacau, deixa claro, a situação atual do ensino nas escolas que são voltados para o “decoreba” e a mecanização do ensino, não visando um ensino contextualizado.

A família está longe de ser indiferente às transformações, sempre pronto para acolher as diretrizes do filho mais velho em relação às novas abordagens na gestão da terra. O pai compartilha que seu filho o alertou sobre a baixa produtividade do cacau, atribuindo-o à ausência de irrigação adequada. O filho argumentou que o método atual estava equivocado e mencionou que um colega na escola, durante uma aula eletiva, discutiu sobre

o cacau, enfatizando a vantagem da irrigação por microaspersão, dando ênfase na análise da mecânica dos fluidos, que neste caso, é essencial para determinar a pressão adequada para o funcionamento eficiente dos microaspersores, além de garantir a distribuição uniforme da água ao longo do sistema de irrigação.

É importante implementar práticas pedagógicas que sejam inclusivas, levando em conta a diversidade presente no ambiente rural e reconhecendo as particularidades desse contexto. Valorizar a maneira de pensar, agir e avaliar dos habitantes rurais é fundamental. É necessário criar condições que facilitem o acesso dos jovens à educação e incentivem sua permanência na escola, garantindo que eles construam conhecimentos que tenham relevância para suas comunidades.

Contudo, é importante reconhecer que sem a participação ativa dos envolvidos na elaboração desse conhecimento, ele se tornará cada vez mais distante e desconectado da realidade vivida pelas pessoas que habitam o campo.

É essencial proporcionar aos jovens e suas famílias o acesso ao conhecimento sistematizado e sua aplicação no ambiente em que vivem. Essa interação promove nos alunos o hábito de associar a reflexão à ação, o que, por sua vez, amplia a oportunidade de transformar e superar conceitos arraigados no senso comum. Os conteúdos selecionados e abordados devem ser motivantes para os estudantes, tornando, por conseguinte, a escola um ambiente mais atrativo para eles.

A importância de contextualizar o ensino da escola com o campo reside na relevância de conectar os conteúdos curriculares com a realidade vivenciada pelos alunos. Quando os estudantes conseguem relacionar o que aprendem em sala de aula com o ambiente em que estão inseridos, torna-se mais significativo e aplicável o conhecimento adquirido.

Conforme observado por Ramos (2002), a contextualização não apenas amplia as oportunidades de interação entre as disciplinas confinadas a uma área específica de conhecimento, mas também entre esses conhecimentos e a realidade vivenciada pelo estudante. Essa perspectiva é corroborada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), que enfatiza a necessidade de prévias problematizações do conteúdo, a conexão dos temas com o dia a dia dos alunos e o estabelecimento de relações interdisciplinares que estimulem o raciocínio crítico necessário para resolver os questionamentos, contribuindo assim para o efetivo processo de aprendizagem.

Ao trazer o campo para dentro da escola, seja por meio de estudos de caso, visitas a áreas rurais ou projetos de aprendizagem experiencial, os educadores possibilitam uma compreensão mais profunda dos conceitos abordados. Os alunos podem visualizar diretamente como os princípios ensinados se aplicam na prática, fortalecendo sua compreensão e motivação para aprender.

Além disso, a contextualização com o campo promove uma valorização das tradições locais, da cultura rural e do conhecimento tradicional. Isso não apenas enriquece a experiência educacional, mas também promove o respeito pela diversidade cultural e pela sustentabilidade ambiental.

Portanto, ao integrar o campo ao ensino escolar, os educadores não apenas tornam a aprendizagem mais envolvente e relevante, mas também capacitam os alunos a entenderem e se engajarem de forma mais significativa com o mundo ao seu redor.

Como já mencionado, devido ao tratamento de saúde realizado pelo patriarca da família, este novo contato se restringiu à convivência entre a matriarca e os filhos. Com a ausência do patriarca, a dinâmica familiar sofreu alterações significativas, demandando uma reorganização das responsabilidades e dos vínculos afetivos entre os membros.

Nesse contexto, a matriarca assume um papel central na estrutura familiar, desempenhando múltiplos papéis e proporcionando suporte emocional e prático aos filhos

durante esse período desafiador. A presença constante dos filhos ao lado da mãe também se torna uma fonte de apoio mútuo, fortalecendo os laços familiares e evidenciando a importância do suporte familiar em momentos de adversidade.

Em uma conversa com a matriarca da família, ela compartilha sobre as práticas agrícolas que são parte integrante da vida deles, descreve que toda a família se envolve no plantio das mudas de cacau em uma área específica da propriedade, reservada exclusivamente para esse fim, que chamam de “vagem de cacau”, área esta que é destinada unicamente ao cultivo de cacau. Ela ainda relata que: “[...] a gente planta o cacau, com muito cuidado, como ensinou o meu sogro, e nós passamos isso para os nossos filhos”.

Diante da indagação, de como foi esse conhecimento passado sobre o plantio do cacau e também sobre o cuidado com a terra, ela narra:

“Meu sogro tem muita sabedoria quando se trata do cultivo da terra. Desde que meu marido era jovem, seu pai o ensinou os segredos da terra, e essas lições têm sido feitas até hoje por nós. Ele ensinou ao meu marido sobre o cuidado com as mudas quando elas chegam na nossa casa. Ele costumava dizer que as mudas chegam “cansadas” da viagem e precisam de um pouco de descanso antes de serem plantadas. É como se estivessem conhecendo o novo lar. Ele sempre dizia: “Assim como nós, depois de uma viagem, as plantas precisam de sombra e água para se recuperarem”. Meu sogro costumava insistir que as mudas só deveriam ser plantadas depois de um ou dois dias de descanso. Ele explicava que isso dava tempo para as plantas se reidratarem e se adaptarem ao novo solo. E acredite, sempre seguimos esse conselho à risca, e nossa plantação sempre deu certo.”

Na abertura das covas para o plantio, é relatado que empregam uma cavadeira para escavar a terra, garantindo que as covas sejam abertas com as medidas que vêm sendo utilizadas pelos seus antepassados. Para isso, utilizam como referência a largura da “boca da cova”, medida com um palmo, e a profundidade desejada, que corresponde a dois palmos.

Essa técnica passada demonstra a importância do conhecimento prático transmitido dentro da família. Ao utilizar medidas como o palmo, que varia de acordo com a mão de cada pessoa, a família adapta-se às suas próprias necessidades e tradições, garantindo que as covas sejam abertas com precisão para o plantio de sementes ou mudas.

Vale a pena lembrar que na história da Matemática, para realizar medições de grandezas de comprimento, as pessoas utilizavam partes do próprio corpo, como pé, passada, dedo, polegada, palmo, braço, entre outros. À medida que a população crescia, surgia uma complexidade cada vez maior na organização, o que levava a uma insatisfação com os métodos de medição existentes. Ficou claro que as medidas baseadas em partes do corpo variavam de pessoa para pessoa. Com o tempo, foram desenvolvidos artefatos como cordas e varas para realizar medições de forma mais precisa.

A necessidade de padronização de medidas surgiu da divisão de terras e do comércio entre diferentes comunidades. Ao longo das transformações culturais e ao longo da história humana, houve uma demanda por resultados mais precisos, levando ao desenvolvimento de unidades de medida padronizadas e instrumentos cada vez mais exatos. Em 1789, a Academia Francesa de Ciências estabeleceu o Sistema Internacional de Unidades de Pesos e Medidas (SI) com o intuito de normalizar as medidas. Oficialmente adotado em 1799, apenas a partir de 1837 seu uso tornou-se obrigatório, embora nem todos os povos tenham necessariamente seguido essa padronização.

Buscando compreender melhor esse processo de medição através de palmos, e questionando os filhos dessa família sobre as unidades de medidas utilizadas no campo, é nítido que unidades como: palmo, passos, hectares, alqueires e medidas de peso como arroba, e “sacas” de cacau ou café, estão presentes no vocabulário desses estudantes.

Assim, entende-se que há a necessidade de um “resgate” dessas unidades, visto que no meio agrícola, permanecem muito forte, e se tratando de que em Águia Branca, a agricultura é a base da arrecadação municipal.

A família destaca que, após o plantio, adotam-se práticas de cuidado e manejo que excluem o uso de agrotóxicos. O cultivo é realizado de forma orgânica, onde se aduba o solo com compostos naturais, se realiza a poda adequada das plantas para estimular seu crescimento saudável e se providencia a irrigação regular por meio de métodos sustentáveis. Essa abordagem visa não apenas garantir a saúde das plantas, mas também promover a preservação do meio ambiente e a segurança alimentar da família. O comprometimento com uma agricultura livre de agrotóxicos reflete não apenas uma preocupação com a saúde própria e dos consumidores, mas também um respeito pelo equilíbrio ecológico e a busca por práticas agrícolas mais sustentáveis.

A matriarca enfatiza que: “[...] seria muito bom se as escolas falassem para os alunos dos perigos dos venenos, dos agrotóxicos para a saúde, e até mesmo para as plantações que às vezes ao invés de fazer bem para a planta, acaba matando”. Ela destaca a importância de educar não apenas os agricultores, mas também as futuras gerações sobre os riscos associados ao uso indiscriminado de agrotóxicos.

A colheita dos frutos do cacau reúne todos os membros da família em uma atividade conjunta e significativa. Nesta família, os pais lideraram o processo, trabalhando para tirar os frutos maduros das árvores e fazer os montes, preparando-os para a próxima etapa, a de “pocar” os frutos, utilizando como ferramenta um facão. Etapa essa, que também é feita pelos pais, devido a segurança. Neste momento, os filhos entraram em ação, para a retirada das sementes de dentro dos frutos e as colocaram em bacias.

Acompanhando todo esse processo, e como já visto nas famílias anteriores, aqui também acontece uma preparação para a fermentação dos grãos de cacau. O patriarca mostra o processo que a família realiza, colocando a polpa em uma caixa d’água, encaminham para um estufa e de lá só saem para a secagem dentro de 4 ou 5 dias.

Questionados sobre esse processo, eles relatam que a fermentação é acompanhada de perto principalmente pelos filhos, e que pelas observações feitas por eles, os grãos se tornam “limpos”, ou seja sem a polpa, por volta de 4 dias, e que dependendo do clima, já observaram que durou 5 dias.

Indo para o processo de secagem, o filho mais velho descreve que deixam as amêndoas em uma quadra de cimento, pois o cimento recebe calor do sol e transfere para elas, que estão espalhadas uniformemente, pois dessa maneira todas recebam calor, as mexem para que sejam secas igualmente, e que posteriormente serão ensacadas, e vendidas para um comerciante na cidade.

A concepção de um ensino de física contextualizado está ganhando cada vez mais destaque entre os discursos de professores e educadores. No entanto, isso não implica necessariamente que seja uma prática comum nas escolas. Os próprios documentos oficiais do Ministério da Educação destacam a importância da contextualização, juntamente com a interdisciplinaridade, como um dos pilares fundamentais para a implementação de um ensino baseado em competências.

É frequente associar a contextualização com a realidade cotidiana dos alunos e o ambiente ao seu redor. Da mesma forma, atribui-se um valor prático aos conhecimentos escolares, buscando responder às dúvidas dos alunos que questionam a relevância de aprender ciências na escola. Resumidamente, a contextualização parece desempenhar o papel de motivador no processo de aprendizagem.

De acordo com Tardif (1995), apesar de o ensino ter como meta o desenvolvimento de competências ou habilidades práticas, ele ainda se restringe principalmente aos conhecimentos teóricos. No ensino de Física, os conteúdos frequentemente seguem

currículos predefinidos e são apresentados por meio de formatos padronizados encontrados nos livros didáticos. Essa rigidez pode restringir a participação ativa dos estudantes na construção e remodelação de seus próprios conhecimentos.

Assim, torna-se imprescindível avaliar a aplicabilidade do conteúdo curricular de Física no contexto agrícola. Nesse sentido, é fundamental considerar a situação prática relacionada ao dia a dia do aluno, levando em conta suas experiências e conhecimentos prévios. Isso favorece a participação ativa dos estudantes e permite estabelecer conexões significativas com o conhecimento adquirido em sala de aula.

O ensino de Física deve adotar uma metodologia que não se apoie apenas em demonstrações abstratas, mas também na investigação, pois isso estimulará os alunos a argumentar, discutir e questionar ainda mais, além de possibilitar uma formação voltada para a cidadania (SILVA, 2010).

Ainda é bastante comum encontrar, na sala de aula, questionamentos por parte dos estudantes sobre a utilidade ou aplicação prática de determinados conteúdos de Física. Isso evidencia que os conhecimentos de Física muitas vezes são ensinados de forma engessada e fugindo da realidade do estudante, não valorizando os saberes que eles trazem consigo, herdados de seus antepassados. Essas dificuldades enfrentadas pelos estudantes decorrem da falta de contextualização. Essa percepção está alinhada com as ideias de Guerrini (1989, p. 360), que ressalta:

Quando a Física é ensinada como um suporte básico [...] os alunos ficam muito mais motivados. Quando os exemplos estão relacionados com os tópicos que mais tarde irão se deparar nas atividades profissionais [...] os alunos têm a oportunidade de obter uma melhor compreensão destes conceitos físicos que se aplicam à sua própria área de interesse.

