

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

EDUARDO SOARES GARCIA

**CONHECIMENTOS DE FÍSICA PRESENTES NA CAFEICULTURA: ELEMENTOS
PARA UMA APROXIMAÇÃO CONCEITUAL ENTRE A APRENDIZAGEM DE
FÍSICA ESCOLAR E A PRODUÇÃO DO CAFÉ**

Alfenas/MG

2025

EDUARDO SOARES GARCIA

**CONHECIMENTOS DE FÍSICA PRESENTES NA CAFEICULTURA: ELEMENTOS
PARA UMA APROXIMAÇÃO CONCEITUAL ENTRE A APRENDIZAGEM DE
FÍSICA ESCOLAR E A PRODUÇÃO DO CAFÉ**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Educação.
Orientador: Prof. Dr. Frederico Augusto Toti

Alfenas/MG

2025

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas
Biblioteca Central

Garcia, Eduardo Soares.

Conhecimentos de Física presentes na cafeicultura : Elementos para uma aproximação cultural entre a aprendizagem de Física Escolar e a produção do café / Eduardo Soares Garcia. - Alfenas, MG, 2025.

161 f. : il. -

Orientador(a): Frederico Augusto Toti.

Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2025.

Bibliografia.

1. Educação. 2. Ensino de Física. 3. Etnofísica . 4. Cafeicultura. I. Toti, Frederico Augusto, orient. II. Título.

EDUARDO SOARES GARCIA

**CONHECIMENTOS DE FÍSICA PRESENTES NA CAFEICULTURA: ELEMENTOS
PARA UMA APROXIMAÇÃO CONCEITUAL ENTRE A APRENDIZAGEM DE
FÍSICA ESCOLAR E A PRODUÇÃO DO CAFÉ**

O Presidente da banca examinadora abaixo assina a aprovação da Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Educação.

Aprovada em: 20 de fevereiro de 2025

Prof. Dr. Frederico Augusto Toti
Universidade Federal de Alfenas

Assinatura:  Documento assinado digitalmente
FREDERICO AUGUSTO TOTI
Data: 21/02/2025 07:12:43-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Rejane Siqueira Julio
Universidade Federal de Alfenas

Assinatura:

Prof. Dr. Jefferson Adriano Neves
Universidade Federal de Lavras

Assinatura:

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a Nossa Senhora Aparecida por me proporcionarem chegar até aqui, concluindo mais uma etapa para alcançar os objetivos e sonhos da minha vida.

Aos meus pais, Lourdes e Américo, agradeço o apoio e compreensão, por me incentivarem a continuar investindo na minha Educação e futuro.

À minha namorada, Andressa, expresso minha gratidão por todo o apoio e amor, por me incentivar e acreditar sempre em mim, me impulsionando nos momentos mais difíceis.

Ao meu orientador, Professor Frederico, agradeço por confiar em mim, por todos os ensinamentos, compreensão e persistência nas etapas da pesquisa.

À professora Rejane e ao professor Jefferson, pelas contribuições oferecidas durante o exame de qualificação, que foram fundamentais para o aprimoramento deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), agradeço a honra e oportunidade de desenvolver esta pesquisa, bem como a todos os professores envolvidos.

À Fazenda Recanto, que muito contribuiu e ajudou para a realização da pesquisa, sendo este apoio significativamente único para a obtenção dos resultados.

À EMBRAPPII de Agroindústria do Café – IFSULDEMINAS – Campus Machado-MG, agradeço o apoio e colaboração durante a coleta de dados, fase fundamental da pesquisa.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), expresso minha gratidão pelo apoio financeiro, que foi de grande importância para o desenvolvimento e concretização deste trabalho.

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

“O discurso educativo pode ser outro, mas a prática escolar segue sem fomentar o “aprender a aprender” que permitirá à pessoa lidar com a mudança de forma frutífera e sobreviver.”

(Moreira, 2017, p. 7)

RESUMO

Nesta pesquisa, utilizamos as noções de Etnofísica, derivadas da Etnomatemática proposta por Ubiratan D'Ambrósio. Essa abordagem é pouco explorada nas pesquisas sobre o Ensino de Física. Nosso estudo apresenta um potencial inovador na área, ao abordar a relação entre o Ensino de Física e a cafeicultura. A escolha desse setor se justifica pela importância cultural, social e econômica que ele possui para milhares de famílias em Alfenas-MG e nas cidades vizinhas, onde a pesquisa foi conduzida. O problema de pesquisa pode ser descrito da seguinte forma: Como o mundo do trabalho (setor cafeeiro) pode impactar o Ensino de Física, visando superar os desafios e tornar o ensino mais contextualizado? Para responder a essa questão, o objetivo geral deste trabalho é identificar a presença dos conceitos e conteúdos de Física da Educação Básica no setor cafeeiro, buscando elementos educacionais que valorizem a cultura local e contribuam para um Ensino de Física mais contextualizado. Adotamos uma abordagem qualitativa, básica e documental, realizando uma revisão de literatura narrativa com base em palavras-chave relevantes. Além disso, coletamos dados por meio de observações nas atividades das lavouras de café e seus entornos, bem como por entrevistas semiabertas com produtores, trabalhadores e pesquisadores do setor cafeeiro. Durante a análise, identificamos os conceitos e conteúdos de Física aplicados pelos produtores no setor cafeeiro, os quais, em muitos casos, não reconhecem a relação entre essas práticas e os fundamentos da Física. Posteriormente, adaptamos esses conceitos ao contexto do Ensino de Física, demonstrando que os conteúdos observados no campo podem ser interpretados e explicados com base nos fundamentos dessa disciplina. Essa abordagem promove um processo de ensino e aprendizagem mais contextualizado e significativo. O tema é relevante porque, ao oferecer uma Educação mais problematizadora, fomenta-se o desenvolvimento do pensamento crítico e a tomada de decisões em situações que também ocorrem fora do ambiente escolar. Concluímos que é possível estabelecer uma relação mais específica entre os conhecimentos culturais (Etnofísica) e a Física Escolar nas instituições de ensino, gerando impactos educacionais significativos e valorizando a cultura de uma comunidade.

Palavras-chave: Educação; Ensino de Física; Etnofísica; Cafeicultura.

ABSTRACT

In this research, we utilized the notions of Ethnophysics, derived from Ethnomathematics as proposed by Ubiratan D'Ambrósio. This approach is scarcely explored in studies on Physics Education. Our study presents an innovative potential in the field by addressing the relationship between Physics Education and coffee farming. The choice of this sector is justified by its cultural, social, and economic importance to thousands of families in Alfenas-MG and neighboring cities, where the research was conducted. The research problem can be described as follows: How can the world of work (coffee sector) impact Physics Education, aiming to overcome challenges and make teaching more contextualized? To answer this question, the general objective of this work is to identify the presence of Physics concepts and content from Basic Education in the coffee sector, seeking educational elements that value local culture and contribute to a more contextualized Physics Education. We adopted a qualitative, basic, and documental approach, conducting a narrative literature review based on relevant keywords. Additionally, we collected data through observations of activities in coffee plantations and their surroundings, as well as through semi-structured interviews with producers, workers, and researchers in the coffee sector. Data analysis was conducted using content analysis methodology. During the analysis, we identified the Physics concepts and content applied by producers in the coffee sector, who, in many cases, do not recognize the relationship between these practices and Physics fundamentals. Subsequently, we adapted these concepts to the context of Physics Education, demonstrating that the content observed in the field can be interpreted and explained based on the principles of this discipline. This approach promotes a more contextualized and meaningful teaching and learning process. The topic is relevant because, by offering a more problematizing education, it fosters the development of critical thinking and decision-making in situations that also occur outside the school environment. We conclude that it is possible to establish a more specific relationship between cultural knowledge (Ethnophysics) and School Physics in educational institutions, generating significant educational impacts and valuing the culture of a community.

Keywords: Education; Physics Education; Ethnophysics; Coffee Cultivation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Relação entre Física Escolar e mundo do trabalho.....	21
Figura 2 –	Análise do viés humanista e do viés desenvolvimentista.....	22
Figura 3 –	Evolução da cafeicultura brasileira desde a criação do Consórcio.	24
Figura 4 –	Praça principal da cidade de Alfenas-MG.....	25
Figura 5 –	Indicativo do setor cafeeiro da cidade de Alfenas-MG.....	29
Figura 6 –	Mapa da Região Geográfica imediata de Alfenas-MG.....	30
Figura 7 –	Mapa com a quantidade de produção e exportação de café da Região de Alfenas – MG (2021-2022).....	31
Figura 8 –	Indicativo comparativo do setor cafeeiro entre a cidade de Alfenas e o estado de Minas Gerais.....	32
Figura 9 –	Indicativo comparativo do setor cafeeiro entre Alfenas, Minas Gerais e Brasil.....	34
Figura 10 –	Exemplo de colheitadeira de café.....	80
Figura 11 –	a) Gráfico $x(t)$ do movimento de uma certa partícula b) Diagrama do movimento mostrando a posição e a velocidade da partícula em cada um dos cinco instantes indicados no gráfico $x(t)$	111
Figura 12 –	a) O mesmo gráfico $x(t)$ indicado na Figura 11 b) Diagrama do movimento mostrando a posição, a velocidade e a aceleração da partícula em cada um dos instantes indicados no gráfico $x(t)$	113
Figura 13 –	Plano inclinado com atrito A lei zero da Termodinâmica.....	119
Figura 14 –	A lei zero da Termodinâmica.....	124

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Colheita de café – Fazenda Recanto.....	79
Fotografia 2 – Via Úmida - Fazenda Recanto.....	83
Fotografia 3 – Ambiente destinado a secagem do café - Fazenda Recanto.....	86
Fotografia 4 – Controle de qualidade do café - Fazenda Recanto.....	91
Fotografia 5 – Sistema de torrefação - Fazenda Recanto.....	92

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Artigos selecionados para a revisão de literatura.....	55
Quadro 2 –	Catálogo dos participantes das entrevistas.....	73
Quadro 3 –	Sistematização dos resultados conforme as observações e entrevistas.....	105
Quadro 4 –	Sistematização dos conceitos de acordo com o Ensino de Física.....	107
Quadro 5 –	Proposta de uma sequência didática (resumida).....	131

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Atividades produtivas nas fazendas de Alfenas (1887-1898).....	27
------------	--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CNC	Conselho Nacional do Café
COOPAMA	Cooperativa Agrária de Machado-MG
COOXUPÉ	Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé-MG
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMBRAPII	Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial
FAPEMIG	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais
IBC	Instituto Brasileiro do Café
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MEC	Ministério da Educação e Cultura
PIB	Produto Interno Bruto
UNIFAL-MG	Universidade Federal de Alfenas
UNIFENAS	Universidade Professor Edson Antônio Velano

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	OBJETIVOS.....	20
1.2	RELEVÂNCIA E IMPACTOS SOCIAIS.....	20
2	CONTEXTO DA PESQUISA.....	23
2.1	HISTÓRIA DO CAFÉ NO BRASIL.....	23
2.2	A CIDADE DE ALFENAS-MG: LOCALIZAÇÃO E DADOS PRINCIPAIS.....	25
2.3	A CIDADE DE ALFENAS-MG: O CONTEXTO HISTÓRICO E O INÍCIO DA RELAÇÃO COM O SETOR CAFEEIRO.....	26
2.4	IMPORTÂNCIA ECONOMICA DO SETOR CAFEEIRO.....	27
2.4.1	Cidade de Alfenas-MG.....	28
2.4.2	Estado de Minas Gerais.....	29
2.4.3	Brasil.....	33
2.5	SETOR CAFEEIRO E OS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	34
2.6	LOCAIS DE COLETA DE DADOS.....	36
2.6.1	Fazenda Recanto.....	36
2.6.2	Polo EMBRAPPII – IFSULDEMINAS – Campus Machado-MG.....	39
3	ASPÉCTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS.....	41
3.1	O ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL.....	41
3.2	O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA ETNOGRÁFICA.....	43
3.3	RELAÇÃO ENTRE EDUCAÇÃO E MUNDO DO TRABALHO.....	45
3.4	AS BASES QUE FUNDAMENTAM O CONCEITO DE ETNOFÍSICA.....	47
4	METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	51
5	REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	54
6	FORMA DE ANÁLISE.....	68
6.1	INSTRUMENTOS DE ANÁLISE.....	68
6.1.1	Observação não participante.....	69
6.1.2	Entrevista Semiaberta.....	71
7	DISCUSSÃO DOS DADOS.....	75
7.1	QUESTÕES QUE BUSCAM UMA APROXIMAÇÃO COM A ETNOFÍSICA.....	75

7.1.1	Análise de campo 1: Visita geral.....	76
7.1.2	Análise de campo 2: Colheita.....	78
7.1.3	Análise de campo 3: Via Úmida.....	82
7.1.4	Análise de campo 4: Secagem.....	84
7.1.5	Análise de campo 5: Torrefação e Qualidade.....	90
7.2	QUESTÕES DE APROFUNDAMENTO.....	97
7.2.1	Nota de Campo: Unidade EMBRAPII.....	97
7.2.2	Discussão e análise das entrevistas.....	98
8	RESULTADOS.....	105
8.1	RELAÇÃO DAS ETAPAS DO SETOR CAFEEIRO COM O ENSINO DE FÍSICA: EXEMPLOS DE APLICABILIDADE DOS CONCEITOS..	107
8.1.1	Plantio.....	109
8.1.2	Colheita.....	117
8.1.3	Via Úmida.....	120
8.1.4	Secagem.....	123
8.1.5	Torrefação.....	128
8.2	POR EXEMPLO: PENSANDO EM UMA PROPOSTA DIDÁTICA.....	131
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	134
	REFERÊNCIAS.....	138
	APÊNDICES.....	146
	ANEXOS.....	156

1 INTRODUÇÃO

O café, fruto de grande importância para o Brasil, segundo o Conselho Nacional do Café (2021), chegou ao país ainda no século XVIII com o objetivo de impulsionar a economia nacional e substituir os principais produtos de exportação da época. A cultura cafeeira brasileira mostrou-se tão promissora que, atualmente, o Brasil é conhecido como a "Nação do Café", sendo responsável por movimentar uma parcela significativa do PIB nacional, liderar mundialmente a exportação do produto e, mais importante, garantir a subsistência de milhares de famílias, desde pequenos até grandes produtores, que mantêm viva a cultura cafeeira.

O maior estado produtor de café no Brasil é Minas Gerais, responsável por mais da metade da produção nacional. Segundo Martins (2014), desde o século XIX a Região Sul do estado já despontava no rápido crescimento e investimentos no setor cafeeiro, sendo atualmente a região que mais produz e exporta o produto. Devido a fatores geográficos positivos para o cultivo, a referida região, que abrange a cidade de Alfenas, juntamente com as cidades circunvizinhas, contribui com uma grande parcela para que o segmento corresponda a 22,6% do PIB do estado, resultado de grandes fazendas, mas em sua maioria, de pequenos produtores adeptos da agricultura tradicional (AGENCIAMINAS, 2023).

Desde o início da corrida dos agricultores atrás do "ouro verde", como o café ficou conhecido, é possível observar as mudanças ocorridas nas lavouras desde os pequenos até os grandes produtores. No estado, por serem considerados a maioria pequenos produtores, uma alternativa que vem sendo buscada, segundo Nannini e Casimiro (2023), é o cooperativismo, que busca elevar a produtividade e fortalecer economicamente esses produtores.

Outro assunto que está sempre nas pautas dos produtores é a modernização do campo, tema frequentemente abordado em feiras agropecuárias e cursos para produtores. As tecnologias oferecem ferramentas que diminuem o tempo de produção e melhoram a qualidade, o que conseqüentemente aumenta os lucros dos produtores.