No meio agrícola, a física contribui para a eficiência e sustentabilidade das práticas agrícolas. Princípios físicos, como a dinâmica de fluidos, são essenciais para projetar sistemas de irrigação que otimizam o uso da água, enquanto a termodinâmica é crucial para entender e controlar a temperatura em estufas e na secagem de grãos. Além disso, a física dos materiais auxilia no desenvolvimento de ferramentas e máquinas agrícolas mais eficientes, e a óptica, através de sensores e drones, permite o monitoramento preciso das condições das culturas.

No campo da mecânica, pode-se explorar a cinemática, dinâmica e estática, abrangendo diferentes materiais, como fluidos. O estudo dos fluidos na física permite a aplicação de conceitos hidrológicos, hidráulicos e fisiológicos, exemplificados pelo dimensionamento de sistemas de irrigação e drenagem, o comportamento da seiva nos vasos condutores e o gerenciamento de recursos hídricos, como a captação de água.

Ainda na mecânica, a tração agrícola e o atrito são fundamentais na mecanização, desde os sistemas de semeadura, pulverização e colheita, permitindo o dimensionamento de implementos. Por exemplo, conhecendo a energia necessária para tracionar uma linha de semeadura, é possível determinar o número máximo de linhas que uma semeadora pode ter para ser puxada por um trator específico. A Termologia, que se baseia em fenômenos térmicos, é outra área importante, com aplicações como o uso da energia solar no desenvolvimento das lavouras, a gestão da energia térmica em estufas e o calor necessário para o crescimento das culturas, além da energia calórica utilizada na formulação de rações para a produção animal.

Da ondulatória, podem-se extrair considerações sobre os níveis de acústica das máquinas agrícolas, definidos pela legislação, e a acústica em ambientes de produção animal. Em relação à eletricidade, destaca-se o desenvolvimento de circuitos e instalações para a produção agrícola e outros sistemas operacionais. Assim, a aplicação da física na

agricultura não só melhora a produtividade, mas também promove práticas mais sustentáveis e inovadoras.

A física, com seus princípios e leis fundamentais, desempenha um papel crucial não apenas no universo em grande escala, mas também em atividades cotidianas, como na agricultura e, mais especificamente, no cultivo de cacau. Ao compreender como a física está intrinsecamente envolvida nesses processos, podemos otimizar práticas agrícolas para aumentar a eficiência e a sustentabilidade.

No cultivo de cacau, a física está presente desde a seleção do terreno até a colheita. Por exemplo, a análise do solo envolve conceitos de física do solo, como densidade, porosidade e capacidade de retenção de água, essenciais para garantir que as raízes do cacau possam se desenvolver em um ambiente propício. A exposição à luz solar é outro aspecto fundamental, pois a fotossíntese, processo pelo qual as plantas convertem luz em energia, é governada pelas leis da óptica e da termodinâmica. Além disso, o vento e seu impacto na evapotranspiração afetam diretamente a necessidade de água das plantas, exigindo um entendimento da mecânica dos fluidos para um manejo eficaz da irrigação.

Após uma análise minuciosa dos relatos e observações nas lavouras de cacau, torna-se evidente que as principais temáticas da física abordadas e lembradas pelos agricultores foram a temperatura para secagem das amêndoas, relacionada à termodinâmica, e a irrigação, que se enquadra na área da hidráulica. Esses aspectos são essenciais para o manejo adequado das plantações e para garantir a qualidade dos produtos finais.

Além disso, é importante ressaltar a relevância dos conhecimentos de senso comum e das antigas unidades de medidas utilizadas no campo. Muitos agricultores baseiam suas práticas em conhecimentos empíricos transmitidos ao longo das gerações, adaptando-se às condições específicas de cada região e utilizando medidas tradicionais que se mostraram eficazes ao longo do tempo.

Essa integração entre o conhecimento científico da física e o conhecimento prático do campo demonstra a importância de uma abordagem holística no desenvolvimento agrícola. A combinação de teoria e prática permite aos agricultores tomar decisões mais informadas e eficazes, maximizando a produtividade e a sustentabilidade das lavouras de cacau.

Após visitar três famílias produtoras de cacau, foi observado que, embora os filhos recebam instrução com base no conhecimento científico ensinado nas escolas, eles valorizam profundamente os conhecimentos herdados de seus antepassados. Essa herança cultural e prática, passada de geração em geração, tem um peso significativo na forma como eles cultivam a terra e o cacau.

As técnicas tradicionais, que incluem práticas de manejo do solo, controle de pragas e métodos de colheita, são vistas não apenas como parte de sua identidade cultural, mas também como práticas comprovadamente eficazes ao longo do tempo. Apesar das novas informações e tecnologias aprendidas na escola, esses estudantes, que são produtores, frequentemente combinam essas abordagens científicas com o saber comum, reconhecendo a sabedoria contida nas tradições familiares.

Esse equilíbrio entre o conhecimento científico moderno e as práticas tradicionais destaca a importância de uma abordagem integrada para o cultivo sustentável do cacau, onde o respeito pela tradição e a inovação científica caminham lado a lado.

Durante as visitas e observações realizadas junto às famílias produtoras de cacau, foi possível perceber uma riqueza de conhecimento de senso comum que permeia suas práticas diárias. Este saber tradicional, passado de geração em geração, é fundamental para a sustentabilidade e a qualidade da produção cacaueira.

As famílias produtoras demonstram um profundo entendimento dos ciclos naturais e das necessidades específicas do cacau. Elas sabem, por exemplo, identificar o momento

ideal para a colheita, observando não apenas o aspecto visual dos frutos, mas também fatores como a estação do ano e as condições climáticas. Esse conhecimento empírico garante que os frutos sejam colhidos no ponto certo de maturação, otimizando a qualidade do cacau produzido.

Além disso, essas comunidades possuem técnicas específicas de cultivo que foram desenvolvidas ao longo do tempo para enfrentar os desafios locais, como pragas e doenças. O uso de plantas companheiras, a rotação de culturas e a compostagem são práticas comuns que demonstram um entendimento intrínseco da agroecologia, mesmo que muitas vezes não formalizadas em termos científicos.

Outro aspecto importante observado é a forma como o conhecimento sobre o manejo pós-colheita é compartilhado. As famílias dominam as técnicas de fermentação e secagem do cacau, processos essenciais para desenvolver os sabores característicos do produto final. Esse saber é muitas vezes transmitido por meio de práticas comunitárias, onde os membros mais experientes ensinam os mais jovens, garantindo a continuidade das tradições.

A interação com o mercado também revela um conhecimento prático significativo. As famílias produtoras são capazes de identificar as preferências dos consumidores e adaptar suas práticas para atender às demandas, garantindo assim a sustentabilidade econômica de suas atividades. Essa capacidade de adaptação e inovação é um reflexo da sabedoria acumulada e da flexibilidade inerente às comunidades agrícolas tradicionais.

Em suma, as visitas e observações às famílias produtoras de cacau evidenciaram um rico tecido de conhecimento de senso comum, que se manifesta em todas as etapas da produção. Esse saber tradicional é um patrimônio valioso que não apenas sustenta a economia local, mas também contribui para a preservação das práticas agrícolas sustentáveis e para a valorização cultural dessas comunidades.

4.2 Uma proposta do ensino de Física presente nos recursos hídricos: sistemas de irrigação

Após realizar observações e visitas a famílias agrícolas, ficou evidente a necessidade de abordar com os estudantes, a física aplicada aos sistemas de irrigação. Essa experiência em campo revelou a importância crucial da gestão eficiente de recursos hídricos para a agricultura, destacando como o uso correto da água pode aumentar a produtividade e reduzir desperdícios. Além disso, essas discussões em sala de aula servem como uma introdução para temas mais amplos, como a agroecologia e a sustentabilidade, enfatizando a necessidade de práticas agrícolas que respeitem o meio ambiente e promovam o uso responsável dos recursos naturais. Dessa forma, integrar esses conhecimentos no currículo escolar contribui para formar uma geração mais consciente e preparada para enfrentar os desafios ambientais e sociais do futuro.

O que justifica levar a temática da Física envolvida nos recursos hídricos, em especial na irrigação, da-se pelo fato de que o Espírito Santo foi colocado em estado de atenção hídrica devido aos baixos níveis de água nos rios, causados pela falta de chuvas recentes. A Agência Estadual de Recursos Hídricos (Agerh) divulgou orientações no Diário Oficial do Espírito Santo, no dia 16/7/2024, enfatizando a necessidade do uso racional da água. As diretrizes são direcionadas aos cidadãos, prefeituras, agências reguladoras de serviços de água e esgoto, além de indústrias, com a finalidade de monitorar e coibir o desperdício. As autoridades foram orientadas a penalizar aqueles que não seguirem as recomendações para garantir a preservação dos recursos hídricos.

Esta resolução inclui recomendações para o uso racional da água, voltadas tanto

para o público em geral quanto para setores específicos, como a agricultura e a indústria. As orientações incluem a redução do consumo, a reutilização da água sempre que possível e a manutenção de equipamentos para prevenir desperdícios.

Devido à recente falta de chuvas, os níveis de água nos rios do Espírito Santo atingiram patamares preocupantemente baixos, levando o estado a ser colocado em estado de atenção hídrica. Em resposta a essa situação, a Agência Estadual de Recursos Hídricos (Agerh) publicou uma série de orientações, são elas:

- Para as prefeituras municipais: A Agência Estadual de Recursos Hídricos (Agerh) recomenda que as prefeituras dos 78 municípios do Espírito Santo implementem ações para reduzir o desperdício de água. Isso inclui a proibição do uso de mangueiras para lavar calçadas, fachadas, muros e veículos, bem como a irrigação de gramados, jardins e vias públicas com água que não seja de reuso;
- Para as indústrias: Para as indústrias, a Agerh sugere a implementação de práticas de reuso, reaproveitamento e reciclagem de água em suas operações, visando a redução do consumo;
- Para a agricultura: Os agricultores e empreendedores do setor agrícola são incentivados a adotar técnicas adequadas de manejo da irrigação, com o objetivo de utilizar a água de forma racional;
- Para as companhias públicas e privadas de saneamento e serviços autônomos municipais de água e esgoto: Às empresas e órgãos responsáveis pelo abastecimento urbano de água, a Agerh recomenda a promoção de campanhas que incentivem a população a economizar água. Também são recomendadas intervenções para reduzir as perdas no sistema de distribuição e a agilidade na resposta a reparos de vazamentos;
- Para os órgãos licenciadores: A Agerh orienta que os órgãos de licenciamento imponham medidas que promovam o uso racional da água, como o reuso e aproveitamento de águas residuais tratadas, a captação de águas de chuva, e ações de reflorestamento e conservação de solo e água. Também é recomendada a simplificação do processo de licenciamento para atividades e intervenções emergenciais destinadas ao aumento da oferta hídrica.

Além disso, a Agerh poderá impor restrições adicionais em caso de agravamento da situação hídrica nas bacias hidrográficas do estado, incluindo regras excepcionais para a redução do uso de água e a revisão das portarias de outorga de uso dos recursos hídricos.

Relacionar a crise hídrica com a física na irrigação, agroecologia e sustentabilidade é fundamental para entender e mitigar os desafios ambientais e sociais que enfrentamos. A crise hídrica, caracterizada pela escassez e má gestão dos recursos hídricos, tem impactos diretos na agricultura, que é um dos setores que mais consome água. Compreender a física por trás dos sistemas de irrigação, como a dinâmica dos fluxos de água e a eficiência no uso desse recurso, permite otimizar o consumo de água nas atividades agrícolas, minimizando desperdícios e garantindo a distribuição adequada.

Integrar esses conhecimentos com os princípios da agroecologia promove práticas agrícolas mais sustentáveis, que não apenas conservam água, mas também protegem o solo, aumentam a biodiversidade e reduzem a dependência de insumos químicos. A agroecologia, ao enfatizar a interdependência entre os componentes naturais e humanos nos sistemas agrícolas, propõe uma abordagem holística que melhora a resiliência das culturas às variações climáticas e à escassez hídrica.

Finalmente, a sustentabilidade se torna um eixo central nesse contexto, pois visa

garantir que as práticas atuais não comprometam a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades. A combinação desses campos de conhecimento oferece soluções integradas para enfrentar a crise hídrica, promovendo a eficiência no uso dos recursos naturais e a adoção de tecnologias e práticas que assegurem a saúde ecológica e social dos sistemas agrícolas.

A água é um recurso vital para todos os seres vivos. Enquanto alguns a utilizam para saciar a sede e aliviar o calor, nós a empregamos em atividades essenciais, como a agricultura, que é crucial para a nossa sobrevivência. Para quantificar com precisão o consumo de água pelas plantas, é necessário aprimorar as metodologias atuais e desenvolver novas técnicas que possibilitem avaliações mais rápidas, simples e exatas. Por isso, muitos métodos estão sendo desenvolvidos e testados para determinar diretamente a quantidade de água consumida pelas plantas (Almeida et al., 2016).

No entanto, nosso planeta está passando por grandes transformações e a água, nosso recurso natural mais precioso, está se tornando cada vez mais escassa. Para garantir o uso eficaz da água e evitar a sua total escassez, é crucial que o ser humano possua conhecimentos básicos em várias áreas das ciências. Informações fundamentais sobre os tipos de vegetais a serem cultivados, as características do solo, o clima, a temperatura, e, principalmente, os métodos de captação, armazenamento e condução da água são essenciais para a preservação deste recurso vital.

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), mais da metade dos municípios brasileiros podem enfrentar sérios problemas de abastecimento de água nesta década, a menos que sejam adotadas medidas emergenciais. A falta de chuvas e o uso inadequado desse recurso contribuem para a situação crítica que o país enfrenta. A crise hídrica está se tornando cada vez mais iminente devido à má distribuição de água e ao desperdício promovido pela população.

Portanto, introduzir a temática da água na sala de aula, após as visitas e observações realizadas, tem como principal objetivo apresentar os conceitos fundamentais da física aplicada a diferentes métodos de irrigação. Além disso, busca-se expor as regras básicas de diversos sistemas de irrigação e demonstrar soluções que utilizem materiais de baixo custo ou reutilizáveis, promovendo um uso mais eficiente e consciente da água.

Neste plano, serão explorados métodos de irrigação econômicos, como a irrigação por gotejamento e microaspersão, bem como a irrigação por superfície. Também serão abordadas algumas inovações tecnológicas na área. Muitas dessas técnicas podem ser facilmente adaptadas para uso em jardins residenciais e em pequenas plantações, proporcionando práticas de irrigação sustentáveis e acessíveis.

É essencial apresentar em sala de aula os conceitos físicos fundamentais para compreender a aplicação da física na irrigação. Fluidos, que incluem líquidos e gases, são substâncias que facilmente assumem a forma do recipiente que os contém. Isso ocorre devido à mobilidade das suas moléculas: nos líquidos, as moléculas deslizam umas sobre as outras, enquanto nos gases, elas se movem livremente.

O conhecimento sobre fluidos tem uma ampla gama de aplicações práticas. Engenheiros civis utilizam esses princípios para projetar barragens, médicos para medir a pressão arterial, mecânicos para avaliar sistemas de freio, e agrônomos para gerenciar sistemas de irrigação.

A Física dos fluidos se divide em dois ramos principais: Hidrostática e Hidrodinâmica. Estes campos estudam conceitos essenciais para o entendimento dos diversos métodos de irrigação. Alguns desses conceitos serão abordados nesta seção, enquanto outros, mais complexos, serão discutidos conforme a necessidade dos diferentes sistemas de irrigação. Ao pensar em irrigação, imediatamente associamos o uso da água, que é um aspecto central da gestão e aplicação desse recurso.

4.2.1 Princípios Físicos na Irrigação: conceitos físicos relevantes

Massa específica: em líquidos ou sólidos, as moléculas estão muito próximas umas das outras e interagem com forças comparáveis àquelas que unem os átomos para formar moléculas. No caso dos líquidos, essas moléculas estabelecem ligações de curto alcance, que são constantemente quebradas e reformadas devido à sua proximidade. Essas ligações são responsáveis por manter o estado líquido; sem elas, a substância se evaporaria facilmente. A massa específica de um corpo é definida como a razão entre sua massa e seu volume, e matematicamente é representada da seguinte forma:

$$\text{massa específica} \leftarrow \mu = \frac{m}{V} \rightarrow \begin{matrix} \text{massa} \\ \text{volume} \end{matrix}$$

Sendo as unidades de medidas:

$$\mu = \text{g/cm}^3$$

$$m = \text{g}$$

$$V = \text{cm}^3$$

É crucial levar o estudante a entender que a massa específica é uma propriedade de uma substância, enquanto a densidade se aplica a um corpo. Na agricultura, a massa específica (ou densidade) de diferentes materiais é um fator crucial em diversas operações, como a separação de grãos e a fertilização do solo. Um exemplo notável é o uso de massa específica na seleção de sementes. Sementes de melhor qualidade geralmente possuem maior massa específica, pois são mais densas e nutritivas, resultando em plantas mais vigorosas e produtivas.

Durante o processo de separação, as sementes são colocadas em uma solução líquida de densidade conhecida. As sementes com densidade maior do que a da solução afundam, enquanto as menos densas flutuam. Isso permite que os agricultores selecionem as melhores sementes para o plantio, garantindo uma colheita mais saudável e abundante. A aplicação desse conhecimento contribui para o aumento da produtividade agrícola e para a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

Pressão: esta grandeza física indica a relação entre a força aplicada e a área sobre a qual ela atua. No contexto da agricultura, a pressão é um conceito importante para entender como diferentes fatores afetam o solo e as plantas. Por exemplo, ao usar máquinas agrícolas, a pressão exercida pelos pneus no solo pode influenciar a compactação do solo, afetando a capacidade das raízes das plantas de se desenvolverem adequadamente.

Além disso, o manejo adequado da pressão em sistemas de irrigação é crucial para garantir que a água seja distribuída de maneira uniforme, evitando o desperdício e garantindo a saúde das culturas. A compreensão e o controle da pressão em diversos aspectos da agricultura são fundamentais para otimizar o rendimento e a sustentabilidade das práticas agrícolas, como podemos observar na fórmula abaixo:

$$\text{pressão} \leftarrow P = \frac{F}{A} \rightarrow \begin{matrix} \text{força} \\ \text{área} \end{matrix}$$

As unidades de medidas de pressão são:

$$P = [\text{N/m}^2]$$

$$F = \text{N}$$

$$A = \text{m}^2$$

Pressão atmosférica: A atmosfera terrestre, que envolve a superfície da Terra, é composta por uma mistura de gases. A pressão atmosférica é a força exercida por essa camada de ar sobre a superfície. Essa pressão varia com a altitude de forma inversamente proporcional: quanto maior a altitude, menor a pressão exercida pelo ar. Por exemplo, no pico do Monte Everest, a pressão atmosférica é significativamente mais baixa do que ao nível do mar.

Em 1643, o matemático e físico Evangelista Torricelli foi o primeiro a medir a pressão atmosférica ao nível do mar. Ele realizou um experimento usando um tubo de aproximadamente um metro de comprimento, preenchido com mercúrio, que foi então invertido em um recipiente também contendo mercúrio. Torricelli observou que o mercúrio no tubo descia um pouco e se estabilizava a cerca de 76 cm acima da superfície do mercúrio no recipiente, estabelecendo assim uma medida para a pressão atmosférica.

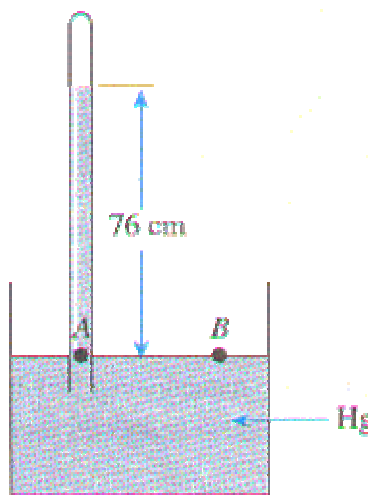


Figura 6: Representação do experimento de Torricelli

Fonte: https://www.fisica.net/hidrostatica/pressao_atmosferica_torricelli.php#google_vignette

Torricelli explicou essa experiência afirmando que a coluna de mercúrio permanecia na altura observada devido à pressão atmosférica. Com base nessa experiência, foi estabelecido que, ao nível do mar, a pressão de 1 atm (uma atmosfera técnica métrica) é equivalente à pressão exercida por uma coluna de mercúrio de 76 cm, considerando a aceleração da gravidade como $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Dessa forma, conclui-se que: $1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 760 \text{ mmHg} = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

A pressão atmosférica desempenha um papel crucial na agricultura, influenciando vários aspectos do cultivo e manejo de plantas. Ela afeta diretamente a evaporação da água, a transpiração das plantas e a eficiência da fotossíntese. Em áreas de alta pressão, a

evaporação pode ser mais lenta, o que é benéfico em regiões secas, pois ajuda a conservar a umidade do solo. Além disso, variações na pressão atmosférica podem impactar o clima local, influenciando a formação de nuvens e precipitação, que são essenciais para o abastecimento de água nas lavouras. Portanto, entender e monitorar a pressão atmosférica é importante para otimizar as práticas agrícolas e garantir a saúde das culturas.

Pressão hidrostática: assim como a pressão atmosférica aumenta à medida que se desce na atmosfera, a pressão da água também aumenta com a profundidade. Mergulhadores sentem esse aumento de pressão, especialmente nos ouvidos. Para líquidos cuja densidade é aproximadamente constante, a pressão aumenta linearmente com a profundidade. Esse fenômeno é conhecido como Princípio de Stevin, e a pressão em um líquido com superfície livre em contato com a atmosfera pode ser calculada da seguinte forma:

$$p = p_{atm} + \mu \cdot g \cdot h \rightarrow \text{altura}$$

pressão hidrostática pressão atmosférica massa específica gravidade

Isso implica que, em um sistema hidráulico, quanto maior for a diferença de altura, maior será a pressão aplicada ao líquido.

A pressão hidrostática desempenha um papel fundamental na agricultura, especialmente em sistemas de irrigação. Ela se refere à pressão exercida por um fluido em repouso, como a água, e é influenciada pela altura da coluna de água e pela densidade do fluido. Em sistemas de irrigação, a pressão hidrostática é utilizada para garantir que a água seja distribuída de maneira uniforme através de tubos e canais, alcançando todas as plantas de uma área cultivada. Essa pressão é essencial para o funcionamento eficiente de métodos como a irrigação por gravidade e a irrigação por gotejamento, que dependem de uma distribuição adequada de água para promover o crescimento saudável das culturas e otimizar o uso dos recursos hídricos.

Princípio de Pascal: A pressão de um fluido é influenciada pela profundidade e pela pressão atmosférica. Qualquer aumento de pressão na superfície do fluido é transmitido uniformemente para todos os pontos dentro do fluido. Este princípio, conhecido como princípio de Pascal, foi descoberto pelo cientista francês Blaise Pascal.

O princípio de Pascal afirma que "uma alteração na pressão aplicada a um fluido é transmitida integralmente a todos os pontos do fluido e às paredes do recipiente". Uma das aplicações mais significativas desse princípio é a prensa hidráulica. Nesse sistema, uma força F_1 é aplicada a um êmbolo menor com área A_1 . A pressão gerada é transmitida por um líquido incompressível para um êmbolo maior com área A_2 . Como a pressão é a mesma em ambos os lados, a força F_2 gerada no êmbolo maior é superior à força F_1 aplicada inicialmente.

Esquemáticamente, temos:

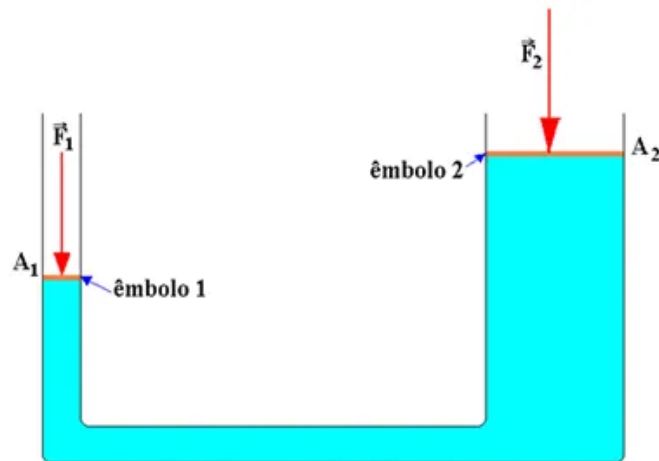


Figura 7: Representação do sistema hidráulico de Pascal

Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/prensa-hidraulica.htm>

Matematicamente, temos:

$$p = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Diagrama explicativo da equação acima:

- p**: pressão (seta para baixo)
- F1**: força 1 (seta para cima)
- A1**: área 1 (seta para baixo)
- F2**: força 2 (seta para cima)
- A2**: área 2 (seta para baixo)

O Princípio de Pascal é amplamente utilizado na agricultura, especialmente em sistemas de irrigação hidráulica e equipamentos de plantio. Em sistemas de irrigação, a pressão constante transmitida através da água permite que ela alcance uniformemente todos os pontos de uma plantação, garantindo uma distribuição eficiente da água. Além disso, o princípio é aplicado em equipamentos hidráulicos, como tratores e máquinas de plantio, onde a força exercida sobre um pequeno êmbolo é amplificada para mover componentes maiores, facilitando o trabalho pesado e aumentando a eficiência nas operações agrícolas.

Empuxo: ao tentar submergir uma bola em uma piscina, percebe-se uma resistência significativa. Isso acontece devido à forte força ascendente que a água exerce sobre a bola. Essa força, chamada de empuxo, atua sobre qualquer corpo total ou parcialmente submerso em um fluido. O valor do empuxo é sempre igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo submerso. Essa relação é conhecida como o Princípio de Arquimedes.

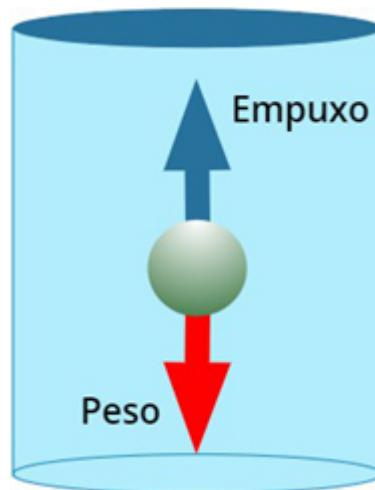


Figura 8: Representação de Empuxo

Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/empuxo.htm>

Para calcularmos o empuxo, temos:

$$E = \mu \cdot g \cdot v$$

Diagrama explicando os termos da fórmula:

- E**: empuxo (seta apontando para baixo)
- μ** : massa específica do fluido (seta apontando para baixo)
- g**: gravidade (seta apontando para cima)
- v**: volume de fluido deslocado (seta apontando para a direita)

Arquimedes foi um cientista notável da antiguidade, conhecido por suas contribuições significativas à matemática e à física. Ele foi o primeiro a calcular com precisão a relação entre a circunferência de um círculo e seu diâmetro, além de desenvolver métodos para calcular o volume e a área de superfície de esferas, cilindros e outras formas geométricas. Arquimedes também era um inventor talentoso; entre suas invenções estão a catapulta e sistemas de alavancas, roldanas e pesos para levantar cargas pesadas.