Com o intuito de abordar todas as etapas do setor cafeeiro realizadas na Fazenda Recanto, localizada na cidade de Machado (MG), adotamos a abordagem da Etnofísica, aliada a um levantamento de questões gerais sobre este segmento. Demonstramos a presença da Física nesse contexto e como ela pode ser trabalhada nas aulas de Física da Educação Básica. Posteriormente, exemplificamos alguns

casos utilizando uma linguagem voltada para o Ensino Superior, promovendo uma reflexão sobre as diferenças entre esses dois níveis de ensino.

Dessa forma, ao analisar as possíveis maneiras de transformar as práticas do campo de trabalho da cafeicultura em conteúdos para o Ensino de Física, formulamos o problema de pesquisa da seguinte maneira: Como o mundo do trabalho (setor cafeeiro) pode impactar o Ensino de Física, visando superar os desafios e tornar o ensino mais contextualizado?

Para tanto, baseando-nos no conceito de Etnomatemática, que pode ser definido como:

Maneira particular e específica que grupos culturalmente identificados utilizam para classificar, ordenar, contar e medir. Ora, facilmente se ampliam essa conceituação incluindo observar, conjecturar, experimentar e inferir, e está a conceituada Etnomatemática como a capacidade e as maneiras, de domínio de um grupo cultural identificado, de observar, conjecturar, experimentar, inferir, classificar, ordenar, contar e medir (D'Ambrósio, 1988, p. 2).

Podemos estabelecer uma relação com a ciência, especificamente a Etnociência, na qual buscamos os saberes tradicionais de determinadas comunidades que envolvam conceitos da Física, Química ou Biologia. Como um desdobramento natural dessa linha de raciocínio, para a Física, temos a Etnofísica, um termo ainda pouco explorado nas pesquisas em Ensino de Física, que se baseia nos conhecimentos populares e culturais de uma comunidade em relação aos conceitos físicos. Souza (2013) define isso como um "olhar etnofísico":

Significa considerar ontologicamente o modo de ver, de interpretar, de compreender, de explicar, de compartilhar, de trabalhar, de lidar, de sentir os fenômenos físicos. Em outras palavras o trabalho pedagógico com Etnofísica requer a apropriação da memória cultural do sujeito pesquisado, de seus códigos e símbolos, de seu universo microsocial (Souza, 2013, p. 101).

Analisando o Ensino de Física na Educação Básica atualmente, observamos uma série de desafios recorrentes ao longo dos anos. Um dos principais problemas, segundo Moreira (2021), é a predominância do que ele chama de "cultura treineira" nas escolas, na qual os alunos são principalmente treinados para resolver exercícios a fim de acertar questões em provas, mas acabam por negligenciar a demonstração da importância dos conteúdos ou conceitos em suas vidas diárias ou na aplicação de tarefas cotidianas.

Outro desafio significativo no Ensino de Física, conforme destacado por Moreira (2021), refere-se às questões cognitivas. Durante as aulas, há um excesso de formalismos matemáticos e uma falta de contextualização do conteúdo, o que não

apenas deixa de demonstrar a aplicabilidade dos conceitos físicos no cotidiano dos alunos, mas também não contribui para a construção efetiva do conhecimento, conforme destaca neste trecho: “Se o Ensino da Física der mais atenção aos conceitos físicos do que ao formalismo matemático estará contribuindo para uma maior compreensão da Física e para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes” (Moreira, 2021, p. 2).

Considerando a relação significativa entre a Educação e o mundo do trabalho, bem como os desafios enfrentados no Ensino de Física, inferimos a importância de revisar o currículo escolar e as metodologias dos professores. Este é um desafio cada vez mais evidente na Educação Básica atualmente, na qual percebemos uma mecanização no Ensino de Física e uma perda de espaço em comparação com outras disciplinas, principalmente com a implementação do "Novo Ensino Médio", conforme estabelecido pela Lei nº 13.415/2017, que modifica a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Brasil, 1996) e estabelece uma nova organização curricular, incorporando a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018).

Segundo o Ministério da Educação (Brasil, 2018), a mudança no Ensino Médio foi concebida, por exemplo, para aumentar a flexibilidade curricular, aproximando os estudantes dos conteúdos de seu interesse e preparando-os para o Ensino Superior por meio dos chamados "itinerários formativos". Na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) – nº 9.493/1996, no Art. 35, são apresentadas como finalidades do Ensino Médio:

A consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos; a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores; o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico; a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina (Brasil, 1996, Art. 35).

A realidade encontrada pelos professores difere consideravelmente dessa proposta, que lutam com a pressão e a dificuldade para ensinar uma grande quantidade de conteúdos teóricos em um curto espaço de tempo, devido a diminuição da carga horária da disciplina de Física (geralmente eram duas aulas semanais que passaram a ser apenas uma aula), que depende da rede de ensino e da proposta pedagógica de cada escola.

Diante dessas questões, questionamos o sistema de ensino que perdura há

anos e argumentamos que o currículo da Educação Básica precisa ser revisado, devendo ser contextualizado e articulado com situações práticas vivenciadas pelos alunos, de forma a tornar o aprendizado mais relevante e estimulante.

Além da falta e/ou despreparo dos professores, de suas más condições de trabalho, do reduzido número de aulas no Ensino Médio e da progressiva perda de identidade da Física no currículo nesse nível, o Ensino da Física estimula a aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados. Estamos no século XXI, mas a Física ensinada não passa do século XIX (Moreira, 2017, p. 2).

O Ensino de Física, conforme destaca Moreira (2017), deve ser constantemente atualizado e não tratado como uma ciência estática e sem relevância na vida dos estudantes. Partindo desse princípio, é possível demonstrar, a partir de situações cotidianas no setor cafeeiro, como atividades que envolvem diversos conceitos de Física podem gerar impactos e implicações significativas no processo de Ensino e Aprendizagem, trazendo benefícios diretos à sociedade, como a valorização da cultura e do conhecimento das comunidades.

Considerando os desafios do Ensino de Física em consonância com as demandas da contemporaneidade e utilizando a abordagem da Etnofísica, desenvolvemos esta pesquisa com foco em práticas empregadas no agronegócio do setor cafeeiro. Essa escolha se justifica por ser uma atividade amplamente desenvolvida por muitas famílias nesse segmento na região de Alfenas-MG. “Ensino de Física não é uma questão de encher um cérebro de conhecimentos, mas de desenvolver esse cérebro em Física” (Moreira, 2017, p. 12).

A pesquisa adota uma abordagem qualitativa, utilizando observações não participantes e entrevistas semiabertas como instrumentos de coleta de dados. As análises e interpretações baseiam-se nos dados obtidos em dois ambientes distintos: a Fazenda Recanto e o polo da EMBRAPAII localizado no IFSULDEMINAS, campus de Machado-MG.

Dessa forma, foi possível reunir informações abrangentes sobre o setor cafeeiro e o Ensino de Física, além de analisar os conhecimentos etnofísicos adquiridos pelos trabalhadores da fazenda. Ao final, sintetizamos os conceitos e conteúdos identificados durante a coleta de dados, relacionando-os com as aulas de Física e demonstrando como podem ser integrados ao processo de ensino e aprendizagem.

1.1 OBJETIVOS

Considerando o problema de pesquisa, o objetivo geral deste trabalho é identificar os conceitos e conteúdos do Ensino de Física presentes no setor cafeeiro, buscando elementos educacionais que valorizem a cultura local e promovam um processo de ensino e aprendizagem mais contextualizado.

Já os objetivos específicos podem ser descritos da seguinte forma:

- a) Analisar a importância do setor cafeeiro para a cidade de Alfenas, o estado de Minas Gerais e o Brasil;
- b) Estabelecer relações de natureza educacional entre a Física e o setor cafeeiro (Etnofísica);
- c) Inferir as potencialidades educacionais das relações entre a Física e a cafeicultura;
- d) Refletir sobre as diferenças na abordagem dos conceitos de Física ensinados no Ensino Básico e no Ensino Superior.

1.2 RELEVÂNCIA E IMPACTOS SOCIAIS

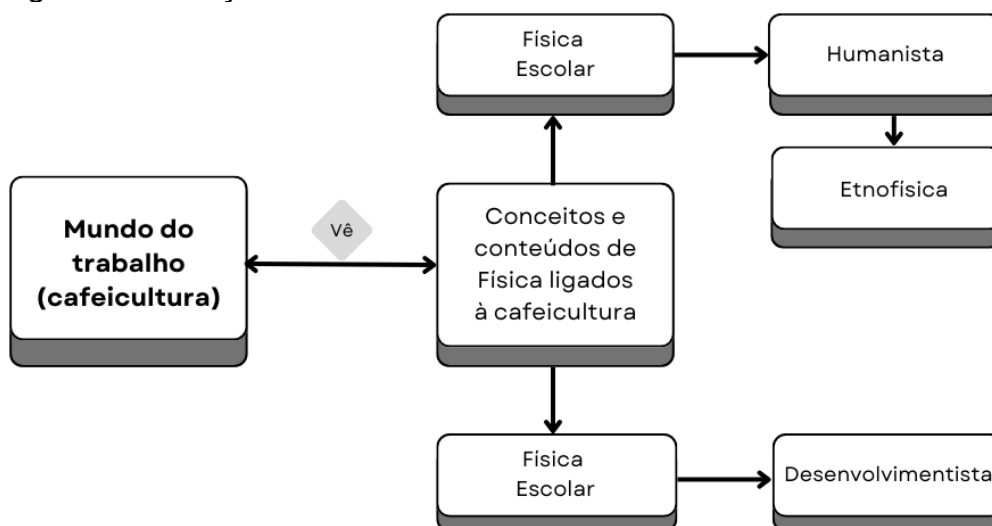
Pesquisar sobre a Educação em sua relação com o mundo do trabalho é fundamental para criar novos modos de pensar e agir, considerando a constante evolução provocada pela globalização nesse campo. De forma articulada a essa temática, estabelecemos uma relação significativa entre a Física e a cafeicultura, utilizando a abordagem da Etnofísica como fundamento desta pesquisa.

Essa temática é contemporânea, pois o mundo do trabalho pode ser continuamente integrado à Educação, contribuindo não apenas para a melhoria dos processos executados, mas principalmente para o processo de ensino e aprendizagem, promovendo um Ensino de Física contextualizado. Vale destacar que, ao abordar a Educação, indivíduos mais capacitados tornam-se aptos a tomar ou apoiar decisões mais coerentes e assertivas em relação ao seu trabalho, evidenciando como a Ciência pode gerar transformações nesse contexto.

A Figura 1 apresenta a relação entre o mundo do trabalho, representado pela cafeicultura, e os conceitos e conteúdos de Física presentes nesse campo. Essa relação pode ser compreendida tanto da cafeicultura em direção à Física quanto da Física em direção à cafeicultura. A partir desses conceitos e conteúdos, emerge a

Física Escolar, que pode assumir um viés humanista, alinhando-se à Etnofísica, e um viés desenvolvimentista quando consideramos as consequências para o setor cafeeiro e para a sociedade.

Figura 1 – Relação entre Física Escolar e mundo do trabalho

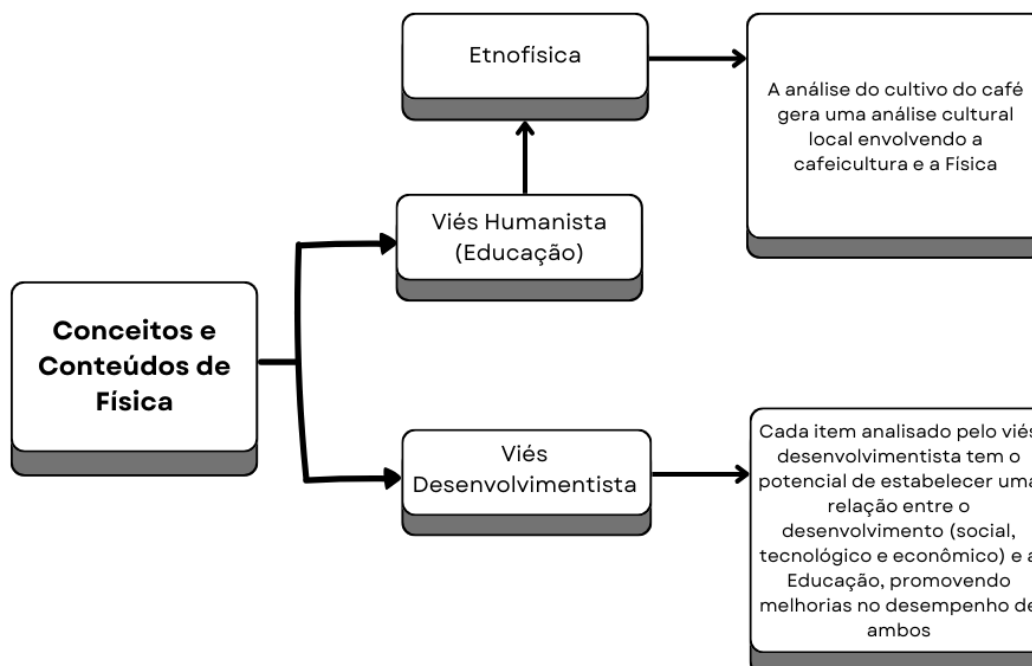


Fonte: Elaboração própria (2024).

Partindo dessa ideia, ao explorar e trabalhar os conceitos e conteúdos de Física presentes na cafeicultura, a Figura 2 apresenta uma representação de como essa relação atende tanto ao viés humanista, por meio da Educação, quanto ao viés desenvolvimentista. Refletindo sobre esta relação, é possível identificar aspectos positivos em ambos os casos.

O viés humanista é alcançado pela Educação, e, mais especificamente neste contexto, pela Etnofísica, que valoriza o conhecimento tradicional e as práticas culturais relacionadas ao cultivo do café, promovendo um entendimento mais profundo da Física aplicada ao cotidiano dos trabalhadores. Já ao analisar o viés desenvolvimentista, essa relação permite a melhora e a otimização dos processos de produção na cultura cafeeira, resultando em benefícios sociais, tecnológicos e econômicos.

Figura 2 – Análise do viés humanista e do viés desenvolvimentista



Fonte: Elaboração própria (2024).

Sob essa perspectiva, é possível identificar várias etapas e procedimentos que conectam a Educação, especialmente a Física Escolar, ao setor cafeeiro. Essas conexões possibilitam a geração de informações úteis para a formação de professores, destacando como os conteúdos de Física na Educação Básica se relacionam com o setor cafeeiro. Esse conhecimento contribui para a implementação de novas metodologias que tornam o ensino mais significativo e contextualizado para os alunos, promovem a valorização da cultura e os capacitam a aplicar técnicas mais adequadas em suas atividades profissionais.

2 CONTEXTO DA PESQUISA

Neste tópico, apresentamos uma análise geral que abrange pontos importantes sobre o setor cafeeiro, a região onde a pesquisa foi desenvolvida e o local de coleta de dados, permitindo uma imersão na temática e a compreensão de aspectos fundamentais da pesquisa.

2.1 HISTÓRIA DO CAFÉ NO BRASIL

Descrever a história do Brasil sem mensurar a importância da cafeicultura para o país é praticamente impossível, seja para o desenvolvimento cultural, político ou econômico. Apesar da longa história, buscamos os principais fatos que marcaram o setor cafeeiro em terras brasileiras, destacando os pontos positivos e negativos que contribuíram para que o Brasil ficasse conhecido como o "País do Café".

Analisando cronologicamente, é possível compreender que os primeiros indícios do consumo do café ocorreram no ano 800 d.C., e desde então, o fruto foi adentrando continentes e países, e devido ao valor de mercado, foi se tornando alvo de contrabandistas e de disputas internacionais pelo domínio de sua comercialização (Brasil, 2022).

No Brasil, de acordo com a história, as primeiras mudas e sementes de café, originárias do Palácio de Versalhes, chegaram no ano de 1720 em Belém-PA, através de um sargento brasileiro que estava de viagem ao país e ao retornar, trouxe-as alegando que iria resolver litígios territoriais. Um novo ciclo econômico ficou marcado na história brasileira, quando o setor cafeeiro foi transferido para os estados de São Paulo e Rio de Janeiro ainda no século XIX, devido a condições mais adequadas para o cultivo, como o clima, o relevo e o solo (Brasil, 2022).

De acordo com o Conselho Nacional do Café (CNC, 2021), o governo brasileiro, com o intuito de aumentar ainda mais a produção e, conseqüentemente, os resultados econômicos, investiu na exportação de café, o que resultou, por quase um século, na maior riqueza do Brasil. Com isso, aliado ao desenvolvimento nacional, outros estados começaram a se destacar dentro do setor cafeeiro, como é o caso de Minas Gerais e Paraná, que se tornaram, em 1850, os maiores produtores de café do mundo.

Mesmo com eventos que ficaram negativamente marcados na história do setor cafeeiro, como na década de 1930, quando, devido à crise americana, as exportações

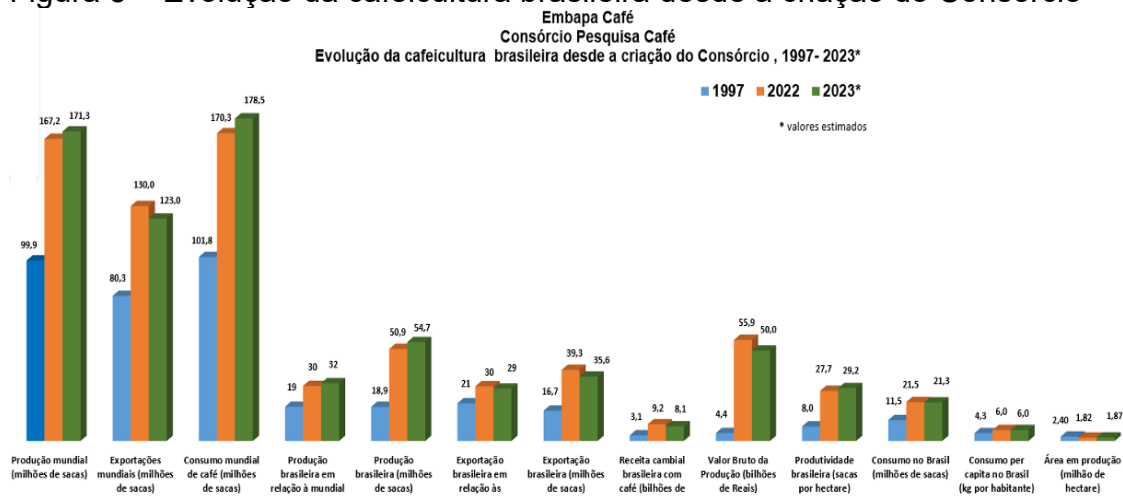
caíram bruscamente, ocasionando a falência de grandes empresas e desestabilizando o mercado, gerando o fim do ciclo do café no Brasil; ou ainda no ano de 1975, quando o país enfrentou a "geada negra", que gerou grande perda das plantações e um elevado êxodo rural, o governo agiu rapidamente para tentar reverter os quadros negativos e manter o Brasil em crescimento econômico (CNC, 2021).

Devido aos diversos acontecimentos e à geografia do café no Brasil, ocorreu a mudança do centro cafeeiro, em que os estados de Minas Gerais, São Paulo e Bahia começaram a se destacar na produção e exportação do fruto, ganhando força e notoriedade desde meados dos anos 70 até os dias atuais (CNC, 2021).

Segundo o Conselho Nacional do Café (CNC, 2021), devido ao sucesso da produção de café no país, ao longo dos anos foram criados órgãos, fundações, conselhos e leis para cuidar dos interesses do setor cafeeiro, como o Instituto Brasileiro do Café (IBC), o Fundo de Defesa da Economia Cafeeira (FUNCAFÉ) e o Conselho Nacional do Café (CNC).

Na Figura 3, de acordo com a EMBRAPA (2023), é possível observar a evolução da cafeicultura no Brasil ao longo dos últimos anos. A primeira coluna indica o ano de 1997 em comparação com os anos de 2022 e 2023, representados pela segunda e terceira colunas, respectivamente. Ao analisar pontualmente cada dado fornecido, nota-se um elevado crescimento na maioria das situações analisadas, exceto na última comparação, em que há uma diminuição na área de produção, que era maior no final da década de 1990.

Figura 3 – Evolução da cafeicultura brasileira desde a criação do Consórcio



Fonte: EMBRAPA. Anexo I (2023, p. 3).

Para o país, o café possui grande importância, sendo cultivado constantemente com a busca por novos métodos e tecnologias. Além disso, é altamente consumido de diversas formas pelos brasileiros. Até os dias atuais, o Brasil é considerado mundialmente como o país que mais produz e exporta café, contribuindo com aproximadamente um terço da produção mundial do fruto (Brasil, 2022).

2.2 A CIDADE DE ALFENAS-MG: LOCALIZAÇÃO E DADOS PRINCIPAIS

A cidade de Alfenas está localizada na região Sul do estado de Minas Gerais, que, de acordo com o último Censo realizado no ano de 2022, conta com uma estimativa de aproximadamente 79 mil habitantes residentes, além de uma grande proporção de pessoas que buscam a cidade em busca de estudos, tornando-a conhecida como uma cidade universitária (IBGE, 2024a).

Considerando a geografia da cidade, Alfenas possui um clima tropical mesotérmico, com temperatura anual média de 19,6°C e um clima úmido. A cidade é atravessada por rios importantes e é circundada pelo reservatório de Furnas. Esses dados evidenciam os fatores positivos para o desenvolvimento da agricultura no município, especialmente o cultivo do café (CMALFENAS, [20--]).

A malha viária da cidade é composta por várias estradas federais e estaduais, além de inúmeras vias municipais, o que facilita o deslocamento das pessoas e atrai novos residentes para o município. Outro ponto de destaque é a facilidade de importação e exportação de produtos, como os grãos, que podem ser transportados com facilidade para grandes centros ou para o Porto Seco Sul de Minas, localizado na cidade de Varginha-MG, a aproximadamente 70 km de Alfenas.

Figura 4 – Praça principal da cidade de Alfenas-MG



Fonte: CMALFENAS ([20--]).

A economia da cidade é bem diversificada, sendo considerada um núcleo urbano de grande importância para as cidades vizinhas. O comércio é bem desenvolvido e conta com algumas indústrias, reconhecidas principalmente no ramo têxtil. Um dos pontos econômicos de destaque é o setor agropecuário, especialmente por ser um grande centro produtor de café (CMALFENAS, [20--]).

No quesito Educação, Alfenas se destaca, pois além de possuir várias escolas municipais e estaduais de Educação Básica, abriga campi de universidades reconhecidas nacionalmente, como a Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG) e a Universidade Professor Edson Antônio Velano (UNIFENAS), que atraem alunos de todo o Brasil semestralmente.

2.3 A CIDADE DE ALFENAS-MG: O CONTEXTO HISTÓRICO E O INÍCIO DA RELAÇÃO COM O SETOR CAFEEIRO

Os primeiros colonizadores a habitar a cidade hoje denominada Alfenas começaram a chegar no ano de 1805, a partir da doação de um terreno realizada por um casal à Capela de Nossa Senhora das Dores e São José, que se tornou padroeira da cidade. Antes de se tornar cidade, foi decretado distrito em 1832 com o nome de Vila Formosa de Alfenas e em 1860 passou a ser uma vila, cujo nome se manteve. Foi então em 1869 que foi instituída a Lei que a elevou de vila à cidade, mantendo o nome até o ano de 1871, após o qual passou a se chamar Alfenas (IBGE, 2024a).

A produção do café foi de grande importância para o desenvolvimento de Alfenas, Minas Gerais. Conforme Martins (2014), este início se deve ao dinamismo que ocorreu em Minas Gerais no século XIX, em que a região de Ouro Preto deixou de ser a principal região produtora de café e a região sul do estado teve um crescimento e reconhecimento exponencial.

Ainda no final do século XIX, foi possível perceber a transformação da região Sul do estado de Minas Gerais, onde está situada a cidade de Alfenas, que sofreu uma considerável expansão do setor cafeeiro. Isso se deve a alguns pontos importantes, como o aumento das ferrovias e da imigração, visando o crescimento da região (Martins, 2014).

De acordo com Martins (2014), antes dessa expansão, Alfenas possuía agriculturas tradicionais, mais direcionadas ao milho e à cana-de-açúcar, sendo os cafezais mantidos por agricultores familiares, principalmente nos quintais das casas.

Com o passar dos anos e as apostas dos agricultores nas lavouras de café, observamos que, apesar de apresentar a menor porcentagem, os cafezais começaram a crescer na cidade, como pode ser observado na Tabela 1:

Tabela 1 – Atividades produtivas nas fazendas de Alfenas (1887-1898)

Características das fazendas	N. ocorrências	% do total
Lavouras tradicionais (milho, cana, feijão, arroz, etc.)	16	72,7
Criação de gado (bovino/suíno)	17	77,3
Engenhos e/ou moinhos e/ou monjolos	09	40,9
Atividades têxteis (rodas de fiar/teares)	11	50,0
Cafezais	07	31,8

Fonte: Martins (2014, p. 291).

Foi no início do século XX que, apesar da agricultura ainda ser bastante diversificada, tornou-se evidente os impactos econômicos na cidade decorrentes da produção do café, que se tornou a principal atividade agrícola. Com a produção cada vez mais ativa, a taxa de exportação do fruto experimentou aumentos significativos na época, levando muitos fazendeiros da cidade a se dedicarem exclusivamente ao cultivo do que chamavam de “ouro verde” (Martins, 2014).

Toda essa movimentação chamou a atenção de grandes empresários e também de bancos, o que contribuiu ainda mais para o aumento e exportação do café, realizada pelas ferrovias que passavam pela cidade. A ascensão da cafeicultura foi tão marcante que, década após década, era possível observar cada vez mais o crescimento das fazendas de café não só na cidade, mas em toda a região, com crescentes investimentos tecnológicos e dedicação de várias famílias. Esse período marcou o início e o desenvolvimento da história da cidade de Alfenas com o setor cafeeiro (Martins, 2014).

2.4 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO SETOR CAFEIEIRO

Este tópico tem como objetivo ilustrar a importância e a necessidade econômica do setor cafeeiro para as divisões administrativas a seguir, demonstrando sua

essencialidade e o impacto direto desse setor no desenvolvimento das regiões, estados e municípios.

2.4.1 Cidade de Alfenas-MG

Considerando a economia geral da cidade de Alfenas-MG, com base nos dados divulgados em 2023, o PIB da cidade ficou em torno de R\$ 3,5 bilhões de reais, sendo o PIB per capita superior à média do estado e das cidades que compõem sua região. A agropecuária se destaca na cidade, correspondendo a aproximadamente 10% do valor do PIB (Caravela, 2024).

De acordo com Alves (2023), tanto a cidade de Alfenas quanto sua região buscam a especialização no setor cafeeiro desde os anos 1990, o que é observado nos diferentes tamanhos de produção na região. Como resultado, observa-se atualmente, além da qualidade do café nacionalmente reconhecida, altos números de produção e exportação, impactando a economia da cidade, conforme Alves destaca:

Alfenas sedia as melhores infraestruturas na região, e por isso exportou 561 milhões de dólares em grãos de café em 2022, praticamente o equivalente o seu PIB municipal em 2020. Entretanto, como essa commodity não teve processo de transformação industrial, não agrega valor a economia local/regional (Alves, 2023, p. 195).

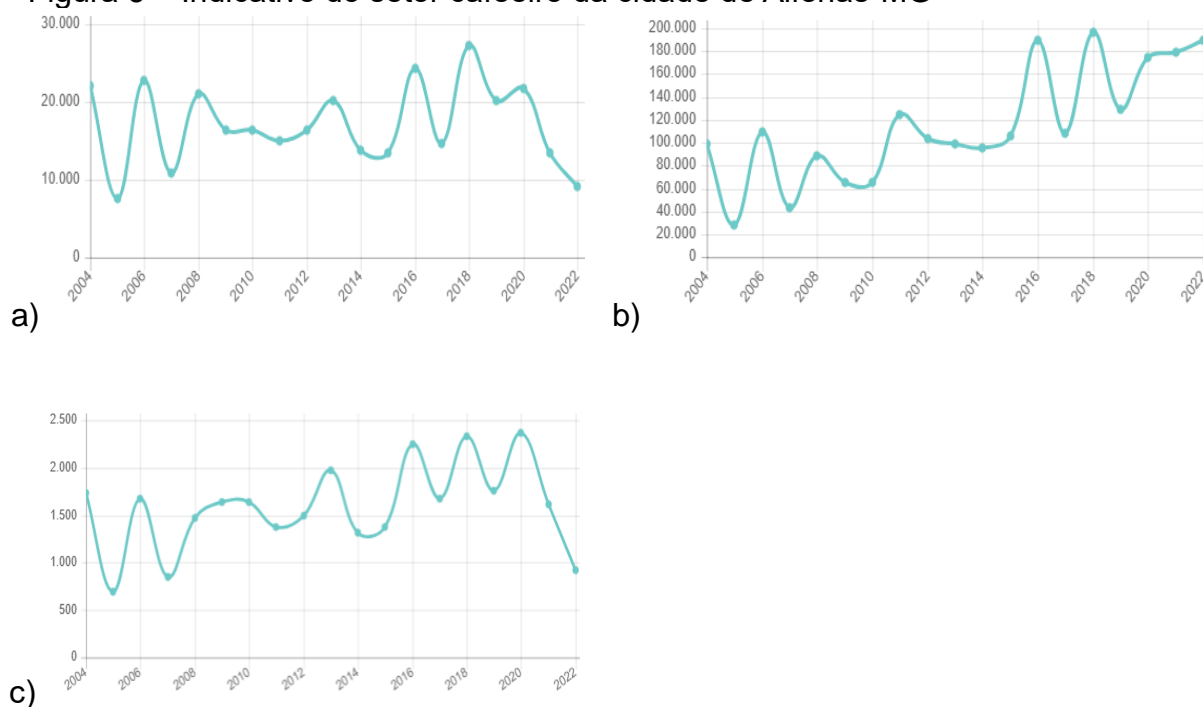
Em Alfenas, existem grandes fazendas produtoras de café, como a Ipanema Coffees, que conta com aproximadamente seis mil hectares e movimenta de maneira direta e indireta a economia da cidade, tendo, por exemplo, acionistas da Alemanha, Noruega e Japão (Alves, 2023).

Traçando a economia da cidade em números, de acordo com o IBGE (2024h), em um ranking, Alfenas se localiza na 48ª posição no estado de Minas Gerais na produção de café, com 9.170 toneladas, ficando assim na 47ª posição do estado no quesito valor de produção, que é de R\$ 189.028.000,00, e na 85ª colocação em esfera nacional. Tais resultados derivam da área destinada à colheita de café, que ocupa a 21ª posição no estado e a 38ª no Brasil, totalizando 9.920 hectares (IBGE, 2024i).

Abaixo, na Figura 5, estão dispostos três gráficos resultantes dos dados obtidos pelo IBGE referentes ao ano de 2022, que analisam o comportamento de diferentes aspectos do setor cafeeiro na cidade de Alfenas, Minas Gerais. Conforme podemos observar, os dados oscilam bastante, apresentando altas e quedas, como na produção referente a cada ano, devido ao ciclo próprio do produto (em torno de 8 meses,

dependendo de fatores como o tipo, a lavoura e o clima), por exemplo. Acerca da importância econômica para a cidade, ao analisar o gráfico b, podemos notar também essa oscilação, mas, acima de tudo, a crescente elevação nos últimos anos, perceptível também na economia geral de Alfenas (IBGE, 2024j).

Figura 5 – Indicativo do setor cafeeiro da cidade de Alfenas-MG



Fonte: ADAPTADO DE IBGE (2024h; 2024j; 2024i).