Em relação ao empuxo, ele demonstrou que essa força é exercida por um fluido sobre um objeto imerso. Assim, objetos de diferentes formas e densidades específicas, quando imersos no mesmo fluido e deslocando o mesmo volume, estão sujeitos à mesma força de empuxo. A decisão de um objeto afundar ou flutuar depende da relação entre o empuxo e o peso do objeto.

O conceito de empuxo é amplamente aplicado na agricultura, especialmente em equipamentos de irrigação e em sistemas de drenagem. Em equipamentos de irrigação, como os sistemas de aspersão, o empuxo desempenha um papel crucial na distribuição uniforme da água sobre as plantações, garantindo que todos os pontos do campo recebam a quantidade necessária de umidade.

Além disso, em sistemas de drenagem, o empuxo ajuda a prevenir o acúmulo

excessivo de água no solo, facilitando a remoção eficiente do excesso de água e evitando problemas como alagamentos e erosão. Estes princípios ajudam a otimizar o manejo da água, crucial para a saúde e produtividade das culturas.

Além de levar aos estudantes os conceitos relacionados aos fluidos em repouso, ou seja, a hidrostática. Para trabalharmos a física na irrigação, devemos abordar aspectos importantes dos fluidos em movimento, são eles:

- Vazão: refere-se ao volume de um fluido que passa por uma superfície durante um intervalo de tempo específico. A unidade de vazão, de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI), é metros cúbicos por segundo (m^3/s);
- Fluxo regular: ocorre quando as partículas do fluido seguem trajetórias planas e paralelas, sem que as trajetórias de diferentes partículas se cruzem. Nesse tipo de fluxo, todas as partículas de fluido chegam ao mesmo ponto com a mesma velocidade;
- Fluxo turbulento: caracteriza-se por velocidades elevadas e um padrão irregular, com pequenas regiões de redemoinhos e movimentos caóticos das partículas do fluido;
- Viscosidade: é um termo utilizado para descrever o grau de atrito interno em um fluido. Ela influencia como o fluido resiste ao movimento.

Como o comportamento dos fluidos no cotidiano é bastante complexo, frequentemente utilizamos simplificações para facilitar a compreensão. O fluxo ideal de um fluido é aquele que não apresenta viscosidade, possui um fluxo regular, tem densidade constante e não ocorre rotação em nenhum ponto de sua trajetória. Por exemplo, ao irrigar uma horta com uma mangueira conectada a uma torneira, se observarmos parcialmente a saída da água com o dedo, estará alterando a área de fluxo e, conseqüentemente, a vazão da água, conforme representado abaixo:

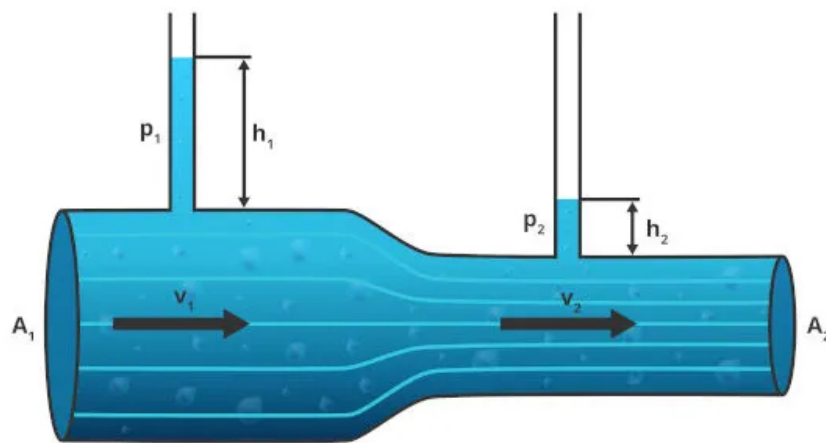


Figura 9: Representação de um fluido escoando em áreas distintas.

Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/fluidos.htm>

O fluido que flui pela mangueira passa por uma área inicial A_1 com uma velocidade V_1 . Quando você reduz a área para A_2 com o dedo, a velocidade do fluxo aumenta para V_2 . A Equação da Continuidade estabelece que o produto da área e da velocidade do fluido deve permanecer constante em todos os pontos ao longo da mangueira, o que nos leva à seguinte relação:

$$v1 \cdot A1 = v2 \cdot A2$$

Isso explica por que a água sai com maior velocidade na área onde você obstrui com o dedo; quanto menor a área por onde o líquido escoar, maior será sua velocidade. Assim, você notará que consegue lançar a água a distâncias maiores ao realizar essa ação.

A análise de como a água se comporta ao se mover através de sistemas de irrigação permite a otimização da distribuição de água, garantindo que as culturas recebam a quantidade adequada sem desperdícios. Além disso, entender o fluxo de água sobre terrenos agrícolas ajuda a projetar estratégias eficazes para minimizar a erosão do solo, protegendo a qualidade do solo e a produtividade das colheitas. O conhecimento dos princípios que regem o movimento dos fluidos contribui para o desenvolvimento de tecnologias agrícolas mais sustentáveis e eficientes.

A integração desses princípios físicos na agricultura está intimamente relacionada à agroecologia, que promove práticas sustentáveis e o consumo consciente dos recursos naturais. Na irrigação, isso se traduz na implementação de técnicas que minimizam o desperdício de água, como sistemas de irrigação por gotejamento ou de precisão, que utilizam menos água e garantem uma distribuição mais eficiente diretamente nas raízes das plantas. Essas abordagens não só melhoram a produtividade agrícola, mas também preservam os recursos hídricos e promovem a saúde ambiental. Assim, a aplicação dos princípios físicos na irrigação, alinhada com os princípios da agroecologia, é essencial para uma agricultura mais sustentável e responsável.

Durante as visitas às famílias, foi notado que o sistema de irrigação por microaspersão estava amplamente em uso. Este método, que utiliza pequenos aspersores para pulverizar água em uma área extensa, permite uma distribuição uniforme e eficiente da água sobre as plantas. A escolha por esse sistema reflete uma preocupação com a gestão eficiente dos recursos hídricos e uma abordagem consciente para manter a saúde das culturas, garantindo que cada planta receba a quantidade adequada de água sem desperdícios.

No processo de irrigação por microaspersão, a água é aplicada ao solo através da fragmentação de um jato d'água pressurizado lançado no ar, seja por meio de pequenos orifícios ou dispositivos aspersores. Esse método oferece vantagens como a eliminação da necessidade de preparar o terreno, o controle preciso da pressão da água, a economia de mão-de-obra e a potencial redução no consumo de água. No entanto, também apresenta limitações, como a possível distribuição inadequada da água, o risco de desenvolvimento de doenças nas plantas e a restrição de uso em áreas afetadas pela salinização da água.

4.2.2 A proposta de ensino

Como proposta de ensino para o estudo da física aplicada à irrigação, foi proposto aos estudantes desenvolver uma compreensão aprofundada dos princípios físicos

envolvidos no processo, com foco em agroecologia e sustentabilidade de recursos hídricos.

Este plano instiga os estudantes a compreenderem como as leis da física, como pressão, vazão e energia, influenciam o funcionamento dos sistemas de irrigação. Além disso, esta proposta enfatiza a importância da gestão eficiente da água e a adoção de práticas agrícolas que promovam a sustentabilidade e a preservação dos recursos naturais, através da investigação científica e da experimentação.

Abordar a agroecologia em sala de aula é fundamental, especialmente no ensino de física, quando relacionado ao uso de recursos hídricos. A agroecologia promove uma compreensão holística do sistema agrícola, enfatizando a sustentabilidade e a interação harmoniosa entre os seres vivos e o ambiente. Integrar essa abordagem ao ensino de física oferece aos estudantes uma oportunidade única de aprender como os princípios físicos são aplicados na prática para melhorar a eficiência e a sustentabilidade dos recursos naturais.

A agroecologia oferece soluções para enfrentar os desafios que surgem na agricultura, ensinando-nos formas eficazes de produzir com mais eficiência. Ela combina os conhecimentos tradicionais de nossos antepassados com as descobertas de pesquisadores contemporâneos. Além de integrar esses saberes, a prática agroecológica envolve o trabalho direto com a terra, permitindo que aprendamos com a natureza o que é mais eficaz em nossas plantações. Mais do que apenas aumentar a produção, a agroecologia busca a sustentabilidade ecológica dos sistemas agrícolas (Bonfim e Kato, 2019).

No contexto específico dos recursos hídricos, a física pode ser utilizada para explicar conceitos como a dinâmica dos fluidos, a capilaridade e a pressão, todos relevantes para a irrigação eficiente e a conservação da água. Ao explorar esses conceitos, os alunos podem entender como técnicas agrícolas baseadas em princípios agroecológicos podem ajudar a reduzir o consumo de água, melhorar a qualidade do solo e aumentar a resiliência das culturas às mudanças climáticas.

A Lei 9.433/97, conhecida como a Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelece que a água é um recurso natural limitado. A Constituição Federal, por sua vez, assegura o direito à vida, que é intrinsecamente ligado ao acesso à água. Portanto, todos têm o direito à água e, conseqüentemente, a responsabilidade de utilizá-la de forma racional.

Nesse contexto, é essencial adotar políticas públicas que promovam o manejo adequado das bacias hidrográficas, especialmente em relação à produção agropecuária. Um tema relevante na gestão ambiental atualmente é a crise hídrica, que já afeta várias regiões do Brasil, incluindo o estado do Espírito Santo, como indicado por alertas da Agência Estadual de Recursos Hídricos (Agerh).

Essa integração entre física e agroecologia não apenas enriquece o currículo educacional, mas também prepara os alunos para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos. Ao ensinar física através do prisma da sustentabilidade e do uso responsável dos recursos hídricos, os estudantes são incentivados a desenvolver soluções inovadoras e ecologicamente corretas para a agricultura, contribuindo para um futuro mais sustentável e equilibrado.

Ao integrar conceitos de física com temas de agroecologia, os estudantes são incentivados a explorar soluções inovadoras para os desafios enfrentados no campo, como a escassez de água e a necessidade de reduzir o impacto ambiental.

Essa abordagem educativa visa não apenas transmitir conhecimento técnico, mas também fomentar uma consciência crítica sobre a importância do uso responsável dos recursos hídricos e a implementação de práticas agrícolas sustentáveis. Assim, os alunos são preparados para contribuir de forma significativa para o desenvolvimento de tecnologias e métodos que beneficiem tanto o meio ambiente quanto as comunidades agrícolas.

A proposta de ensino foi baseada em projetos práticos, com o objetivo de desenvolver um projeto de irrigação sustentável aplicável a diversos tipos de culturas, com ênfase no cultivo do cacau. Os estudantes foram desafiados a realizar uma investigação científica, analisando casos reais de implementação bem-sucedida de técnicas agroecológicas e práticas de uso sustentável da água.

Esse enfoque prático visa proporcionar aos alunos uma experiência concreta e aplicada, onde exploraram como os princípios de sustentabilidade podem ser integrados nas práticas agrícolas. O estudo de casos reais (que foram baseados no sistema de cultura e irrigação, dos estudantes, cuja famílias foram participantes nessa pesquisa) permitiu que os estudantes entendessem os desafios e soluções envolvidos no manejo eficiente dos recursos hídricos, incentivando a criatividade e a inovação na busca por alternativas mais ecológicas e viáveis economicamente.

Ao final do estudo de caso e da investigação feita pelos estudantes, observou-se que eles já estavam munidos de conhecimentos para elaborar soluções sustentáveis e de baixo custo, voltadas para irrigação que promovam a conservação da água e o uso responsável dos recursos naturais, contribuindo para a sustentabilidade do cultivo do cacau e de outras culturas. Essa abordagem prática e investigativa visa preparar os estudantes para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos, capacitando-os a aplicar conhecimentos teóricos em contextos reais.

Dado que este é um dos desafios no Ensino de Física, a intenção é utilizar uma abordagem experimental e contextualizada para conectar os conceitos científicos com as experiências do cotidiano dos alunos. A expectativa é que os estudantes desenvolvam a habilidade de entender os problemas apresentados nos experimentos através da contextualização, permitindo que, posteriormente, possam generalizar esse conhecimento para resolver outras situações-problema. Com isso, espera-se que os alunos assimilem os conceitos, relacionando-os com suas próprias vivências. Além disso, essa metodologia expositiva-ilustrativa, permite a interação sensorial e direta dos alunos com os conceitos de forma aplicada.

Para Sforni (2015), para promover o desenvolvimento dos estudantes, é fundamental que a abordagem dos conteúdos e as atividades propostas sejam cuidadosamente planejadas. O pensamento teórico está intimamente ligado ao desenvolvimento das Funções Psíquicas Superiores, que são aprimoradas através da própria atividade do sujeito. Isso significa que habilidades como atenção, percepção, memória, raciocínio, imaginação e sentimentos são fortalecidas à medida que são estimuladas. Portanto, ao envolver os estudantes em atividades que desafiam e ativam essas funções, contribuimos para o seu desenvolvimento cognitivo e emocional.

Sugeriu-se a sequência didática abaixo, com objetivo de compreender como os princípios da física são aplicados no dia a dia das famílias agrícolas, analisando o funcionamento dos sistemas de irrigação utilizados nas lavouras de cacau, e ao durante o processo de ensino aprendizagem, discutir a importância da preservação dos recursos hídricos no contexto agrícola.

A sequência será aplicada nas turmas das 3ª série 01 (a turma é composta por 25 estudantes, sendo 24 estudantes do meio rural, o que representa 96%, e 1 estudante do meio urbano, que representa 4%) e na 3ª série 02 (composta por 22 estudantes, onde 9 estudantes estão inseridos no meio rural, ou seja, 41%, e 13 estudantes pertencem ao meio urbano, correspondendo a 59%).

A 3ª série 01 se destaca por ter uma maior quantidade de estudantes oriundos do meio rural, o que influencia diretamente no interesse e motivação dos alunos por temas ligados ao campo. Eles demonstram uma curiosidade genuína por assuntos que envolvem a agricultura, o meio ambiente e a vida no campo, trazendo uma perspectiva rica e

contextualizada para as discussões em sala de aula. Por outro lado, a 3ª série 02, com uma composição mais diversa em termos de origem dos estudantes, apresenta interesses variados, sem uma predominância tão clara por temas específicos, o que exige uma abordagem pedagógica mais ampla e diversificada para engajar todos os estudantes.

Apesar de a 3ª série 01 ser composta majoritariamente por estudantes do meio rural, o que facilitaria uma pesquisa voltada para temas do campo, a existência de uma outra turma, com uma realidade oposta, apresenta uma oportunidade valiosa. Isso permitiria motivar esses estudantes a conhecerem e valorizarem a realidade e os conhecimentos que os agricultores possuem. A interação entre as turmas poderia enriquecer o aprendizado, promovendo um intercâmbio de experiências e saberes, onde os alunos urbanos poderiam descobrir as práticas e sabedorias do campo, enquanto os alunos rurais poderiam compartilhar suas vivências e fortalecer a conexão com suas raízes.

Dessa maneira, aplicam-se nas turmas a sequência abaixo:

Aula 1 : Introdução à Física no cotidiano das famílias agrícolas:

Conversa inicial sobre a vida em Águia Branca e as atividades agrícolas predominantes, focando nas lavouras de cacau, onde por meio da plataforma *Mentimeter*, que gera uma “nuvem de palavras”, os estudantes irão opinar sobre quais conceitos da física eles enxergam presentes no cotidiano agrícola.

O objetivo da nuvem de palavras é identificar e visualizar os conceitos de física que os estudantes acreditam estar presentes no cotidiano do ambiente rural. Através dessa ferramenta, é possível captar as percepções e conhecimentos prévios dos alunos, destacando os termos mais mencionados e, assim, orientando futuras discussões e atividades pedagógicas para abordar de forma mais eficaz a aplicação da física no contexto rural.

Após o tempo proposto, foi possível identificar os conceitos físicos, citados pelos estudantes:

QUAIS CONCEITOS DA FÍSICA, ESTÃO PRESENTES NO MEIO RURAL?

24 responses



Figura 10: Nuvem de palavras gerada através das respostas dos estudantes da 3ª série 01.

QUAIS CONCEITOS DA FÍSICA, ESTÃO PRESENTES NO MEIO RURAL?

22 responses



Figura 11: Nuvem de palavras gerada através das respostas dos estudantes da 3ª série 02.

Não foi surpresa que alguns conceitos físicos citados pelos estudantes da 3ª série 01 já estivessem relacionados com as atividades do campo. Dada a vivência desses alunos no meio rural, é natural que eles reconheçam e associem fenômenos físicos, como a força, o movimento e a energia, às tarefas do dia a dia, como o trabalho na agricultura, o uso de máquinas e o manejo dos recursos naturais. Essas conexões mostram como a física está presente de maneira prática e relevante em suas rotinas.

Após a conclusão da atividade inicial com a nuvem de palavras, foi proposto um debate fundamentado na pergunta norteadora desta pesquisa. Os estudantes foram incentivados a discutir sobre como os conhecimentos físicos presentes em seu cotidiano interagem com os saberes práticos e o conhecimento científico atual. Esse debate visou estimular a reflexão sobre a aplicação dos conceitos de física nas atividades diárias, destacando a relação entre a experiência prática do campo e as teorias científicas, promovendo um diálogo enriquecedor entre o conhecimento científico e o senso comum.

Aula 2: Física no sistema de irrigação e a preservação dos recursos hídricos:

O início da aula 2 foi marcado por uma reflexão sobre a importância da água como recurso essencial para a agricultura e para a vida. A discussão abordou práticas sustentáveis para a preservação dos recursos hídricos, especialmente em um contexto em que o Estado do Espírito Santo já recebeu um alerta de racionamento de água. Essa reflexão buscou conscientizar os estudantes sobre a necessidade urgente de adotar medidas que garantam o uso responsável e a conservação da água, um recurso vital para o equilíbrio ambiental e a sobrevivência das comunidades.

A partir da reflexão, exposição e diálogo realizados no início da aula, os estudantes, de forma quase unânime, destacaram os sistemas de irrigação como um exemplo claro do uso responsável da água no ambiente rural. Eles reconheceram a importância desses sistemas na otimização dos recursos hídricos, ressaltando que a aplicação de conceitos físicos, como pressão e fluxo, é fundamental para garantir a eficiência no uso da água, preservando este recurso essencial para a agricultura e a vida no campo.

E para um melhor entendimento e aprendizado de tudo o que foi exposto no início da aula, foi proposta uma atividade em grupo sobre a Física na Irrigação – cálculo de vazão e uso racional da água, onde os estudantes receberam um roteiro, e após uma introdução

sobre os conceitos de vazão, escoamento e uso racional da água, foram divididos em três grupos e executaram a atividade prática proposta, conforme o roteiro.

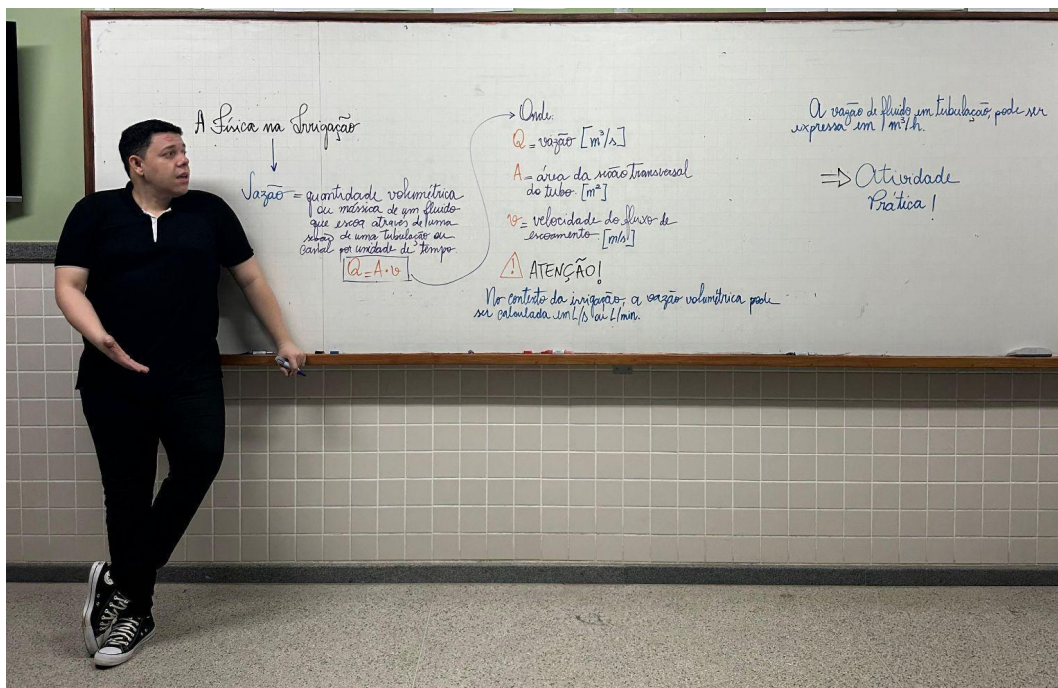


Figura 12: Aula expositiva e dialogada sobre vazão.

Destacamos com objetivo para esta atividade prática, compreender como calcular a vazão de um sistema de irrigação simples e refletir sobre a importância do uso eficiente da água na agricultura.

Foi entregue aos estudantes um roteiro, contendo as seguintes informações, sobre a prática a ser executada:

Materiais necessários:

- Garrafas plásticas de 2 litros (vazias);
- Tubos de plástico ou mangueiras pequenas (aproximadamente 1 metro);
- Recipientes para coletar água;
- Cronômetro ou relógio com cronômetro;
- Régua ou trena;
- Papel e caneta para anotações.

Procedimentos para a montagem do sistema de irrigação simples:

- Faça um pequeno furo na tampa de uma garrafa plástica de 2 litros.
- Conecte a mangueira ao furo da tampa de forma que fique bem vedado.
- Encha a garrafa com água, tampe-a com a tampa modificada e segure-a em uma altura fixa, de aproximadamente 1 metro do solo.



Figura 13: Montagem do sistema

Após a montagem do sistema, com o objetivo de se verificar a vazão, abriu-se a tampa da garrafa para permitir que a água fluísse pela mangueira, dando início no cronômetro assim que a água começou a sair da mangueira. Deixou-se que a água fluísse por exatamente 1 minuto e em seguida parou o cronômetro.



Figura 14 e 15: Realização da Prática sobre uso eficiente da água na agricultura.

Mediu-se a quantidade de água que foi coletada no recipiente utilizando uma régua, para verificar a vazão sofrida durante esse intervalo de tempo. Repetiu-se o procedimento por cinco vezes, tomou-se nota e foi feito uma média da vazão, conforme os cálculos abaixo.

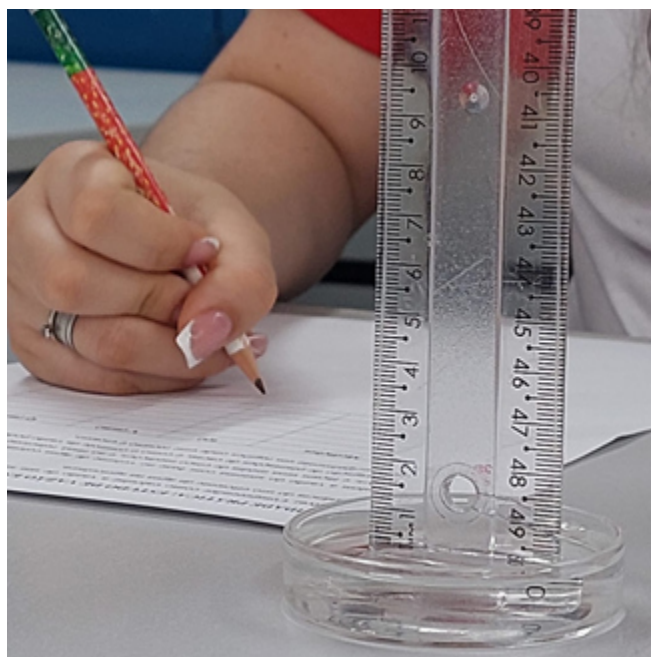


Figura 16: Tabulação dos valores encontrados.

ATIVIDADE PRÁTICA: ESTUDO DE VAZÃO EM SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

Objetivo: Compreender como calcular a vazão de um sistema de irrigação simples e refletir sobre a importância do uso eficiente da água na agricultura.