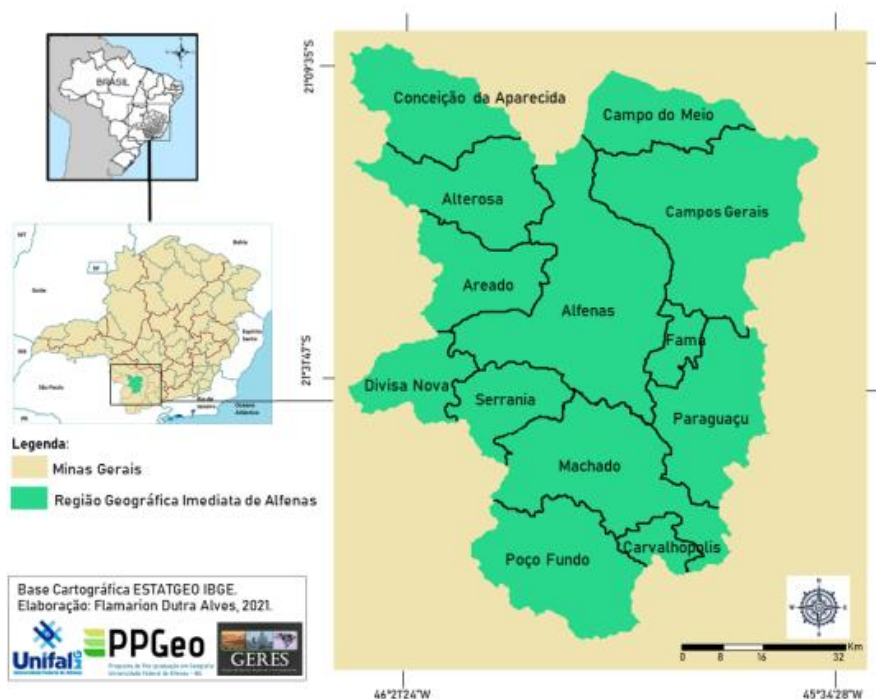
Legenda: a) Quantidade produzida de café (grão) na cidade de Alfenas (Unidade: t);
 b) Valor da produção café (grão) na cidade de Alfenas-MG (Unidade: R\$ x 1000);
 c) Rendimento médio café (grão) na cidade de Alfenas-MG (Unidade: Kg/há).

2.4.2 Estado de Minas Gerais

De acordo com Alves (2023), a região Sul do estado de Minas Gerais possui uma forte ligação com o agronegócio e a agricultura, especialmente com as monoculturas agrícolas, devido aos diferentes produtos que são cultivados. É considerada a região com a maior produtividade de café no Brasil.

Com o intuito de destacar a importância econômica do estado, principalmente da região Sul, a Figura 6 apresenta a Localização Geográfica da cidade de Alfenas e dos municípios ao seu redor, que, juntos, formam as principais áreas produtoras de café. Nota-se a cidade de Alfenas ao centro e as outras cidades menores ao seu redor, formando o que é popularmente denominado conjunto das "cidades do café".

Figura 6 – Mapa da Região Geográfica imediata de Alfenas-MG

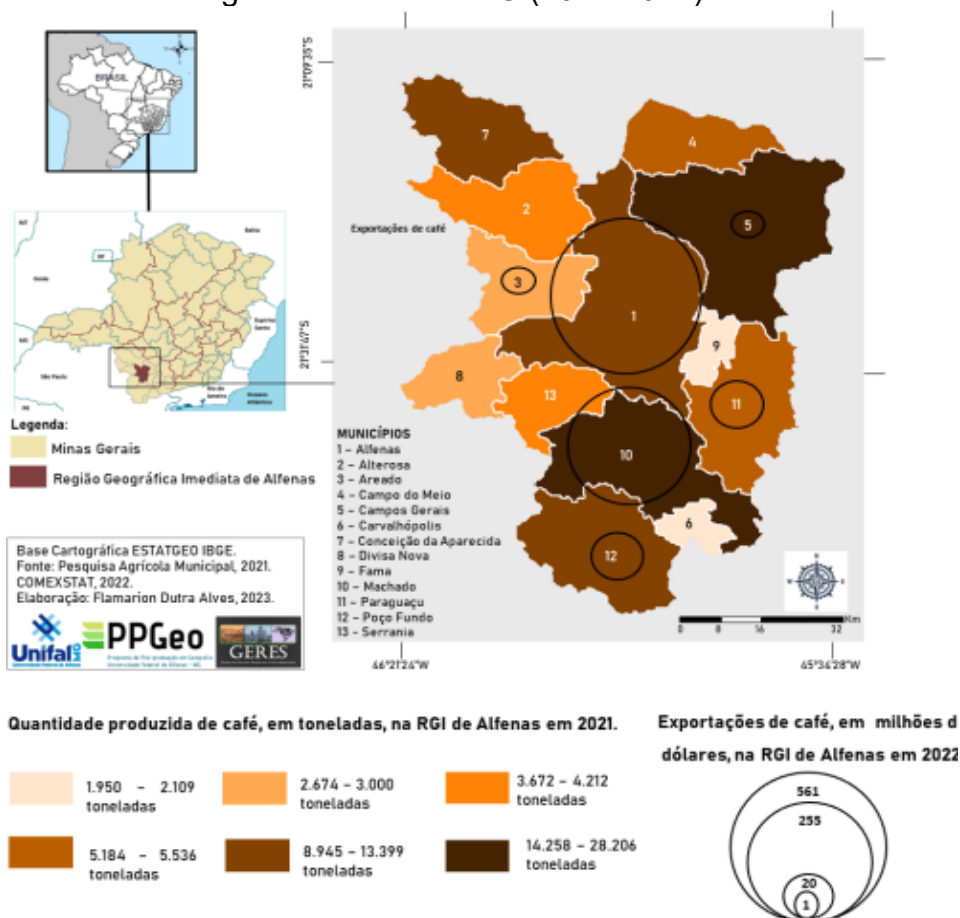


Fonte: Alves (2023, p.188).

Assim como é evidenciado para a cidade de Alfenas, podemos inferir a significativa importância econômica do setor cafeeiro para o estado de Minas Gerais através de um ranking elaborado pelo IBGE (2024b), ocupando, por exemplo, a 1ª colocação entre os estados que mais produzem café no Brasil, com 1.397.270 toneladas por ano, e consecutivamente o 1º estado brasileiro com maior área destinada à colheita de café, com impressionantes 1.022.699 hectares. Isso acarreta impactos econômicos significativos, pois Minas Gerais também mantém a liderança no quesito valor da produção de café, totalizando R\$ 28.525.092,00 x 1000 (IBGE, 2024f).

Na Figura 7, podemos analisar a quantidade de café produzida na região Sul mineira, principal produtora e exportadora do produto no estado. Com esses dados, podemos observar o potencial econômico da região, sendo Machado, Campos Gerais, Alfenas e Poço Fundo as cidades que mais produzem e dependem da cafeicultura. A análise também é realizada em níveis de exportação, cuja cotação é realizada em dólar, gerando lucros de modo direto e indireto na economia local.

Figura 7 – Mapa com a quantidade de produção e exportação de café da Região de Alfenas - MG (2021-2022)



Fonte: Alves (2023, p.194).

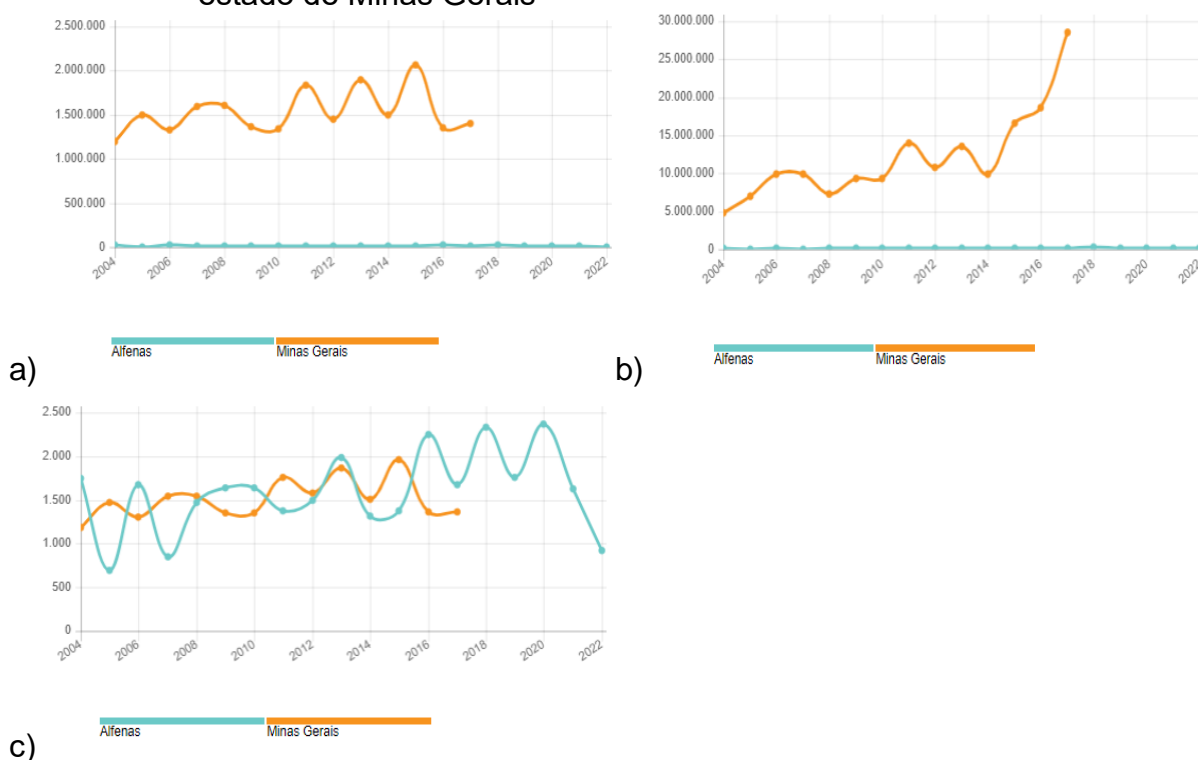
Segundo Alves (2023), o segundo maior município da região de Alfenas que merece destaque é Machado-MG, cidade que possui grandes fazendas especializadas na produção de café, além de contar com uma estrutura significativa, dispendo de armazéns e pontos para comercializar o produto. Em 2022, exportou 256 milhões de dólares em café, gerando impactos em toda a economia, desde dimensões locais até internacionais.

[...] Socialmente, o café tem um papel muito forte. Nos estados que mais produzem, como em Minas Gerais, a gente vê isso muito claro. Quando chega o período da colheita do café, a cidade está bem de vida, os supermercados estão cheios, pois gera dinheiro, o que não ocorre com nenhuma outra cultura. E além disso, temos a questão ambiental muito forte no Brasil, que não tem em nenhum outro país do mundo, conseguindo cumprir todas as exigências legais, ambientais e trabalhistas de forma integrada”, destacou Farnese (Brasil, 2022).

Na região Sul do estado de Minas Gerais, estão localizadas diferentes cooperativas, como a COOPAMA e a COOXUPÉ, importantes para a economia do estado e também para as exportações, que “são feitas por empresas especializadas em comercialização de grãos, sejam elas nacionais ou multinacionais, e também as cooperativas são agentes importantes na região para difusão da mundialização.” (Alves, 2023, p. 196).

A seguir, na Figura 8, temos três gráficos comparativos entre a cidade de Alfenas e o estado de Minas Gerais. Apesar de o IBGE (2024b, 2024f, 2024d) apresentar dados para o estado até o ano de 2017, podemos analisar que a cidade, embora pareça muito discrepante em relação ao estado, possui resultados expressivos em todos os quesitos, principalmente quando comparamos o rendimento médio do café.

Figura 8 – Indicativo comparativo do setor cafeeiro entre a cidade de Alfenas e o estado de Minas Gerais



Fonte: ADAPTADO DE IBGE (2024b; 2024f; 2024d).

Legenda: a) Comparação da quantidade produzida de café (grão) entre a cidade de Alfenas e o estado Minas Gerais (Unidade: t);
 b) Comparação do valor da produção café (grão) entre a cidade de Alfenas e estado de Minas Gerais (Unidade: R\$ x 1000);
 c) Comparação do rendimento médio café (grão) entre a cidade de Alfenas e o estado de Minas Gerais (Unidade: Kg/ha).

Considerando a exportação do café de toda a região que circunda a cidade de Alfenas, o principal país de destino é a Alemanha. Em 2022, a movimentação chegou a 201 milhões de dólares, seguido pelos Estados Unidos e Bélgica. Esse fato comprova que a região Sul do estado gera grandes impactos econômicos em cenários globais (Alves, 2023).

Apesar dos altos volumes de exportação e de capital que circula no agronegócio cafeeiro, pouco se reproduz em qualidade de vida para a população regional, pois cada vez mais com atores e instituições globais envolvidos nesse mercado, o capital e o lucro são drenados para fora do país. Além disso, a produção de café sai in natura do país, ou seja, não agrega valor nos outros setores da economia (Alves, 2023, p. 199).

De acordo com a citação acima, podemos perceber que a maior parte do café produzido é exportada, e, mesmo que o autor afirme que quase nada é revertido para a qualidade de vida dos moradores da região cafeeira, em muitas cidades, inclusive as de menor porte, a renda das famílias gira em torno das safras de café. Concordamos com o autor de que os lucros deveriam ser maiores nessas regiões e que muitas famílias dependem dessa renda, assim como os comércios locais. Não devemos entender a questão apenas como o café sendo responsável por pagar as contas, mas sim como uma fonte de resultados que elevem a qualidade de vida, como, por exemplo, o acesso à educação, saúde e lazer de qualidade.

2.4.3 Brasil

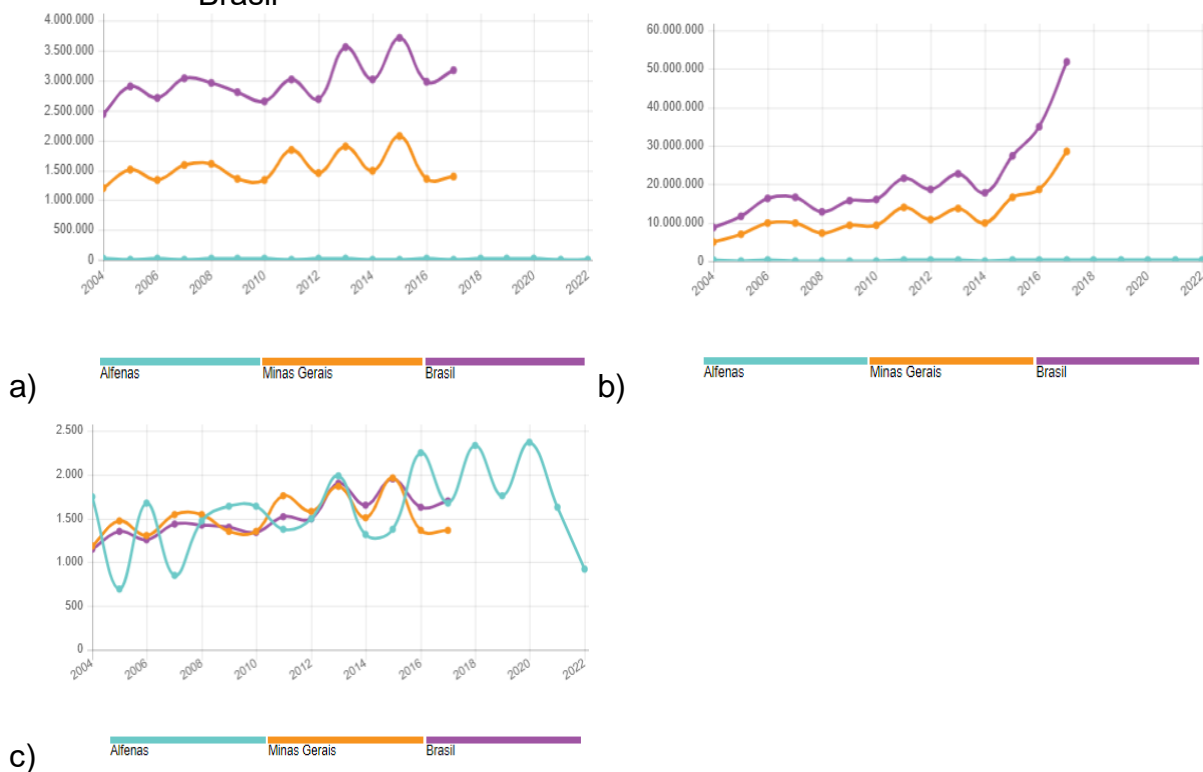
O Brasil, conhecido mundialmente como a “Nação do Café” por ser o maior produtor e exportador de café do mundo, conseqüentemente, possui grandes impactos econômicos em escala nacional e mundial. De acordo com a EMBRAPA (2024), no último ano, o valor total bruto da produção de café no país chegou a aproximadamente 50 bilhões de reais, o segundo maior montante desde 2014.