Calcule a vazão do sistema com base no volume de água coletado e no tempo cronometrado de 60 segundos, e façam uma média de cinco medições, e ao final, relacione a atividade com o contexto real, como a irrigação de plantações de cacau, e como o controle da vazão pode melhorar a eficiência no uso da água, principalmente em regiões onde esse recurso é escasso.

| Medições | t(s) | V (mm) | Q (mm/s) |
|------------|------|--------|----------|
| 1ª MEDIÇÃO | 60 | 5 | 0,083 |
| 2ª " | 60 | 5 | 0,083 |
| 3ª " | 60 | 4 | 0,066 |
| 4ª " | 60 | 3 | 0,05 |
| 5ª " | 60 | 4 | 0,066 |
| MÉDIA | — | — | 0,07 |

$$1^{\circ} \text{ medição} = Q = \frac{V}{t} \Rightarrow \frac{5}{60} = 0,083 \text{ mm/s}, \quad 4^{\circ} \text{ medição} = Q = \frac{V}{t} \Rightarrow \frac{3}{60} = 0,05 \text{ mm/s}$$

$$2^{\circ} \text{ " } = Q = \frac{V}{t} \Rightarrow \frac{5}{60} = 0,083 \text{ mm/s}, \quad 5^{\circ} \text{ " } = Q = \frac{V}{t} \Rightarrow \frac{4}{60} = 0,066 \text{ mm/s}$$

$$3^{\circ} \text{ " } = Q = \frac{V}{t} \Rightarrow \frac{4}{60} = 0,066 \text{ mm/s}, \quad 5^{\circ} \text{ MEDIÇÃO} = \frac{4}{60} = 0,066 \text{ mm/s}$$

$$Q \text{ MÉDIA} = \frac{0,083 + 0,083 + 0,066 + 0,05 + 0,066}{5}$$

$$Q \text{ MÉDIA} \Rightarrow 0,07 \text{ mm/s}$$

Após controlar a rega da água em sistemas de irrigação, os agricultores podem garantir que as plantas de cacau recebem apenas a quantidade necessária para o seu desenvolvimento, evitando tanto o excesso quanto o escassez de água. Isso é essencial porque o excesso de água pode causar danos às raízes das plantas e à estrutura do solo, enquanto a falta de água pode comprometer a qualidade e o rendimento da produção de cacau. Portanto, a aplicação da quantidade certa de água, através do monitoramento da rega, mantém a planta hidratada de maneira equilibrada, promovendo uma produção mais eficiente.

| Medições | t(s) | V (mm) | Q (mm/s) |
|------------|------|--------|----------|
| 1ª medição | 60 | 5 | 0,083 |
| 2ª medição | 60 | 5 | 0,083 |
| 3ª medição | 60 | 4 | 0,066 |
| 4ª medição | 60 | 3 | 0,05 |
| 5ª medição | 60 | 6 | 0,1 |
| Média | | | 0,0764 |

$$1^{\text{a}} \text{ medição: } Q = \frac{V}{T} \rightarrow \frac{5}{60} = 0,083 \text{ mm/s}$$

$$2^{\text{a}} \text{ medição: } Q = \frac{V}{T} \rightarrow \frac{5}{60} = 0,083 \text{ mm/s}$$

$$3^{\text{a}} \text{ medição: } Q = \frac{V}{T} \rightarrow \frac{4}{60} = 0,066 \text{ mm/s}$$

$$4^{\text{a}} \text{ medição: } Q = \frac{V}{T} = \frac{3}{60} = 0,05 \text{ mm/s}$$

$$5^{\text{a}} \text{ medição: } Q = \frac{V}{T} \rightarrow \frac{6}{60} = 0,1 \text{ mm/s}$$

$$Q_{\text{média}} = 0,083 + 0,083 + 0,066 + 0,05 + 0,1 / 5$$

$$Q_{\text{média}} = 0,076 \text{ mm/s}$$

Em regiões onde a água é limitada, o controle preciso do Vazão é crucial para utilizar de forma eficiente e maximizar o uso da água.
Sistemas de irrigação mal regulados podem resultar no uso excessivo de água, o que não apenas aumenta os custos operacionais, mas também esgota os recursos locais, impactando negativamente o meio ambiente e comprometendo a sustentabilidade da agricultura na região.

| Medições | t(s) | V (mm) | Q (mm/s) |
|------------|------|--------|----------|
| 1ª Medição | 60 | 5 | 0,083 |
| 2ª Medição | 60 | 5 | 0,083 |
| 3ª Medição | 60 | 4 | 0,066 |
| 4ª Medição | 60 | 3 | 0,05 |
| 5ª Medição | 60 | 4 | 0,066 |
| Média | — | — | 0,07 |

$$1^{\text{a}} \text{ medição: } Q = \frac{V}{t} = \frac{5}{60} = 0,083 \text{ mm/s}$$

$$2^{\text{a}} \text{ medição: } Q = \frac{V}{t} = \frac{5}{60} = 0,083 \text{ mm/s}$$

$$3^{\text{a}} \text{ medição: } Q = \frac{V}{t} = \frac{4}{60} = 0,066 \text{ mm/s}$$

$$4^{\text{a}} \text{ medição: } Q = \frac{V}{t} = \frac{3}{60} = 0,05 \text{ mm/s}$$

$$5^{\text{a}} \text{ medição: } Q = \frac{V}{t} = \frac{4}{60} = 0,066 \text{ mm/s}$$

$$Q_{\text{média}} = 0,083 + 0,083 + 0,066 + 0,066 + 0,05 + 0,066$$

$$Q_{\text{med}}: 0,07 \text{ mm/s}$$

A atividade de calcular a vazão em sistemas de irrigação tem uma aplicação direta no contexto da irrigação de plantações de cacau, especialmente em regiões onde a água é um recurso escasso. O cacau, como muitos outros cultivos, exige uma quantidade específica de água para crescer de maneira saudável. No entanto, em áreas com limitação hídrica, o uso eficiente da água torna-se um fator decisivo para a sustentabilidade da produção.

| Medições | t(s) | V (mm) | Q (mm/s) |
|------------|------|--------|----------|
| 1ª Medição | 60 | 3 | 0,05 |
| 2ª Medição | 60 | 5 | 0,083 |
| 3ª Medição | 60 | 4 | 0,066 |
| 4ª Medição | 60 | 3 | 0,05 |
| 5ª Medição | 60 | 4 | 0,066 |
| Média | | | 0,063 |

1ª Medição

$$Q = \frac{V}{t} \rightarrow \frac{3}{60} = 0,05 \text{ mm/s}$$

2ª Medição

$$Q = \frac{V}{t} \rightarrow \frac{5}{60} = 0,083 \text{ mm/s}$$

3ª Medição

$$Q = \frac{V}{t} \rightarrow \frac{4}{60} = 0,066 \text{ mm/s}$$

4ª Medição

$$Q = \frac{V}{t} \rightarrow \frac{3}{60} = 0,05 \text{ mm/s}$$

5ª Medição

$$Q = \frac{V}{t} \rightarrow \frac{4}{60} = 0,066 \text{ mm/s}$$

$$\text{Média} = \frac{0,05 + 0,083 + 0,066 + 0,05 + 0,066}{5}$$

$$\text{Média} = 0,063 \text{ mm/s}$$

Após calcular e ajustar a vazão, os produtores de cacau podem implementar técnicas de irrigação mais inteligentes, como a irrigação por gotejamento, que libera a água lentamente e de forma localizada, diminuindo os perdas por evaporação e escoamento. Isso garante que a água seja usada de maneira eficaz, conservando o recurso e permitindo que a produção continue mesmo em períodos de estiagem.

Concluimos a partir desta sequência, que quando o agricultor consegue calcular a vazão de um sistema de irrigação, ele pode ajustar o uso de água de acordo com as necessidades específicas das culturas, garantindo que as plantas recebam a quantidade certa para seu desenvolvimento sem excessos. Além de promover uma melhor saúde das plantas, o controle da vazão contribui diretamente para a preservação dos recursos hídricos, que são cada vez mais escassos em muitas regiões.

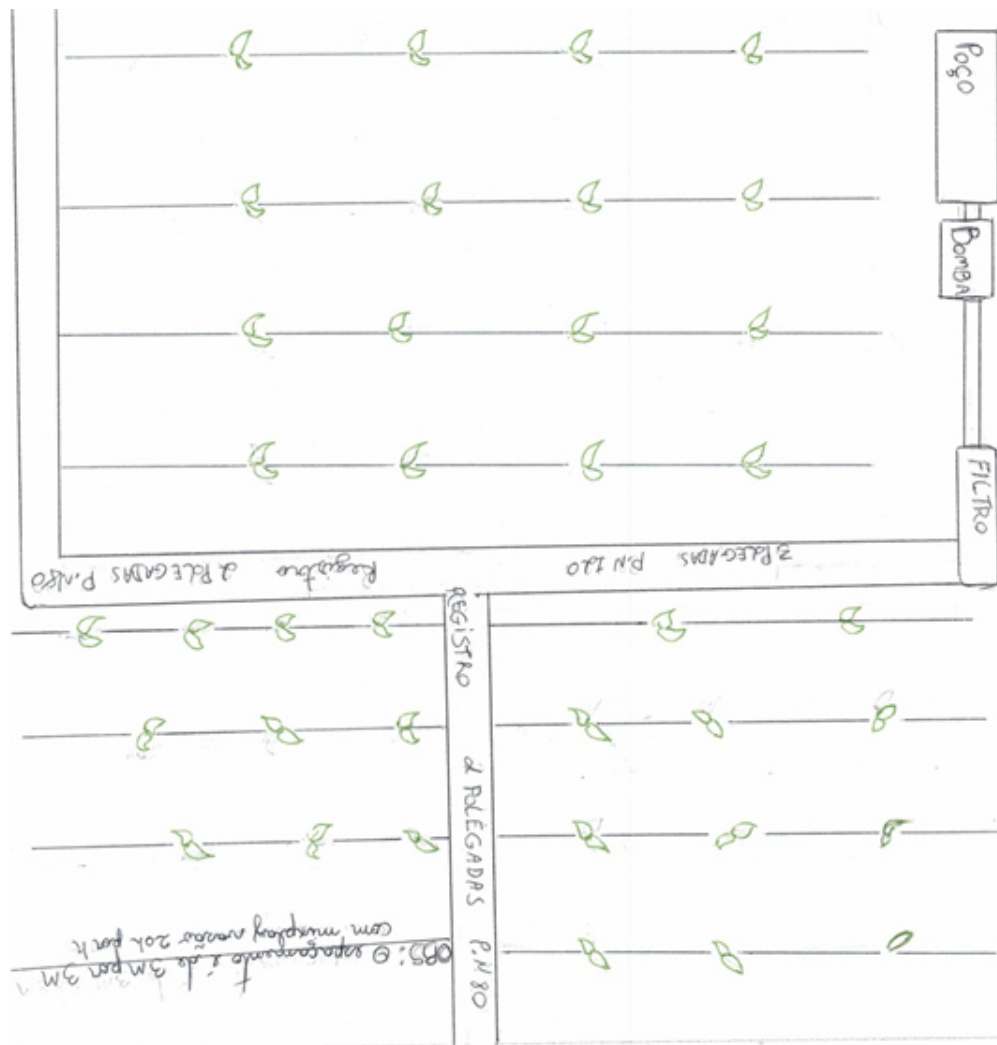
Na agricultura, o uso consciente da água se torna uma responsabilidade crucial. Sistemas de irrigação mal regulados podem resultar em um uso exagerado do recurso, afetando tanto o meio ambiente quanto a viabilidade econômica da produção. O controle da vazão, aliado ao monitoramento das condições climáticas e das necessidades hídricas das culturas, permite uma aplicação mais precisa e eficiente da água, reduzindo o consumo e evitando perdas por evaporação ou escoamento.

Além disso, a prática de irrigação eficiente pode trazer benefícios a longo prazo, como a conservação dos solos e a proteção de mananciais, ajudando a manter o equilíbrio ecológico das regiões agrícolas. Portanto, calcular a vazão de um sistema de irrigação vai além de uma simples operação matemática; trata-se de uma ação estratégica para garantir a

sustentabilidade no campo e a proteção de um dos recursos mais valiosos do planeta: a água.

Essa atividade não só reforçou o aprendizado sobre os conceitos de física aplicados à irrigação, como também estimulou a consciência ambiental e o empreendedorismo sustentável entre os estudantes.

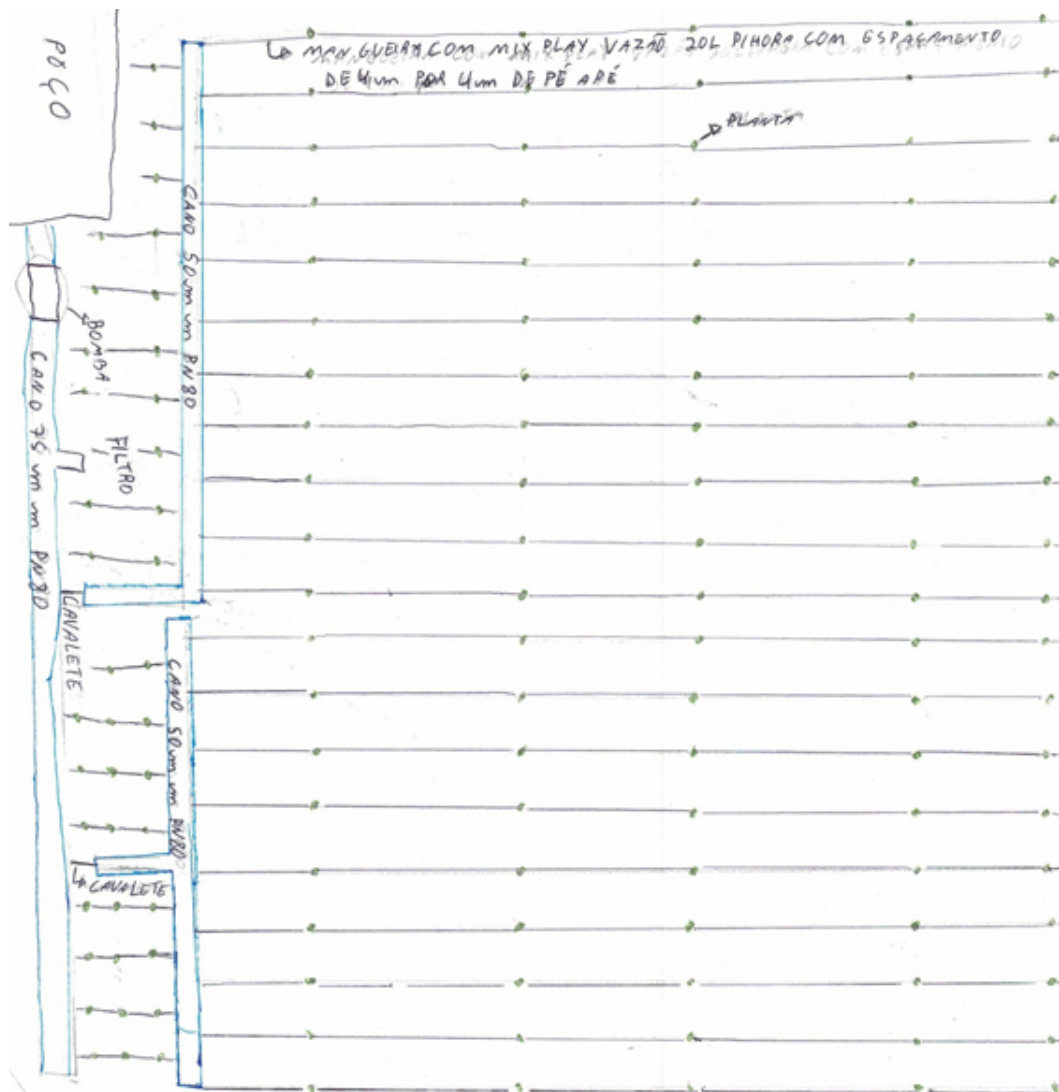
Aula 03: Como uma proposta de culminância, após a atividade prática, os estudantes foram incentivados a aplicar os conhecimentos adquiridos de forma criativa, sendo orientados através de pesquisas direcionadas ao dimensionamento das lavouras de cacau e da disposição do sistema de irrigação, a desenvolver croquis de acordo com o que aprenderam e compartilharam, e instigados a relacionar a atividade com o contexto real, como a irrigação de plantações de cacau, e como o controle da vazão pode melhorar a eficiência no uso da água, principalmente em regiões onde esse recurso é escasso. Segue abaixo, os croquis e as respostas dos estudantes:



Onde a Física Está Presente? Grupo 1

Nossa grupo visualiza a Física em toda a processo de irrigação, desde a montagem do sistema, até a irrigação em si.

Entre os conceitos da Física envolvidos, podemos citar o que nós estudamos, a vazão ou seja a flutuação da água, que depende da pressão da diâmetro da tuba e da topografia local.

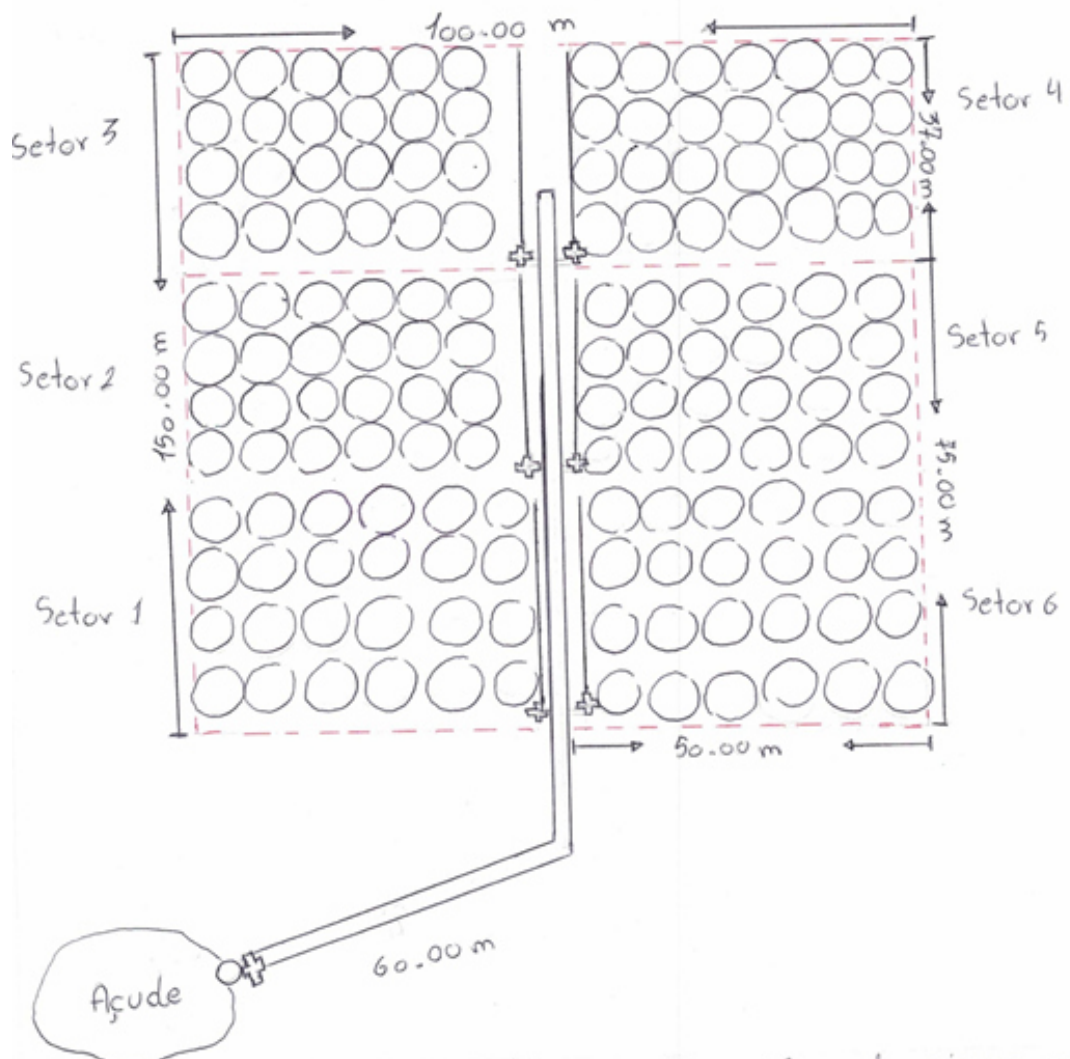


Nesse sistema de irrigação, a pressão hidrostática dentro dos tubos de PVC permite que a água percorra todo o comprimento, distribuindo-se de maneira uniforme através dos furos. A vazão pode ser controlada por um micronele de latex e feita ou por um dispositivo eletrônico acoplado à tampa. Como a área do tubo é maior do que a dos orifícios, a velocidade da água dentro do tubo é menor, mas aumenta ao passar pelas furos, fazendo com que a água saia em alta velocidade. Ao colar um pedaço de mangueira sobre os orifícios, a energia cinética da água é reduzida, evitando que ela seja expulsa em forma de jatos.



Grupo 1

Nosso grupo observou que a presença de microaspersores na irrigação do cacau permite analisá-lo em termos de aplicação de pressão, entendida como a força exercida sobre uma determinada área. Os microaspersores podem ser ajustados para que a água alcance distâncias maiores ou menores, dependendo das necessidades específicas da lavoura. Esse ajuste é feito por meio da modificação da área de saída da água, o que, por sua vez, altera a pressão: ao reduzir a área de saída, a pressão aumenta, enquanto o aumento da área diminui a pressão.



Na irrigação de cacaueiras, diversos conceitos de física estão presentes. A pressão hidrostática regula o fluxo de água, garantindo que ela alcance uniformemente todas as plantas. A gravidade auxilia no movimento da água através das canaletas e tubos. A vazão controla a quantidade de água que chega às raízes e a perda de carga deve ser considerada para manter uma distribuição eficiente. Além disso, o princípio de Bernoulli pode explicar como a variação na pressão afeta a velocidade do fluxo de água.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A compreensão das práticas científicas e a aplicação do conhecimento, especialmente no campo da Física, revelam-se cruciais para o avanço das sociedades e para a promoção de um ensino mais significativo e contextualizado. A Física, enquanto ciência fundamental, permeia todos os aspectos da vida humana, desde os fenômenos mais simples do cotidiano até as mais complexas inovações tecnológicas, como a inteligência artificial. No entanto, o desafio do ensino dessa disciplina na educação básica reside na necessidade de adaptar o currículo de forma a tornar o conteúdo relevante e aplicável à realidade dos estudantes, especialmente aqueles oriundos de áreas rurais.

Há uma riqueza de saberes práticos que os estudantes trazem de suas vivências, particularmente no campo. A valorização do conhecimento empírico, muitas vezes acumulado ao longo de gerações, pode enriquecer significativamente o ensino de Física, estabelecendo conexões entre a teoria científica e as práticas cotidianas, como as observadas na cacauicultura no Espírito Santo. A integração desses saberes no contexto escolar não só contribui para uma melhor compreensão dos fenômenos físicos, mas também fortalece a identidade cultural dos alunos e promove um aprendizado mais engajado e crítico.

Portanto, reconhecer e incorporar os conhecimentos práticos das famílias agrícolas no ensino de Física é uma estratégia eficaz para aproximar os estudantes da ciência, mostrando-lhes a relevância do conhecimento científico em suas vidas e comunidades. Isso possibilita um ensino que não apenas transmite conteúdos, mas também promove a reflexão crítica e a valorização da diversidade cultural, elementos essenciais para a formação de cidadãos conscientes e atuantes em uma sociedade cada vez mais complexa e interconectada.

A partir da transição das famílias agrícolas de Águia Branca-ES, tradicionalmente voltadas ao cultivo do café, para a cacauicultura representa uma mudança significativa nas práticas produtivas da região. Diante dessa realidade, é essencial que a instituição escolar reconheça e valorize essa diversificação da produção agrícola, adaptando o currículo para incluir esse novo conhecimento que as famílias estão adquirindo com suas escolhas. Esse reconhecimento exige uma abordagem crítica e reflexiva, na qual os saberes práticos e culturais trazidos pelos indivíduos das áreas rurais sejam integrados ao processo de construção do conhecimento científico.

Ao promover políticas e práticas educacionais que dialoguem com a realidade dessas famílias, a escola não só valida a importância do conhecimento prático, mas também contribui para o desenvolvimento de uma educação mais inclusiva e relevante para a comunidade local. A valorização da cacauicultura no ambiente escolar é uma forma de fortalecer a identidade rural, respeitar as tradições e, ao mesmo tempo, preparar os estudantes para os desafios econômicos e ambientais do século XXI.

Ao concluir o processo investigativo desta pesquisa, é essencial revisitar as questões que guiaram todo o estudo. Para isso, foi fundamental consultar diversas referências teóricas, realizar observações, analisar documentos e conduzir entrevistas. A utilização da técnica de triangulação de fontes, por meio da diversidade de instrumentos empregados, possibilitou a identificação de questões altamente relevantes tanto para as famílias e estudantes participantes quanto para o meio acadêmico.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAURRE, R. Informações sobre a cadeia produtiva do cacau. Depoimento. Domingos Martins, 2022.

ALMEIDA, C. A. B.; OLIVEIRA, I. A. ; SILVA NETO, J. A. ; SILVA, C. J. ; José de Almeida Maciel Neto . Transpiração em *coffea canephora* l. Via balanço de calor no caule e lisímetro de pesagem eletrônica. *Holos* (Natal. Online), v. 3, p. 20-30, 2016.

ALVIM, P de T.; Machado, A. D.; Vello, F. Physiological responses of cacao to environmental factors. In: Fourth International Cocoa Research Conference. Trinidad and Tobago. 1974.

ALVIM, P. de T. 1988. Relações entre fatores climáticos e produção do cacaueiro. In Conferencia Internacional de Investigación em Cacao, 10, Santo Domingo. Actas Lagos, Nigeria, Cocoa Producers Alliance. pp.159-167.

ALVIM, P. T.; ALVIM, R. Relation of climate to growth periodicity in tropical trees. In: TOMLINSON, P. B.; ZIMMERMANN, M. H. (Ed.). *Tropical Trees as Living Systems*, Cambridge: Cambridge University Press, 1978. p. 445-464.

ANACLETO, B. da S. Etnofísica na lavoura de arroz. 2007. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Luterana do Brasil. Canoas.

ARAÚJO. Melo de, Bruno. O ensino agrícola e a educação: A formação do trabalhador. XXVII Simpósio Nacional de história. Natal – RN. 22 a 26 de jul/2003.

ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN J. W.; JONES A. J. (Ed.). *Methods for assessing soil quality*. Madison: Soil Science Society of America. 1996. p. 123-142.

AUSUBEL, D. P. A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

BAUDET, L.M.L.; VILLELA, F.A.; CAVARIANI, C. Princípios de secagem. *Seed News*, Pelotas-RS, n.10, p.20-27,1999.

BARBOSA, Roberto Gonçalves. O Ensino da Física na Educação do Campo: descolonizadora, instrumentalizadora e participativa. *Revista Brasileira de Educação do Campo*, Tocantinópolis, v. 3, n. 1, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.20873/uft.2525-4863.2018v3n1p177>.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Base Nacional Comum Curricular: educação é a base. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_site.pdf. Acesso em: 4 mai. 2024

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Lei Nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento

de Recursos Hídricos. Acesso em 23 julho de 2024. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=370>

CADIMA, Z. A.; ALVIM, P. T. Algunos factores del suelo asociados con la productividad del cacaotero en Bahia, Brasil. Revista Theobroma, v. 3, n. 2, p. 13-26, 1973. CALIARI, Rogério. A prática pedagógica da formação em Alternância. In: NOSELLA, Paolo. In: Diálogos interculturais em terras capixabas. FOERSTE, Erineu; BASSANI, Laura Maria; PAIXÃO, Muri; CALIARI, Rogério. Org. Vitória, ES: EDUFES, 2012.

CASTELLI. E. C. Cacau brasileiro: de Linhares para o mundo. Castelli Escola de chocolate. Disponível em: <https://castelliescolachocolataria.com.br/blog/cacau-brasileiro-de-linhares-para-o-mundo>. Acesso em 3 ago 2022.

CASTRO, A. M. PEREIRA JUNIOR, N. Produção, Propriedades e Aplicação de Celulases na Hidrólise de Resíduos Agroindustriais. Quim. Nova, v.33, n.1, p.181-188, 2010.