Nas cinco regiões geográficas do Brasil, todas apresentam produções de café, mas a Região Sudeste se destaca significativamente, obtendo 86% do valor bruto nacional da produção, seguida pela Região Nordeste, Norte, Sul e Centro-Oeste, respectivamente (EMBRAPA, 2024).

Expressando em números, a produção de café no Brasil está presente em 16 estados e 1.983 municípios, gerando um total de aproximadamente 330 mil produtores de café, sendo que mais da metade são classificados como pequenos produtores rurais. Além disso, são gerados 8,4 milhões de empregos diretos e indiretos,

movimentando a economia do país (CNC, 2021).

Figura 9 – Indicativo comparativo do setor cafeeiro entre Alfenas, Minas Gerais e Brasil



Fonte: ADAPTADO DE IBGE (2024c; 2024g; 2024e).

Legenda: a) Comparação da quantidade produzida de café (grão) entre Alfenas, Minas Gerais e Brasil (Unidade: t);
 b) Comparação do valor da produção café (grão) entre Alfenas-MG, Minas Gerais e Brasil (Unidade: R\$ x 1000);
 c) Comparação do rendimento médio café (grão) entre Alfenas, Minas Gerais e Brasil (Unidade: Kg/ha).

Na Figura 9, é possível observar um indicativo que compara o setor cafeeiro em três escalas, abrangendo Alfenas-MG, Minas Gerais e Brasil. Obtemos resultados surpreendentes, como os expressivos números alcançados pelo Brasil nas diferentes modalidades ao longo dos anos, a grande parcela que o estado ocupa frente ao país nos diferentes quesitos e os números apresentados pela cidade de Alfenas-MG em comparação com o Brasil, principalmente na análise do rendimento médio do café, em que a cidade possui médias em alguns anos maiores do que as nacionais.

2.5 SETOR CAFEEIRO E OS IMPACTOS AMBIENTAIS

O cultivo do café gera impactos sociais, econômicos e tecnológicos significativos, não apenas para o estado de Minas Gerais, mas também para o Brasil,

conforme discutido nos tópicos anteriores. No entanto, com o objetivo de promover uma Educação que estimule o desenvolvimento do pensamento crítico, apresentaremos a seguir uma discussão sobre um aspecto pouco divulgado da cultura cafeeira: os danos ambientais causados pelo setor ao meio ambiente.

De acordo com Lopes *et al.* (2014), visando aumentar a produção de café na região sul do estado de Minas Gerais, houve, em meados da década de 1970, um movimento de modernização da cultura cafeeira. Embora tenha gerado impactos positivos para a região, também afetou significativamente a natureza, devido ao uso de práticas não sustentáveis.

Infelizmente, tal modernização ocorreu de maneira efetiva e o incessante crescimento do parque cafeeiro trouxe consigo “sombras” de uma verdadeira devastação dos recursos naturais, demonstrada pela degradação e contaminação da fauna, flora, solos e dos corpos hídricos, evidenciando um futuro de insustentabilidade socioambiental e econômica (Lopes *et al.*, 2014, p. 10).

A área ocupada por cafezais na cidade de Machado-MG se desenvolveu de forma avassaladora e continua em ritmo de crescimento, tornando a cidade uma potência no setor cafeeiro. Contudo, a cidade caminha para um “cenário onde os recursos naturais possivelmente serão exauridos. O desequilíbrio ecológico se faz presente, oscilações climáticas preocupam pesquisadores e estudiosos” (Lopes *et al.*, 2014, p.12).

Várias práticas adotadas no manejo do café na região onde esta pesquisa foi desenvolvida são consideradas prejudiciais ao meio ambiente, como o desmatamento de áreas verdes, o uso intensivo de agroquímicos, a erosão e perda de fertilidade dos solos, desequilíbrios ecológicos, o uso de pesticidas e fertilizantes sintéticos para proteger os cafezais (Lopes *et al.*, 2014).

De acordo com Campbell *et al.* (2023), o sistema de irrigação, quando não utilizado de maneira consciente, é considerado um dos piores fatores em relação aos impactos negativos causados ao meio ambiente, devido à quantidade de água utilizada. Outro problema também tem sido as máquinas de beneficiamento do café, que, embora busquem elevar a qualidade do produto, acabam gerando uma quantidade elevada de dejetos ao final do processo.

Contudo, buscando acompanhar o mercado e as tendências da cafeicultura, muitas propriedades estão optando pela produção do chamado café especial. Com isso, buscam sempre reduzir os prejuízos dos impactos ambientais à natureza, visto que existem certificados e premiações que elevam a qualificação da propriedade e do

café produzido, considerando os quesitos ambientais. De acordo com Carli, Oliveira e Dias (2013), a certificação *Rainforest Alliance* busca valorizar o ideal ambientalmente sustentável e, ao realizar uma análise socioambiental, resultou em impactos positivos.

Acompanhando a evolução tecnológica, muito presente no setor cafeeiro, as tecnologias são aliadas para reduzir os danos ao meio ambiente, como, por exemplo, na etapa denominada de via úmida da fazenda onde foi realizado este estudo. Um exemplo da redução desses danos é a diminuição da quantidade de água necessária para realizar os procedimentos de lavagem e separação do café.

[...] é importante ressaltar que a adoção de tecnologias que diminuam os impactos ambientais é de extrema importância em quaisquer lavouras, incluindo aquelas que não produzem cafés especiais, visto que práticas sustentáveis impactam positivamente as lavouras, as propriedades e o meio ambiente (Campbell *et al.*, 2023, p. 53).

Muitos produtores, desde pequenas até grandes propriedades, estão optando por desenvolver a cafeicultura orgânica, pois, além de o mercado contar com uma parcela de consumidores cada vez mais em busca de produtos orgânicos, essa prática permite alinhar a qualidade do produto com práticas sustentáveis que agridem o meio ambiente em uma escala bem menor.

A cafeicultura orgânica desenvolvida localmente ostenta uma possibilidade de conservação e preservação dos recursos naturais desses municípios produtores. Além do mais, o desenvolvimento rural sustentável não possibilita somente melhoria da qualidade ambiental, pois está emaranhado a questões socioeconômicas, éticas e culturais. A cafeicultura de base ecológica praticada na região de Machado e Poço Fundo tem proporcionado aos agricultores uma excelente oportunidade de alcançar mercados diferenciados e agregar valor ao café comercializado, melhorando a qualidade de vida das famílias envolvidas (Lopes *et al.*, 2014, p. 14).

A busca por se tornar uma propriedade sustentável, com foco na preservação e no cuidado com o meio ambiente, pode ser observada em algumas propriedades, como é o caso da Fazenda Recanto, escolhida para a realização desta pesquisa. Na propriedade, a preservação e o cuidado com a fauna e a flora, além do controle do uso consciente da água, são fatores importantes e são seriamente respeitados, conforme descrito no próximo tópico.

2.6 LOCAIS DE COLETA DE DADOS

2.6.1 Fazenda Recanto

Localizada na zona rural da cidade de Machado, região Sul do estado de Minas

Gerais, a Fazenda Recanto encontra-se a aproximadamente 40 quilômetros de Alfenas-MG. Conhecida nacionalmente pela qualidade do café produzido, teve sua história iniciada ainda no Século XIX, no ano de 1896, pelo seu fundador Olímpio Magalhães (Brito, 2018).

Segundo Brito (2018), dedicada exclusivamente ao plantio de café, a fazenda já conquistou ao longo de sua história alguns prêmios, como em 1932, quando foi reconhecida mundialmente na categoria de melhor grão de café. Atualmente, conta com uma grande infraestrutura, incluindo uma ampla sede e instalações para produção e beneficiamento do café.

Há quase três décadas, a Fazenda Recanto é administrada pelo casal de agrônomos Afrânio e Maria Selma, representando a quarta geração de seus fundadores. De acordo com os proprietários, anteriormente, a produção e a comercialização do café eram realizadas como commodities, algo que foi transformado na nova gestão, implementando um novo manejo e adotando uma abordagem mais sustentável na agricultura (Café Recanto, [2024?]).

A propriedade conta com uma área total de 439 hectares, sendo 170 hectares destinados ao cultivo, uma altitude média de 1.100 metros e um clima favorável, garantindo uma produção média anual de 6.000 sacas de café de qualidade para o consumidor final. Além da dedicação dos produtores e da infraestrutura completa, que inclui todos os recursos necessários, desde o plantio até a comercialização do café, a fazenda também conta com algumas nascentes de água que foram recuperadas pelos proprietários.

Segundo o Café Recanto ([2024?]), com o intuito de atender às demandas do mercado atual, estão sempre em busca do aperfeiçoamento e da alta qualidade do café que produzem, fornecendo cafés da espécie arábica, das variedades Bourbon Amarelo, Catuaí Amarelo, Catuaí Vermelho, Mundo Novo e Rubí, além de diferentes tipos de processamentos, incluindo cereja descascado, lavado e natural.

As qualidades dos cafés produzidos na Fazenda Recanto cobrem uma ampla gama de conceitos, que vão desde características físicas, como variedades e processamento, até preocupações de ordem ambiental e social, como os sistemas de produção e as condições de trabalho da mão-de-obra cafeeira. Fazemos parte do segmento de cafés especiais, que representam, hoje, cerca de 12% do mercado internacional da bebida (Café Recanto, [2024?]).

Por ocupar uma grande área de aclave, locais que dificultam o plantio do café, a fazenda conta, além de diversas tecnologias, com vários colaboradores, possuindo todos os cuidados para garantir a qualidade do café produzido, que está se

aperfeiçoando a cada dia, na produção de cafés especiais, focalizando também o comércio exterior. Os produtos, ao final, são separados em lotes, pois assim conseguem garantir todo o processo que determinado café passou, aprimorando a qualidade para o consumidor.

Preocupados com a natureza e com questões ambientais, a fazenda possui uma grande área preservada (cerca de 40%) e quase todos os corredores são ecológicos e interligados, garantindo a qualidade da produção do café em convergência com a fauna e flora nativas da região. Partindo desta linha de pensamento, em homenagem às espécies pertencentes ao território da fazenda, como o Lobo Guará, a Coruja Buraqueira e o Macaco Pregó, os proprietários estampam a linha de embalagens de seus produtos com ilustrações destes animais (Behance, 2019).

No ano de 2006, de acordo com Prado *et al.* (2011), através do Programa Certifica Minas, a Fazenda Recanto recebeu a certificação *Rainforest Alliance Certified*, uma das primeiras a receber esse certificado no Brasil. Com isso, possibilita à propriedade adquirir mais rentabilidade e sustentabilidade, além de fornecer mais informações ao consumidor, como a origem e a procedência do produto que está sendo comercializado.

A missão da certificação Rainforest Alliance é promover a integração da produção agrícola, conservação da biodiversidade e desenvolvimento humano. As fazendas certificadas são orientadas a manterem cobertura vegetal diversificada de árvores nativas, para prover um habitat para uma série de espécies ou proteger e regenerar reservas naturais (Prado *et al.*, 2011, p. 2).

Outro destaque que a Fazenda Recanto recebe é o posicionamento feminino frente ao agronegócio, que, de acordo com a proprietária, por conta da maioria dos profissionais serem homens, acaba ocorrendo uma série de preconceitos, decorrentes desde os tempos da faculdade. Mas pela luta por mais representatividade feminina que sempre buscou, Maria Selma deixa claro a divisão de tarefas do casal; ela é responsável pela parte administrativa, enquanto seu esposo cuida da parte operacional da fazenda (Brito, 2018).

Quando se pensa no futuro, o casal assume a felicidade e a tranquilidade, pois a quinta geração da família já está assumindo o comando da fazenda, tendo a filha do meio pautado sua carreira no ramo do setor cafeeiro, buscando cursos e especializações na área, acumulando vários títulos relacionados ao café e trazendo sempre inovações para a Fazenda Recanto (Brito, 2018).

2.6.2 Polo EMBRAPII – IFSULDEMINAS – Campus Machado-MG

A antiga Escola Agrotécnica Federal de Machado, localizada na cidade mineira de Machado, em 2008, juntamente com outras escolas da região, formou o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, conhecido como IFSULDEMINAS, o que possibilitou uma significativa ampliação em vários aspectos. Atualmente, é denominado como IFSULDEMINAS – Campus Machado (Cerqueira, 2017).

Dentre os diversos cursos oferecidos neste campus, que abrangem desde os cursos técnicos até a pós-graduação, os cursos agrários possuem destaque, sendo reconhecidos nacionalmente. Isso aumenta ainda mais as notas dos cursos e a procura semestral por vagas para ingresso (IFSULDEMINAS, [20--]a).

Devido à história e aos impactos gerados pelo setor cafeeiro na região, muitos alunos e profissionais recorrem ao Instituto para se aperfeiçoar e estudar soluções para problemas presentes nesta área, buscando, sobretudo, inovações tecnológicas. Isso atrai muitos estudantes e professores a desenvolverem estudos relacionados ao café. “A inovação tem sido amplamente reconhecida como o mecanismo pelo qual o desempenho econômico pode ser melhorado, transformado e o progresso social alcançado” (IFSULDEMINAS, 2019, p. 2).

Neste contexto, no ano de 2013, com o intuito de encontrar as soluções inovadoras que eram buscadas, foi criada a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII). Posteriormente, no ano de 2017, foi estabelecido um polo no IFSULDEMINAS – Campus Machado.

O Polo EMBRAPII IFSULDEMINAS, com o olhar voltado para o desenvolvimento de tecnologias que aprimorem o trabalho que envolve o setor cafeeiro, oferece uma oportunidade de capacitação para os discentes interessados em buscar a inovação por meio da criação de Startups e, em parceria com empresas interessadas, desenvolverem novas tecnologias na Agroindústria do Café (IFSULDEMINAS, p. 4. 2019).

Por conta do sucesso cafeeiro na região, esta unidade da EMBRAPII une o ensino e as pesquisas com projetos ligados às empresas locais, formando assim um elo entre a Educação e o mercado de trabalho. Isso proporciona profissionais mais capacitados para atuar no setor cafeeiro. Desta forma, podemos inferir que impacta diretamente a renda dos produtores locais e também o PIB, não só regional, mas também mundial, uma vez que a região é uma das principais produtoras de café do Brasil (IFSULDEMINAS, [20--]b).

Conforme IFSULDEMINAS ([20--]b), este polo concentra as pesquisas em duas linhas de estudo: indústria de torra e moagem de café, e indústria de máquinas e implementos. Ambas visam aprimorar tecnologias e soluções na área cafeeira, tanto para as indústrias quanto para os produtores. Com tecnologias avançadas e soluções inovadoras, o produtor consegue alinhar seus projetos diretamente com a EMBRAPA para obter o auxílio necessário em sua lavoura.

3 ASPECTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

Os aspectos teórico-metodológicos apresentados a seguir têm como objetivo alinhar o tema da pesquisa aos seus objetivos. Para isso, discutimos quatro tópicos fundamentais que sustentam este estudo: aspectos pontuais do Ensino de Física, a tipologia de pesquisa que inspirou este estudo, a relação entre Educação e o mundo do trabalho e os conceitos essenciais sobre Etnofísica.

3.1 O ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL

Ao analisar a problemática que envolve o objeto de estudo do Ensino de Ciências, que se prolonga por décadas, principalmente no que diz respeito ao Ensino de Física, Rosa e Rosa (2005) afirmam que é emergente a busca pelo real significado desta Ciência para a Educação Básica, mais precisamente para o Ensino Médio. Existem enormes variações de enfoques no Ensino de Física, muitas vezes criticados por não apresentarem benefícios concretos para os alunos, pois tendem a focar na resolução de problemas teóricos acompanhados de uma infinidade de cálculos, sem contextualização com a vida do estudante.

Segundo Moreira (2018), as aulas de Física no Ensino Médio são ministradas de forma a fazer os estudantes acreditarem que as teorias são definitivas, que não existem mais soluções possíveis ou contestações das teorias existentes, ou pior, que não há mais nenhuma teoria a ser descoberta. É a falsa Física encontrada na grande maioria das escolas.

Historicamente, existem competências e habilidades que deveriam ser desenvolvidas no Ensino de Física, mas que até hoje estão em processo introdutório ou nem isso. Conforme Moreira (2000) destaca, no campo da investigação e compreensão, o aluno deve identificar e investigar a Física em seu mundo vivencial, bem como construir e detectar situações-problema para que possa interligar com seu conhecimento científico. Outro ponto de extrema importância é desenvolver a capacidade sociocultural de entender a Física como uma construção humana, identificando sua evolução nos sistemas produtivos e formulando seu pensamento científico em relação às situações sociais e culturais a que está submetido.

De acordo com Moreira (2018), existe também a grande problemática da situação dos professores de Física, pois a realidade encontrada por eles não é

favorável para que conduzam aulas baseadas na verdadeira aprendizagem da Física. Com a graduação defasada e as más condições de trabalho, surgem questões desfavoráveis ao que, na teoria, seria essencial para um ensino e aprendizagem fidedignos ao entendimento e aplicação do conteúdo.

O problema das aulas tradicionais não ocorre apenas na Educação Básica, mas é um quesito que se alastra desde o Ensino Superior. O professor, que foi aluno de graduação, aprendeu nos moldes tradicionais e considera aprender Física de modo mecânico e memorizado. A base precisa ser alterada; deve-se perceber que conceitos e aplicações são mais importantes do que decorar, muitas vezes instantaneamente, as fórmulas (Moreira, 2018).

[...] Mais de cem anos de história se passaram desde a introdução da Física nas escolas no Brasil, mas sua abordagem continua fortemente identificada com aquela praticada a cem anos atrás: ensino voltado para a transmissão de informações através de aulas expositivas utilizando metodologias voltadas para a resolução de exercícios algébricos. Questões voltadas para o processo de formação dos indivíduos dentro de uma perspectiva mais histórica, social, ética, cultural, permanecem afastadas do cotidiano escolar, sendo encontradas apenas nos textos de periódicos relacionados ao Ensino de Física, não apresentando um elo com o ambiente escolar (Rosa; Rosa, 2005, p. 6).

Observando o Ensino de Física, percebe-se problemas decorrentes de várias décadas. Segundo Moreira (2018), esses problemas estão relacionados também com aspectos de cidadania, pois situações-problema devem fazer parte das aulas e possuir relação com a vida do estudante, contextualizando a Física com situações que o aluno vivencie em suas ações diárias. Contudo, isso não é observado na maioria das aulas da Educação Básica.

De acordo com Moreira (2018, p.77), “novas situações devem ser introduzidas em níveis crescentes de complexidade. É um erro começar a ensinar sem usar situações que tenham sentido para os alunos, uma falha bastante comum no Ensino de Física”.

Segundo Moreira (2018), ao analisar e estudar como deveria ser o processo de ensino e aprendizagem, devemos considerar uma perspectiva humanística, na qual um conjunto de situações deve ser integrado para que haja um aumento da compreensão dos alunos, principalmente nas aulas de Física, que são frequentemente caracterizadas pela dificuldade em concretizar esse processo. Para que haja mudança e visando suprir essa lacuna presente na Educação, deve-se considerar primeiramente os pensamentos, os sentimentos e as ações, pensando na

metodologia e no contexto das aulas.

Dessa maneira, a fim de questionar, mas não desmerecer o atual Ensino de Física, conforme Pereira (2020), o real sentido de ensinar e aprender Física está atrelado e consolidado nas mediações realizadas pelo professor, que na maioria das vezes fica preso à cultura escolar. Isso significa que as atividades e discussões discursivas se prendem à teoria e aos cálculos, não deixando espaço para reflexões que permitam ao aluno perceber a Física como uma construção humana. Assim, a conjuntura escolar deveria ser alterada para que o aluno possa identificar, em situações reais, como a Física está inserida na comunidade, encontrando técnicas para empregar e aprimorar suas atividades a partir do seu conhecimento científico gerado por uma abordagem mais humanística. Isso tornaria a Física mais relevante na sociedade e possibilitaria um sentido real para os alunos.

3.2 O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA ETNOGRÁFICA

Definir etnografia pode ser uma tarefa complicada, dada a dificuldade de obter o real significado da palavra ou ainda a baixa frequência com que o tema é debatido em cursos de graduação, por exemplo. A palavra, seguindo seu significado literal, quer dizer o estudo dos povos e suas culturas. Com isso, a pesquisa etnográfica, que teve origem na Antropologia, descreve, interpreta e explica o que os indivíduos realizam em certos ambientes, bem como os resultados de suas atividades e o que eles entendem ao realizar suas ações (Wielewicki, 2001).

[...] O método etnográfico encontra sua especificidade em ser desenvolvido no âmbito da disciplina antropológica, sendo composto de técnicas e de procedimentos de coletas de dados associados a uma prática do trabalho de campo a partir de uma convivência mais ou menos prolongada do(a) pesquisador(a) junto ao grupo social a ser estudado (Rocha; Eckert, 2008, p. 1).

Conforme Wielewicki (2001), para descrever a cultura e as ações de um dado grupo de pessoas, deve-se seguir procedimentos específicos que caracterizam e regem uma pesquisa etnográfica. Para ser considerada uma pesquisa com valor e significado científico, ela deve comprovar os resultados colhidos durante a análise. É importante que o pesquisador adote uma metodologia desde o início, para que possa avaliar os resultados de forma uniforme, abrangendo todos os conhecimentos capturados.

A descrição do que foi observado nos grupos onde a pesquisa está sendo

realizada não ocorre de modo simples. Explicar suas atividades, culturas e crenças de modo que tenha conexão com seus arredores é uma tarefa árdua e, por vezes, complicada. Além disso, a presença do pesquisador pode assustar e/ou inibir os participantes, ou ainda representar a presença de alguém com uma teoria que eles não acreditam ser possível de ser colocada em prática (Wielewicki, 2001).

Segundo Rocha e Eckert (2008), ao realizar uma pesquisa etnográfica, o pesquisador deve seguir cuidadosamente alguns procedimentos para obter um resultado eficaz, como, por exemplo, realizar uma observação direta. Dessa forma, com uma interação que é essencial nesse tipo de pesquisa, ele conseguirá investigar e identificar os saberes e as práticas na vida dos participantes, bem como perceber suas implicações e representações para a comunidade.

Outro procedimento importante, adotado quando o pesquisador entra no campo de pesquisa, é realizar uma escuta atenta do que os participantes falam ou comentam, estando atento a tudo que ocorre em sua presença, mas principalmente ao que será de extrema valia para atingir seus objetivos. Escutar o outro não é fácil, mas o pesquisador vai adquirindo habilidades para extrair e interpretar as falas dos participantes de modo que não interfira e/ou deixe de perceber falas de grande valia para a pesquisa.

O pesquisador deverá adquirir a habilidade de escrita, que, conforme Rocha e Eckert (2008), é fundamentada nas técnicas dos primeiros antropólogos, baseando-se em registros em notas, diários ou relatos de experiência, das impressões observadas ou escutadas durante a coleta de dados. Esses registros podem ocorrer em variados intervalos de tempo e são únicos ao pesquisador presente no momento da abordagem. “Este ato de escritura define a capacidade de recriar as formas culturais que tais fenômenos adotam e permite exercitar a habilidade de lhes dar vida novamente, agora na forma escrita, com base em uma estrutura narrativa” (Rocha e Eckert, 2008, p. 8).

Ao realizar uma pesquisa etnográfica, de acordo com Pereira (2023), há um processo árduo, marcado pela intersubjetividade, que vai muito além de uma simples troca de informações e experiências entre pesquisador e participante. Trata-se de um trabalho sério, que exige disciplina, paciência, tempo e, muitas vezes, a habilidade de lidar com situações conflitantes. As implicações desse tipo de pesquisa consideram pressupostos teóricos da antropologia para um desenvolvimento mais qualificado e uma maior veracidade dos dados obtidos, como o reconhecimento e o

estabelecimento do local, as maneiras de contato com os participantes e as análises mais aprofundadas.

[...] Cabe a nós o compromisso ético de detalhar nossas escolhas metodológicas, refletir sobre nossas entradas em campo, apontando sistematicamente as estratégias de pesquisa – tendo o suporte teórico como o guia para as nossas reflexões (Pereira, 2023, p. 228).

Deste modo, quando o pesquisador adentra ao campo que está estudando, segundo Emerson, Fretz e Shaw (2014), ele possui a oportunidade de observar e experimentar diretamente a vivência dos participantes, considerando tanto os bons quanto os maus momentos dessas práticas. Além disso, ele não pode estar em campo de forma inteiramente neutra e imparcial ao que está analisando, devendo seguir métodos que orientarão a pesquisa. “Aquilo que a etnógrafa ou etnógrafo descobre está intrinsecamente ligado à forma como ela ou ele o descobre” (Emerson; Fretz; Shaw, 2014, p. 375).

3.3 AS RELAÇÕES ENTRE EDUCAÇÃO E MUNDO DO TRABALHO

As relações entre Educação e mundo do trabalho têm sido discutidas há muito tempo e oferecem benefícios a ambas as áreas. Contudo, como será analisado nesta pesquisa, a contribuição primordial está no ensino, especialmente por possibilitar a contextualização e a conexão entre os conhecimentos adquiridos pelos alunos em sala de aula e as experiências que eles vivenciam no trabalho e em seu entorno.

De acordo com Souza e Carmo (2021), em sociedades capitalistas, há interesses voltados para o aumento da produção, maximização dos lucros e conquista de mercados, o que leva a uma visão da Educação como meio de formar pessoas aptas a atender às demandas do mundo capitalista. No entanto, a relação entre Educação e trabalho abordada nesta pesquisa reflete uma perspectiva contrária a essa visão, como destacado por Souza e Carmo (2021, p. 4):

[...] o cerne da lógica da formação humana está nos sujeitos em sua relação com o conhecimento, tendo como centralidade o trabalho, mas não um tipo de trabalho voltado meramente para interesses do capital, que, em suma, desumaniza; mas sim, uma forma de trabalho que liberta, forma e transforma, ou seja, que humaniza. Assim, pensar a formação humana a partir dessa lógica não é desconsiderar a dimensão econômica, mas deslocá-la de um papel central para ceder lugar de protagonismo ao ser humano.

Outro aspecto relevante na relação entre Educação e trabalho é seu impacto no desenvolvimento da cidadania e na promoção da justiça social, contribuindo para

a formação do pensamento crítico, a redução das diferenças e a busca pela igualdade da sociedade. A busca por uma Educação que promova igualdade social é contínua, pois, como analisado por Souza e Carmo (2021), o histórico da Educação brasileira revela que, frequentemente, o ensino é entendido como uma ferramenta para atender às necessidades do Estado e das elites, ignorando a valorização das classes populares e aprofundando as desigualdades sociais.

A educação que se impõe aos que verdadeiramente se comprometem com a libertação não pode fundar-se numa compreensão dos homens como seres “vazios” a quem o mundo “encha” de conteúdos; não pode basear-se numa consciência especializada, mecanicamente compartilhada, mas nos homens como “corpos conscientes” e na consciência como consciência *intencionada* ao mundo. Não pode ser a do depósito de conteúdos, mas a da problematização dos homens em suas relações com o mundo (Freire, 2018, p. 94).

Quando analisamos essa perspectiva de compreender o papel da escola na sociedade, inferimos que ela busca interpretar e problematizar a sociedade sob um viés freiriano. A escola, nesse sentido, problematiza a sociedade, ou seja, possibilita que olhemos para o mundo do trabalho e o questionemos. Por exemplo, será que ele poderia ser realizado de maneiras diferentes? As relações de trabalho poderiam ser melhores? E será que a escola não poderia abordar o trabalho como um auxiliar na construção dos conteúdos, ou seja, como um elemento integrador desses conteúdos?

Precisamos destacar que um aspecto marcante da literatura sobre as relações entre educação e trabalho no Brasil, é a discussão em torno das questões relativas a educação profissional, que tem levado os autores a um intenso debate com vistas à superação de um modelo de educação profissional em que nada, ou muito pouco, tem a ver com um modelo de educação que vise a formação completa do estudante, mas limitando-se a formar um trabalhador adaptado a determinadas demandas (Toti, 2007, p. 40).

Essa ideia pode ser entendida como uma prospecção de conteúdos, ou seja, a retirada de uma amostra para explorá-la. Por meio dessa relação com o mundo do trabalho, é possível extrair conteúdos inovadores para a Educação Básica. Assim, busca-se renovar o Ensino de Física por meio de uma prospecção realizada na sociedade, permitindo problematizar questões sociais, especialmente aquelas relacionadas ao mundo do trabalho, dentro da escola.

De acordo com Toti (2007), ao estabelecer essa relação entre Educação e mundo do trabalho, é fundamental analisar a potencialidade de ensinar, nas aulas de Física, conceitos concretos presentes na vida dos alunos. Isso torna o processo de ensino e aprendizagem mais contextualizado, possibilitando ao aluno ampliar seus

conhecimentos e realizar conexões entre suas práticas diárias e o conteúdo de Física ensinado na escola.

Nesse contexto, é possível relacionar a abordagem da Etnofísica ao mundo do trabalho de forma que ambos sejam beneficiados. Além dos impactos positivos previamente mencionados dessa abordagem para o desenvolvimento das práticas no trabalho, pode-se inferir que os conceitos e conteúdos desenvolvidos pelos trabalhadores em determinadas comunidades (muitas vezes incluindo os próprios alunos) constituem um conjunto de saberes com potencial para o Ensino de Física. Esses conteúdos servem “como ponto de partida para o desenvolvimento das práticas pedagógicas que mostrem a relevância do conhecimento escolar para que os estudantes compreendam a necessidade dele” (Toti, 2007, p. 151).

Em nossa perspectiva, é necessário atentar-se à ordem dos termos, evitando confundir "trabalho e Educação" com "Educação e trabalho". Isso porque é a partir da escola que podemos visualizar o mundo do trabalho e inferir o que pode ser aproveitado para tornar a instituição escolar mais problematizadora daquele meio e daquela cultura de trabalho. Pode parecer mais simples pensar que a escola visa diretamente contribuir com o trabalho, e de fato há implicações nesse sentido, mas não de maneira direta. A ideia central, por exemplo, é ensinar ao indivíduo o que ele está fazendo e o porquê de suas ações. Caso ele obtenha sucesso e melhore no trabalho, isso será ótimo; caso contrário, o trabalho desenvolvido por ele segue normalmente, mas, ainda assim, houve a problematização proporcionada pelo ensino.

De acordo com Freire (2018, p. 175): “Isto é, sem a problematização desta falsa consciência do mundo ou sem o aprofundamento de uma já, menos falsa consciência dos oprimidos, na ação revolucionária.” Nesse contexto, é possível promover uma Educação reflexiva e crítica sob um viés freiriano, que considera os conhecimentos que o aluno possui, advindos de suas práticas e atividades no trabalho. Essa abordagem busca proporcionar um ensino que dialogue com a realidade do aluno fora da escola, transformando o que ele aprende no ambiente escolar em ações aplicáveis no seu cotidiano.