CORNWELL, E. Effects of different agricultural systems on soil quality in Northern Limón province, Costa Rica. Revista de Biologia Tropical, v. 62, n.3, p. 887-897, 2014.

DAMASO, M. C. T.; PASSIANOTO, M. A.; FREITAS, S. C.; FREIRE, D. M. G.; LAGO, R. C. A.; COURI, S. Utilization of agroindustrial residues for lipase production by solid-state fermentation. Brazilian Journal of Microbiology, v. 39, p. 676-681, nov. 2008.

DELLA, V.P.; KÜHN, I. ; HOTZA, D. Reciclagem de Resíduos Agro-Industriais: Cinza de Casca de Arroz como Fonte Alternativa de Sílica. Cerâmica Industrial, v. 10, p. 22-25, 2005.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Etnomatemática: Elo entre as tradições e a modernidade. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

ELKON, Juliette. O livro de receitas com Chocolate. Editora Record- 2º edição- Rio de Janeiro-2004.

ERICKSON, F. (1986). Os métodos qualitativos em pesquisa sobre o ensino. Em M. Wittrockk (Ed.), Manual de Pesquisa em Ensino (3ª ed., pp. 119-161). Nova York: MacMillan.

ESPÍRITO SANTO. RESOLUÇÃO AGERH Nº 02 DE 15 JULHO DE 2024. Diário Oficial do Estado do Espírito Santo, Vitória(ES) 16 jul de 2024, p. 37.

FARROW, Joanna. Chocolate Receitas Doces e Salgadas. Editora Manole. 2º edição – São Paulo- 2005.

FERNANDES, C. A. F. et al. Avaliação da qualidade do solo em áreas de cacau cabruca, mata e policultivo no Sul da Bahia. Agrotrópica, v. 25, n.3, p. 137-148, 2013.

FERNANDES, M. L. M. Produção de lipases por fermentação no estado sólido e sua utilização em biocatálise. 2007. 131 f. Dissertação (Doutorado em Química) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

FOERSTE, Erineu. Parceria na formação de professores. São Paulo: Cortez, 2005.

Folha técnica/CEPLAC. Capturado em 03/2013.
<http://www.ceplacpa.gov.br/site/wpcontent/uploads/2011/12/folha%20tecnica%205.pdf>.

FRANCO, Ariovaldo. De caçador a gourmet – Uma história da gastronomia. Editora Senac. 3ª edição – São Paulo -2001.

FRANÇA, T. T. Fotossíntese, crescimento e metabolismo antioxidativo em plântulas de cacau submetidas ao estresse mecânico por compactação e a variações de doses de fosforo em solos de tabuleiros costeiros. 91 f. Dissertação (Mestrado) – UESC, Ilhéus, 2015.

FREIRE, P. Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

FRIZZONE, J. A. Irrigação por aspersão: uniformidade e eficiência. Piracicaba: ESALQ, DER, 1992. 53 p. (Série didática, 003).

GALEMBECK, F.; BARBOSA, C.A.S.; SOUSA, R.A.. Sustainable use of biomass and natural resources for chemical innovation. Quím Nova, v.32, p.571-581, 2009

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

GONÇALVES, Tiago Cargnin; BERTINO, Raimundo Daldenberg Pereira. Sinais da Natureza Profecias e Previsões Meteorológicas no Sertão do Pajeú. Revista de Geografia(Recife), v. 35, n. 1 (Especial), p. 30-39, 2018.

GUERRINI, I. A . Movement of íons: an interesting example for agronomy students. THE Physics, Stony Brook, USA, v. 27, n.5 p. 360, 1989.

HARDY, F. Manual de cacao. Turrialba: Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, 1961. 439 p.

HENRIQUES, R.; MARANGON, A; DELAMORA, M. CHAMUSCA, A. Educação do Campo: diferenças mudando paradigmas. Brasília: Ministério da Educação, SECAD, 2007.

HERME, P. Larousse do Chocolate. Editora Larousse. 1ª edição - São Paulo - 2006.

IBGE, Censo Agropecuário de 2017. Disponível em: . Acesso em 26 de agosto de 2023.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/aguia-branca/pesquisa/24/76693>. Acesso em: 26 de ago de 2023.

IMHOFF, S.; SILVA, A. P.; TORMENA, C. A. Aplicações da curva de resistência no controle da qualidade física de um solo sob pastagem. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 35, p. 1493-1500. 2000.

INCAPER. Produção de cacau é incentivada em Águia Branca. Campo vivo, 2017.

Disponível em: <https://campovivo.com.br/fruticultura/producao-de-cacau-e-incentivada-em-aguia-branca/#:~:text=Cerca%20de%2040%20agricultores%20familiares,vem%20crescendo%20rapidamente%20no%20munic%C3%ADpio>. Acessado em: 3 ago 2022.

LAL, R.; SHUKLA, M. K. Principles of soil physics. Ohio: The Ohio State University Columbus, 2004. 682 p.

LEITE, J. B. V. et al. 2006. É possível produzir cacau em regiões semiáridas? Quebrando um paradigma. In: International Cocoa Research Conference, 15, San Jose, Costa Rica. Proceedings. Lagos, Nigeria, Cocoa Producers' Alliance. pp.331-341. v.I.

LÉVI-STRAUSS, C. 1908. O pensamento selvagem. Tradução Tania Pellegrini – Campinas, SP: Papyrus, 1989.

LIMA, Roberta. Gastronomia com pouco açúcar. Revista Veja. São Paulo, v.4 n° 9, p.82-84, jan.2008.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. 2.ed. Rio de Janeiro: E.P.U, 2017.

MALACARNE, Altair. “Águia Branca – uma rapsódia polono-brasileira na selva capixaba”, 2002

MARTINS, M. F. Caracterização física do solo. In: JONG van LIER, Q. Física do solo. Viçosa: SBCS, 2010. 298 p.

MATHEUS CHIABI https://blog.cicloorganico.com.br/sustentabilidade/voce-conhece-os-impactos-ambientais-e-sociais-do-chocolate/#Derrubadas_de_florestas_para_producao_de_cacau_e_oleo_de_palma.

01 de abril de 2021.

MENDES, Fernando Antônio Teixeira. O Mercado mundial do cacau: o que esperar para 2013. CEPLAC, 2013. Capturado em 03/2013. <http://www.ceplacpa.gov.br/site/?p=4358>. 2012. Ano Agrícola Internacional - AAI, 2011/12.

MIDDLEJ, Annabelle. PREÇO RECORDE DO CACAU TEM SABOR DE ESTÍMULO PARA PRODUTORES NO BRASIL. Mercado do cacau, 2 de ago 2023. <https://www.mercadodocacau.com.br/news/pre-o-recorde-do-cacau-tem-sabor-de-est-mulo-para-produtores-no-brasil>.

MINAYO, M.C. de S. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 3.ed. São Paulo: Hucitec/Abrasco, 1994.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica no Ensino de Física. Estudos Avançados 32 (94), 2018.

MÜLLER, M.W. e Pinho, A.F.S.. Preparo de área e proteção dos cacauzeiros. In: Sistema de Produção de Cacau no Recôncavo da Bahia (A.F.S.Pinho; M.W.Müller; M.B.M. Santana, Eds.), CEPLAC/CEPEC, 73p., 1992.

OETTERER, M.; REGITANO-D'ACRE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos. Barueri-SP: Manole, 2006.

OHJA, T.P. Drying of paddy in post-harvest prevention of waste and loss of food grain. Tóquio: Asia Productivity Organization, 375 p, 1974.

OLIVEIRA, A. C. D.; WATANABE, F. M. F.; VARGAS, J. V. C.; MARIANO, A. B.; RODRIGUES, M. L. F. Comparação entre três bioprocessos para a produção de enzimas proteolíticas utilizando resíduos agroindustriais. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, Paraná, v. 06, n. 2, p. 822-831, 2012.

PARANÁ. Secretaria de Educação e do Esporte do Estado do Paraná. Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná. Curitiba, 2021. Disponível em: https://www.educacao.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2021-08/referencial_curricular_novoem_11082021.pdf. Acesso em: 14 ago. 2024.

PDI. Plano de Desenvolvimento Institucional. EEEFM “Professora Ana Maria Carletti Quiuqui” – Águia Branca- ES, 2019.

PEREIRA, S. L. Etnofísica dos mecanismos de alavancas utilizados pelos agricultores na produção de farinha de mandioca, Senador José Porfírio, Pará. Revista Insignare Scientia. Vol 3, n.5. Set/Dez 2020. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/11518/7618>. Acessado em 3 ago 2022.

PIASENTIN, Flora Bonazzi; SAITO, Carlos Hiroo. Os diferentes métodos de cultivo de cacau no sudeste da Bahia, Brasil: aspectos históricos e percepções. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas, v. 9, p. 61-78, 2014.

PIETROCOLA, Maurício. Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo. In: PIETROCOLA, Maurício. (Org.). Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Editora da UFSCar, 2001. p. 9-32.

PIRES, A.J.V., CARVALHO JR., J.N.; SILVA, F.F.; VELOSO. C.M.; SOUZA, A.L.; OLIVEIRA, T.N.; SANTOS, C.L.; CARVALHO, G.G.P. BERNARDINO, F.S. Farelo de Cacau na Alimentação de Ovinos. Revista Ceres, v.51, n.293, p.33–43, 2004.

PIZARRO CABELLO, F. Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF): goteo, microaspersión, exudación. 3. ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1996. 513 p.

PNAD.Tribunal Superior do Trabalho. (s.d.). TST - Tribunal Superior do Trabalho. Recuperado de <https://www.tst.jus.br/documents/2237892/5618f34e-2374-42c9-b1e3-00c7336cdced>.

PNUMA, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. ONU ALERTA PARA O IMPACTO DA PRODUÇÃO DE CACAU, 20 de abril de 2019, <https://news.un.org/pt/story/2019/04/1668941>.

PROATER - Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Incaper de Águia Branca -. INCAPER, Águia Branca – ES, 2023.

RAMOS, M. N. A educação profissional pela Pedagogia das Competências: para além da superfície dos documentos oficiais. Educação & Sociedade, Campinas, v. 23, n. 80, p. 405-427, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/es/v23n80/12939.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2024.

REGINALDO, C. C; O Ensino de Ciências e a Experimentação, Seminário de pesquisa em educação da região sul, 2012. Disponível em: <http://www.uces.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/2782/> 286. Acesso em: 26 de agosto de 2023.

ROMANELLI, Otaíza. História da Educação no Brasil: 1930-1973. 34. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 1999.

ROUSSEAU, G. X. et al. Indicating soil quality in cacao-based agroforestry systems and old-growth forests: The potential of soil macrofauna assemblage. Ecological Indicators, v. 23, p. 535-543, 2012.

SAÉNZ, D. L. Macrofauna y propiedades físico-químicas del suelo en sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao* L.) y bosques secundarios en el sur occidente de Guatemala. Tesis. Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmaceutica, Guatemala, 2011.

SANTOS, D. M. dos; CASTRO NETO, M. T. 2012. Respostas do crescimento de plantas jovens de cacau a irrigação com água salina no semiárido baiano In: Congresso Brasileiro do Cacau, 3. Ilhéus, BA. Anais. Ilhéus, BA. 1 CD-rom.

Secretaria da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca do Espírito Santo (SEAG/ES). Espírito Santo está entre os três maiores produtores de cacau do Brasil. Disponível em: <https://seag.es.gov.br/Not%C3%ADcia/espírito-santo-esta-entre-os-tres-maiores-produtores-de-cacau-do-brasil>. Acesso em: 20/04/2023.

SFREDO, M. A. - Estudo da Dispersão na Secagem de Frutos de Café em Secador de Bandejas Vibradas. 319 f. Tese de Doutorado em Engenharia Química. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

SILVA, K. M. A. Abordagem CTS no ensino médio: um estudo de caso da prática pedagógica de professores de Biologia. Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

SILVA, L. F.; PEREIRA, C. P.; MELO, A. A. O. Efeito da compactação do solo no desenvolvimento de plântulas de cacau (*Theobroma cacao* L.) e na penetração das suas raízes. *Revista Theobroma*, v. 7, p. 13-18, 1977.

SILVA NETO, Paulo Júlio da. Escolha e preparo de área. In: Sistema de produção de cacau para a Amazônia Brasileira. Belém, CEPLAC, 2001. 21-22 pp.

SIQUEIRA, P. R. et al. Efeito da irrigação na produtividade do cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) em Linhares, E. S., Brasil. In: INTERNATIONAL.

SOUZA, E. S. R.; SILVEIRA, M. R. A. Etnofísica e linguagem. *Amazônia Revista de Educação em Ciências e Matemática*, v.12 (23). Jul-dez, 2015. p.103-117.

TARDIF, J. Savoirs et savoir-faire: une dynamique pédagogiquement ignore. In: BENTOILILA, A. (org.). Savoirs et. savoir-faire. Paris. Nathan. 1995.

YAMASHITA, L. M. R. Mecanização agrícola. Manaus: Instituto Federal Amazonas, 2010. Disponível em: <http://www.fpr.edu.br/pronatec/wp-content/uploads2013/06/Mecanizacao_Agricola.pdf> Acesso em: 03 outubro 2013.

ZUNTI, M. L. G. Panorama histórico de Linhares. Pref. Munic. Linhares, Espírito Santo. 203p. 1982.