3.4 AS BASES QUE FUNDAMENTAM O CONCEITO DE ETNOFÍSICA

Para entender sobre a Etnofísica, é necessário compreender primeiro a história da Física, para que fique claro que todas as leis, conceitos e teorias surgiram a partir

de problemas iniciais e foram desenvolvidos através de conhecimentos científicos ao longo da história. As questões problemáticas que originaram e orientaram cada estudo fazem parte de um longo processo coletivo que compõe o que conhecemos hoje. É importante ressaltar que essa ciência pode ser confrontada e modificada, e de maneira alguma está finalizada (Silva, 2020).

Conforme Silva (2020), ao se pensar em discutir no ensino a história e a evolução da Física, apesar de grande parte dos professores reconhecerem sua importância, pois auxilia os alunos a desenvolverem uma visão mais detalhada da Ciência e a construírem seus próprios pensamentos científicos, esse é um tema pouco frequente nas aulas. Isso pode decorrer de várias causas, como a falta de material didático coerente com essa temática ou a alegação de pouco tempo de aula.

O Ensino de Física ao longo dos anos tem passado por análises e proposições de mudanças relativas ao processo de Ensino e Aprendizagem para que, conforme Silva (2020), se torne mais significativo e, através da mudança conceitual, o aluno consiga estabelecer novas concepções, substituir seus conhecimentos prévios e entender novos conceitos.

Quando se trata de Ciência e sua evolução, uma área importante a ser definida é a Etnociência. De acordo com Silva (2020), a Etnociência busca valorizar e considerar o conhecimento como um todo, de maneira humanística, levando em conta a cultura e os modos de empregar o conhecimento científico de cada comunidade. Muitas vezes, esses saberes e conhecimentos acabam sendo ignorados ou tratados com desmerecimento, devendo então ser reconhecidos e valorizados, pois, mesmo não sendo explorados inicialmente em Instituições de Ensino, possuem ricos detalhes científicos.

Baseando-se na Etnomatemática para aprofundar os estudos sobre a Etnofísica, e com base em Ubiratan D'Ambrósio, um dos principais pensadores da área, pode-se definir Etnomatemática como “a matemática praticada por grupos culturais, tais como comunidades urbanas e rurais, grupos de trabalhadores, classes profissionais...” (D'Ambrósio, 2013, p. 6).

Segundo D'Ambrósio (2013), a Etnomatemática possui uma estreita ligação com a Antropologia e as Ciências da Cognição. Seu objetivo é, através da busca pelo conhecimento, entender os modos de saber e fazer de cada comunidade, que se identificam pelos mesmos costumes, saberes, tradições e objetivos.

“A Etnomatemática surgiu a partir da percepção de matemáticos de que as

questões intrínsecas à própria matemática não davam conta de responder as questões sociais e representações dos fenômenos naturais e culturais” (Costa; Ghedin, 2021, p. 9).

Ao aprofundar na visão Etnomatemática, de acordo com D’Ambrósio (2013), além da ligação com a antropologia, há uma íntima relação com a política, pois busca, centrada na ética, recuperar valores e a dignidade de grupos e comunidades que frequentemente se tornam marginalizadas e discriminadas por uma cultura opressora.

Observar a sociedade permite refletir sobre a variedade de maneiras que os indivíduos adotam para suprir suas necessidades e realizar suas tarefas diárias. Conforme Costa e Ghedin (2021), são estratégias adotadas por meio de conhecimentos culturais que frequentemente perpassam gerações para resolver os problemas enfrentados pela comunidade.

A elaboração de estratégias é um processo que implica combinação de conhecimento adquirido com a capacidade de análise de uma situação problema; nesse processo estão implícitas as crenças, valores e formas de pensar e posicionar-se frente às situações de acordo com o contexto sociocultural dos sujeitos (Costa; Ghedin, 2021, p. 9).

Possuindo como referência e fundamentando-se no conceito da Etnomatemática, buscando a aplicação dos conceitos de Física de modo contextualizado e inclusivo, a Etnofísica busca por meio de uma abordagem interdisciplinar, “estudar como as pessoas em sociedades tradicionais ou culturas específicas desenvolvem conceitos, práticas e entendimentos relacionados à física, sem necessariamente seguir os moldes da física formal ensinada nas escolas” (Veraszto; Carneiro, 2023, p. 2).

Por mais que o termo Etnofísica tenha sido mencionado há muito tempo, ainda que brevemente nos estudos da Etnometodologia, ele é pouco difundido na Educação. Segundo Veraszto e Carneiro (2023), a falta de pesquisas sobre essa temática, que relaciona cultura à Ciência, acarreta prejuízos para toda a comunidade escolar e para a sociedade.

É *etno* visto que pode ser observado em grupos de profissionais que se destacam devido às suas linguagens, culturas e ciências próprias. É *físico* porque é um conhecimento que funciona bem, podendo fundamentar explicações e tomadas de decisão sobre o mundo real. Assim, a etnofísica refere-se ao uso da física em práticas populares, englobando grupos identificáveis por meio de sua linguagem, códigos, símbolos, representações, práticas e memórias culturais (Veraszto; Carneiro, 2023, p. 7).

Buscando entender e aplicar os conceitos físicos presentes em uma cultura específica, a Etnofísica também se revela importante para pensar, debater e divulgar

os impactos que podem ocorrer na sociedade com uma aplicação mais assertiva desses conceitos. A sua implementação na sala de aula pode assumir diferentes formas, o que propõe mudanças no currículo, como por exemplo metodologias que envolvam experimentos relacionados às situações diárias dos alunos (Veraszto; Carneiro, 2023).

Ainda segundo Veraszto e Carneiro (2023), devido à escassez de trabalhos sobre Etnofísica e pela sua metodologia que se aproxima muito da Etnomatemática, costuma-se utilizar referenciais etnomatemáticos para buscar e estudar esses conhecimentos tradicionais relacionados à Ciência.

[...] É importante ressaltar que as produções em etnofísica, tanto a nível nacional quanto internacional, ainda são escassas. Assim, não é possível estabelecer uma categorização que leve a um estado da arte para a etnofísica. Também inexistem referencial teórico consolidado para esse campo de estudo (Veraszto; Carneiro, 2023, p. 7).

Desta maneira, buscando revalorizar os conceitos e significados dos processos e fenômenos naturais que os alunos possuem, tendo em vista o alto potencial, a Etnofísica precisa avançar significativamente como campo de pesquisa e aplicação. Segundo Santos e Madruga (2022), atualmente existem duas linhas principais neste campo: uma que investiga o conhecimento prático dos profissionais em seus trabalhos diários para analisar a Física envolvida em suas atividades; e outra que se dedica à elaboração de produtos educacionais, os quais visam modificar o ensino para incorporar conteúdos que os alunos devem aprender, baseados nos conceitos de Física observados durante visitas de campo.

Dessa forma, ao considerar todos os aspectos apontados, com atenção especial ao que entendemos por Etnofísica, o tópico seguinte apresenta a metodologia de pesquisa, que, entre suas peculiaridades, além de buscar elementos para investigar o conhecimento etnofísico dos participantes, demonstra a visão que procura unir as duas linhas principais propostas por Santos e Madruga (2022).

4 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com o objetivo de responder à questão de pesquisa conforme enunciada anteriormente e alcançar todos os objetivos propostos, metodologicamente utilizamos a abordagem qualitativa. Creswell (2014) define essa abordagem como um conjunto de práticas empregadas para transformar observações em dados representativos, visando compreender fenômenos que ocorrem em seus contextos naturais.

Abordagem voltada para a exploração e para o entendimento do significado que indivíduos ou grupos atribuem a um problema social ou humano. O processo de pesquisa envolve a emergência de perguntas e procedimentos, a coleta de dados geralmente no ambiente do participante, a análise indutiva desses dados iniciadas nas particularidades e levada para temas gerais e as interpretações do pesquisador acerca do significado dos dados. O relatório final tem uma estrutura flexível (Creswell; Creswell, 2021, p. 22).

Classificada como de natureza básica e documental, a pesquisa adotou o método da observação não participante nas lavouras de café, com o objetivo de examinar o contexto presente de maneira natural e espontânea. Durante a observação, foram realizadas intervenções mínimas, como o esclarecimento de dúvidas sobre os procedimentos, sem comprometer a observação, a fim de evitar influenciar nas práticas realizadas pelos trabalhadores.

Outra técnica utilizada foi a aplicação de entrevistas semiabertas, realizadas presencialmente no local de trabalho, onde os participantes desenvolvem suas práticas diárias. As entrevistas foram conduzidas com seis participantes maiores de idade, sendo: um engenheiro agrônomo, professor e pesquisador da área cafeeira do IFSULDEMINAS; uma empresária e cafeicultora; e quatro trabalhadores da Fazenda Recanto.

As entrevistas foram conduzidas com base em informações predefinidas da literatura, visando facilitar o entendimento e o aprofundamento das questões. Os participantes foram selecionados de acordo com a influência e o conhecimento que possuem no setor cafeeiro, além de serem indicados pela proprietária da fazenda.

A escolha pela Fazenda Recanto foi motivada pela referência que a propriedade possui no mercado cafeeiro da região, além de ser indicada por uma docente da Universidade Federal de Alfenas. Pesquisadores de outras áreas desta universidade, como os de Geografia, já realizaram pesquisas na propriedade, o que pode ter facilitado o aceite e o contato com a responsável. O período em campo para a obtenção dos dados foi de aproximadamente quatro meses, com visitas intercaladas

conforme a disponibilidade dos participantes, variáveis de acordo com o tempo disponível para realizar os serviços ou as condições climáticas, por exemplo.

O protocolo de entrevistas, disponível no Apêndice A, foi elaborado para atender aos objetivos e ao problema de pesquisa deste trabalho, com base na revisão de literatura e nas leituras prévias sobre a cultura cafeeira. As questões não apresentam total simetria e regularidade entre todos os participantes, pois foram inicialmente formuladas com o propósito de compreender e imergir na realidade cafeeira. A entrevista semiaberta permitiu flexibilidade na formulação das perguntas, sendo que as questões centrais foram aplicadas de maneira igual a todos os participantes, com o acréscimo de perguntas adicionais conforme as etapas da fazenda que estavam sendo investigadas.

Foram realizadas perguntas para entender aspectos gerais do setor cafeeiro, os procedimentos realizados em cada etapa da fazenda (plantio, colheita e pós-colheita), as tecnologias agrícolas, além de abordar conceitos da cultura cafeeira que possuem relação com a Física. Ressalta-se que a realização das entrevistas foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Alfenas, conforme o Parecer Consubstanciado apresentado no Anexo A.

Para garantir uma coleta de dados detalhada, todas as informações foram cuidadosamente obtidas na fonte, com a presença do pesquisador responsável. O procedimento metodológico foi dividido em três fases, seguindo a ordem apresentada, com intervalos de seis meses entre cada fase:

Fase 1: Compreende uma revisão de literatura narrativa e uma análise teórica e documental de pesquisas realizadas anteriormente, focalizando a Etnofísica. Isso incluiu compreender como os conteúdos de Física estão relacionados ao cultivo do café e como podem impactar no ensino.

Fase 2: Nesta etapa, coletamos dados de forma empírica, realizando observações sistemáticas, definidas como observação não participante, e conduzindo entrevistas semiabertas com os participantes. O objetivo era obter o máximo de informações possível sobre a temática e compilar os dados para a pesquisa. Buscamos demonstrar a importância da Física Escolar de maneira não convencional, ou seja, no sentido de fora para dentro da sala de aula.

Fase 3: Por fim, nesta última fase, por meio de interações intensas entre o pesquisador e o objeto de estudo, organizamos e relacionamos os dados obtidos, estabelecendo uma ligação entre as Fases 1 e 2. Inferimos respostas à nossa

pergunta de pesquisa e desenvolvemos análises em forma de textos e quadros analíticos para apresentar os resultados relevantes à pesquisa. Aproveitando todos os dados obtidos, tiramos nossas próprias conclusões, estabelecendo uma relação entre a teoria e os dados coletados, juntamente com uma contextualização acerca dos conceitos e conteúdos de Física que são ensinados no Ensino Médio.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta pesquisa realizamos uma revisão de literatura narrativa, que de acordo com Botelho, Cunha e Macedo (2011), consiste inicialmente na análise da literatura existente e, posteriormente, na interpretação e análise crítica, que podem variar conforme o pesquisador, apresentando, assim, um caráter pessoal. Esse tipo de revisão é utilizado para descrever o "estado da arte" de um determinado tema, seguindo princípios teóricos, e não requer uma metodologia detalhada ou normas rigorosas para sua realização.

A revisão da literatura narrativa ou tradicional, quando comparada à revisão sistemática, apresenta uma temática mais aberta; dificilmente parte de uma questão específica bem definida, não exigindo um protocolo rígido para sua confecção; a busca das fontes não é pré-determinada e específica, sendo frequentemente menos abrangente. A seleção dos artigos é arbitrária, provendo o autor de informações sujeitas a viés de seleção, com grande interferência da percepção subjetiva (Cordeiro *et al.*, 2007, p. 429).

Possuindo o objetivo de verificar a existência de pesquisas que articulem essas áreas e analisar essa combinação, a metodologia envolveu uma busca ativa no site Google Acadêmico, pois o buscador contempla vários resultados de pesquisa nessa área. Foram utilizadas as palavras-chave "Etnofísica" e "Economia", visto que, após uma análise ampla, encontramos dificuldades em obter termos que resultassem em trabalhos condizentes com esta pesquisa. Com esses termos, conseguimos uma maior aproximação com a temática para atender ao problema de pesquisa, obtendo 81 resultados até a data de 15 de dezembro de 2024.

Ressaltamos que o termo "Economia" foi associado com o objetivo de obter resultados que relacionassem a Etnofísica ao mundo do trabalho, mais especificamente às suas aplicações no contexto rural. Entretanto, o termo não teve impacto nas discussões subsequentes, uma vez que não foram abordadas questões econômicas relacionadas ao café.

Para tanto, os critérios de inclusão consideraram trabalhos que exploram diretamente o Ensino de Física e demonstram como a abordagem Etnofísica pode beneficiar o processo de ensino e aprendizagem, por meio de investigações do pesquisador nas práticas e ações culturais no trabalho dos participantes. Foram incluídos apenas estudos redigidos em língua portuguesa e desenvolvidos em universidades brasileiras.

Os critérios de exclusão abrangeram trabalhos que não estivessem diretamente

relacionados à Física e/ou à abordagem Etnofísica, estudos de caráter teórico ou de revisão que não apresentassem intervenção e relação no campo de trabalho (mesmo que realizada anteriormente) e estudos duplicados. Além disso, destacamos que existem outras pesquisas sobre a abordagem Etnofísica que não compõem esta revisão, pois buscamos identificar o contato primário do pesquisador com as comunidades culturais, em vez de um contato secundário, como por exemplo, o professor que utiliza a abordagem Etnofísica em suas aulas ao levar os alunos para o campo (intervenções pedagógicas).

A leitura dos trabalhos selecionados foi iniciada pelos pontos principais, como título, resumo, objetivos e conclusão. Após essa leitura preliminar, realizada para verificar a adequação do trabalho aos critérios desta revisão, foi feita uma leitura completa, com atenção especial às passagens relacionadas aos quesitos da Etnofísica e aos impactos no Ensino de Física. Ressaltamos que, para uma análise mais ampla e interpretativa, os trabalhos selecionados não se limitaram a artigos acadêmicos, mas incluíram também Trabalhos de Conclusão de Curso, Monografias e Dissertações.

Após a fase de refinamento da pesquisa, foram selecionados oito trabalhos para fundamentar a argumentação, conforme apresentado no Quadro 1. Cada um desses estudos foi analisado individualmente, considerando o problema de pesquisa, as metodologias utilizadas, os resultados obtidos, os impactos no ensino e exemplos de aplicação nas aulas de Física. Além disso, foi destacada a importância didática do vínculo entre professor e aluno na abordagem e no ensino do conhecimento científico (Lopes, 2017).

Quadro 1 – Trabalhos selecionados para a revisão de literatura

(continua)

Trab.	Autores	Ano	Natureza	Título	Objetivo Central
I	ANACLETO, Barbara da Silva	2007	Dissertação	Etnofísica na lavoura de arroz	Investigar a Física de senso comum em ambiente natural do cultivo do arroz pelos trabalhadores rurais do Rio Grande do Sul, valorizando a cultura individual e coletiva existente nessa prática

Quadro 1 – Trabalhos selecionados para a revisão de literatura

(continuação)

II	PEREIRA, Suely Lima; ROCHA, Carla Giovana Souza; FORMIGOSA, Marcos Marques	2020	Artigo	Etnofísica dos mecanismos de alavancas utilizados pelos agricultores na produção da farinha de mandioca	Discutir sobre a valorização dos conhecimentos de agricultores e agricultoras familiares na concepção de explicações diferenciadas no Ensino de Ciências nas escolas do campo
III	LOPES, Alexandrino Moreira	2017	Monografia	Física no Trapitxi: etnociência e transposição didática para uma nova abordagem no processo de ensino aprendizagem	Compreender os conceitos fundamentais do movimento circular uniforme através do Trapitxi
IV	COSTA, Nívia Maria Vieira; MELO, Lana Gabriela Guimarães; COSTA, Norma Cristina Vieira	2017	Artigo	A Etnofísica da carpintaria naval em Bragança-Pará-Brasil	Identificar os fenômenos físicos presentes na construção artesanal de barcos feitos em madeira, no município de Bragança-PA, a partir dos relatos dos carpinteiros navais
V	ALCANTARA, Anne Caroline Pinheiro de	2021	Monografia	Caracterização do sistema de produção artesanal da farinha de mandioca na comunidade	Estudar e caracterizar o sistema de produção da farinha de mandioca, a fim de manifestar o conhecimento científico, visando contribuir com a qualidade da farinha

Quadro 1 – Trabalhos selecionados para a revisão de literatura

(conclusão)

				de indígena Tatuyo	produzida na comunidade indígena Tatuyo
V	SILVA, Mulba Joãozinho da	2023	Trabalho de Conclusão de Curso	A Etnofísica no cultivo de arroz com o arado pelos balantas na Guiné-Bissau e proposições metodológicas para o Ensino de Física	Relacionar os saberes da Física com os saberes culturais presente na lavoura do arroz, pelos Balantas, utilizando arado como ferramenta
VII	ROSARIO, Samuel Antônio Silva do; SILVA, Carlos Aldemir Farias da	2024	Artigo	Interseções entre a Física e os saberes da tradição ceramista	Investigar as interseções entre a Física e os saberes da tradição nas práticas ceramistas da Vila Cuera, em Bragança, estado do Pará
VIII	SILVA, Antônio Mateus Pinheiro da; ROSÁRIO, Samuel Antônio Silva do	2023	Artigo	A Etnofísica da produção de farinha na comunidade Taquandeuá	Elucidar as conexões e interseções entre esses dois domínios, destacando como uma análise aprofundada pode revelar um entrelaçamento intrínseco entre a ciência contemporânea e as tradições, oferecendo perspectivas valiosas para a educação em ciências e matemáticas

Fonte: Elaboração própria (2024)

Os trabalhos selecionados são apresentados no texto, identificados por suas referências bibliográficas.

- I. ANACLETO, Barbara da Silva. **Etnofísica na lavoura de arroz**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2007.

Este estudo trata-se de uma dissertação pioneira no Brasil, que investiga a aplicação da Física pelos trabalhadores rurais nas lavouras de arroz, destacando o saber cultural dessa comunidade. Utilizando uma abordagem etnográfica, a pesquisa explora a Física de senso comum no contexto do cultivo de arroz no Rio Grande do Sul, valorizando a cultura individual e coletiva dos trabalhadores.

A autora enfatiza a relevância da Etnofísica, um campo cuja bibliografia ainda é escassa em diversas áreas de pesquisa, e discute os desafios enfrentados no Ensino de Física. Considerando o currículo escolar como caótico, ela propõe uma solução inovadora: integrar o Ensino de Física às práticas do trabalho nas lavouras de arroz.

A importância de relacionar as concepções alternativas dos trabalhadores aos conceitos formais da Física na Educação Básica é amplamente destacada. Essa abordagem não apenas torna o ensino mais inclusivo, mas também sugere o aproveitamento de conceitos aplicados no cotidiano das lavouras, como distância, velocidade, tempo, trabalho, força, potência, aceleração, volume, densidade e coeficiente de viscosidade. Tais elementos podem ser explorados pelos professores para tornar as aulas de Física mais contextualizadas e significativas.

“Aprender não significa apenas ser capaz de reproduzir aquilo que foi visto na escola, mas, sim, saber aplicar o conhecimento construído, tendo ciência de que o conteúdo trabalhado gerou ou foi gerado de uma situação real.” (Anacleto, 2007, p. 38)

Os resultados da pesquisa foram obtidos por meio de observações, questionários e entrevistas realizadas diretamente com os trabalhadores das plantações de arroz. A autora apresenta os dados em diálogo com a Física Universitária, demonstrando como os conceitos presentes na cultura do cultivo do arroz podem ser compreendidos à luz da Física dos livros didáticos. “Educar é muito mais que transmitir conhecimentos, é aplicar na realidade o conhecimento científico e social inerente a cada coisa.” (Anacleto, 2014, p. 81)

A autora ressalta ainda os desafios do Ensino de Física, destacando a

dificuldade de conectar o conhecimento científico ao conhecimento popular. Essa conexão envolve demonstrar como a Física dos livros didáticos pode ser aplicada no cotidiano dos alunos. Nesse sentido, a Etnofísica surge como uma abordagem promissora para aproximar esses dois tipos de conhecimento, promovendo a contextualização e aplicação prática dos conceitos ao invés de apenas transmiti-los de forma abstrata.

- II. PEREIRA, Suely Lima; ROCHA, Carla Giovana Souza; FORMIGOSA, Marcos Marques. Etnofísica dos mecanismos de alavancas utilizados pelos agricultores na produção da farinha de mandioca, Senador José Porfírio, Pará. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 3, n. 5, p. 152-169, 2020.

Este estudo examina o funcionamento das alavancas e prensas utilizadas por agricultores na produção de farinha de mandioca, com o objetivo de valorizar o conhecimento desses agricultores e integrá-lo ao Ensino de Ciências nas escolas do campo. A pesquisa baseia-se na Etnofísica, utilizando entrevistas semiestruturadas e observação participante com famílias produtoras de farinha de mandioca para compreender como esses mecanismos são adaptados pelos agricultores.

Conceitos como equilíbrio e movimento dos corpos, momento de força, torque, alavancas, polias e prensas são abordados de maneira prática e contextualizada. Durante as aulas de Física, de acordo com Pereira et al. (2020), o professor pode utilizar estratégias como desenhos ilustrativos ou levar pequenos equipamentos para realizar experimentos práticos que conectem os conteúdos à vivência dos estudantes. Além disso, rodas de conversa com os produtores ou visitas técnicas podem ser organizadas para enriquecer o processo de aprendizado.

O estudo destaca a relação entre o Ensino de Física e o aprimoramento desses dispositivos, conectando o conhecimento tradicional dos agricultores aos conteúdos da Física na Educação Básica. Textos, desenhos, fotografias e esquemas são usados para ilustrar essa conexão. Os autores ressaltam a importância da produção de farinha de mandioca para as famílias da região, apontando que o aprimoramento das alavancas pode melhorar o desempenho dos dispositivos e aumentar a produtividade.

O papel do educador é muito importante e as metodologias propostas permitem que os estudantes tragam para a sala de aula conhecimentos adquiridos em suas vivências diárias, enquanto o professor atua como um mediador, conectando o conhecimento científico ao conhecimento cultural. A partir das experiências intuitivas dos alunos, o docente pode demonstrar como a Física está presente nessas práticas

cotidianas.

O artigo também ressalta que a Etnofísica é um campo que ainda carece de estudos, apontando a necessidade de mais pesquisas nessa área. Com essa abordagem, percebe-se uma valorização da cultura das famílias produtoras de farinha de mandioca. Ao alinhar as aulas de Física aos conhecimentos culturais relacionados aos mecanismos de produção, é possível construir um entendimento científico mais amplo, que abrange tanto as etapas do processo quanto os significados desse conhecimento para a comunidade.

- III. LOPES, Alexandrino Moreira. **Física no Trapitxi**: etnociência e transposição didática para uma nova abordagem no processo de ensino-aprendizagem. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB, Acarape-CE, 2017.

Neste estudo, o autor investiga os conceitos físicos envolvidos no funcionamento de uma máquina chamada *Trapitxi*, utilizada para moer cana-de-açúcar em Cabo Verde. O objetivo é fortalecer o processo de ensino e aprendizagem, rompendo com a didática eurocêntrica e criando novas possibilidades pedagógicas para o ensino secundário no país. A pesquisa foi conduzida em campo e incluiu a análise das peças da máquina, entrevistas e a esquematização de suas funcionalidades, culminando na elaboração de um roteiro de aula que integra os conceitos de Física observados.

O estudo propõe um exemplo de aplicação prática para as aulas de Física, com um roteiro desenvolvido no próprio local de trabalho. Esse roteiro permite que o professor adote uma metodologia que conecte as vivências da comunidade aos conceitos de Física escolar. Segundo Lopes (2017), a aplicação desses conceitos resultou em maior eficiência e desempenho dos alunos, ao promover um aprendizado mais contextualizado e significativo.

A pesquisa enfatiza a importância da interdisciplinaridade, destacando como a integração entre conhecimento científico e práticas culturais facilita tanto a compreensão dos alunos quanto a valorização do trabalho da comunidade. Essa abordagem também preserva a memória e a história do povo de Cabo Verde, promovendo a conscientização sobre a relevância do *Trapitxi*.

A Etnofísica desempenha um papel central neste estudo, ao buscar compreender e aplicar os conceitos de Física presentes nas práticas e atividades

laborais de uma comunidade. Essa abordagem contribui não apenas para o aprendizado escolar, mas também para a valorização e perpetuação do conhecimento cultural local.

Um ponto destacado na pesquisa é o relato de uma entrevista com o proprietário da máquina, que busca soluções para otimizar o funcionamento do *Trapitxi* utilizando conceitos de Física. Esse contexto permite ao professor trabalhar com os alunos temas como movimento retilíneo (posição, deslocamento, velocidade, aceleração), movimento circular (grandezas angulares e período), Leis de Newton, torque e momento angular. Esses conteúdos podem ser abordados de forma prática, relacionando-os diretamente à eficiência e modernização da máquina em um cenário de concorrência com novas tecnologias mais atrativas economicamente.

Por fim, o estudo sugere que a aplicação do Ensino de Física para aprimorar as peças do *Trapitxi* resultou em um aumento significativo na eficiência da moagem da cana-de-açúcar, reforçando o potencial de integração entre ciência e cultura no contexto educacional e comunitário.

IV. COSTA, Nivia Maria Vieira; MELO, Lana Gabriela Guimarães; COSTA, Norma Cristina Vieira. A Etnofísica da carpintaria naval em Bragança-Pará-Brasil. **Amazônica-Revista de Antropologia**, v. 9, n. 1, p. 414-436, 2018.

Neste trabalho, as autoras exploram a Etnofísica aplicada à construção artesanal de barcos por carpinteiros navais com baixa escolaridade, destacando e valorizando seus conhecimentos tradicionais. O estudo estabelece uma relação entre o saber tradicional e o saber científico da Física, promovendo uma visão integrada dessas duas formas de conhecimento.

A pesquisa, de abordagem qualitativa, incluiu entrevistas pré-elaboradas, que revelaram um notável entendimento de Física pelos carpinteiros, com características diretamente associadas à Etnofísica. A história das construções navais é relacionada a princípios físicos, indicando como o Ensino de Física pode ser aplicado para aprimorar as práticas desses trabalhadores. Costa, Melo e Costa (2018) abordam conceitos como força, energia, pressão, volume, densidade, atrito, equilíbrio e gravidade. Nas aulas, a aplicabilidade desses conceitos pode ser demonstrada por meio de exemplos práticos e acessíveis, como a explicação do Princípio de Arquimedes aplicada ao comportamento dos barcos.

A Etnofísica constitui a base do estudo, pois valoriza a tradição e os saberes dos trabalhadores envolvidos na construção de barcos. De acordo com a pesquisa, a

integração entre conhecimento cultural e científico é fundamental, uma vez que ambos são importantes para compreender as ações realizadas. Essa relação deve ser analisada de forma complementar: “Normalmente o conhecimento tradicional e científico são vistos como opostos, sem permitir uma coexistência entre eles, mas isso desvaloriza a tradição em prol da ciência” (Costa; Melo; Costa, 2018, p. 421).

As autoras também destacam a escassez de estudos sobre Etnofísica no Brasil, apontando a necessidade de mais pesquisas na área. O texto enfatiza a relevância de inovações nos estudos e sugere que, ao integrar a Etnofísica com currículos escolares de Física e metodologias eficazes, é possível potencializar o ensino, tornando-o mais contextualizado e significativo para os estudantes.

- V. ALCANTARA, Anne Caroline Pinheiro de. **Caracterização do sistema de produção artesanal da farinha de mandioca na comunidade indígena Tatuyo, Amazonas**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia – Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara-AM, 2021.

Nesta pesquisa, a autora analisa o processo artesanal de produção de farinha de mandioca mista em uma tribo indígena. Com uma abordagem qualitativa, os dados foram coletados por meio de entrevistas semiestruturadas, levantamento bibliográfico e etnografia digital. Ao longo do estudo, as autoras descrevem detalhadamente as etapas da produção da farinha, identificando e explicando os conceitos de Física envolvidos em cada uma delas.

Com base nos referenciais teóricos, é possível compreender a influência da Física e da Química na explicação científica da mandioca e nos diferentes processos de produção. O trabalho apresenta uma descrição completa, desde o início do processo até a obtenção do produto final, utilizando textos explicativos, fotografias e esquemas que ilustram a aplicação da Física.

Conceitos físicos, como força, são abordados por meio da Lei do Equilíbrio, evidenciando como os maquinários e equipamentos, baseados em conhecimentos tradicionais, se tornam excelentes exemplos para estudos em Etnofísica. Além disso, outros conceitos do currículo da Educação Básica, como a termodinâmica (calor, temperatura e processos endotérmicos e exotérmicos), são empregados e demonstrados. O estudo é rico em explicações que conectam a Física aos processos culturais, oferecendo esquemas e imagens que facilitam a compreensão da presença da Etnofísica em cada etapa do processo produtivo (Alcantara, 2021).

A autora também relaciona a Etnofísica dessa cultura com os conteúdos da Física Escolar, organizando a análise por etapas do processo de produção da farinha. A interdisciplinaridade é perceptível no estudo, que combina conceitos da Física e da Química Escolar para explicar as práticas culturais envolvidas no processo.

Esse trabalho não apenas enriquece o campo da Etnofísica, mas também propõe estratégias pedagógicas para tornar o Ensino de Ciências mais conectado às vivências culturais, valorizando saberes tradicionais e promovendo uma aprendizagem mais contextualizada e interdisciplinar.

- VI. SILVA, Mulba Joãozinho da. **A Etnofísica no cultivo de arroz com o arado pelos Balantas na Guiné-Bissau e proposições metodológicas para o Ensino de Física**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Acarape-CE, 2023.

Esta pesquisa, apresentada como trabalho de conclusão de curso em uma universidade brasileira, explora a relação entre a cultura do cultivo de arroz em Guiné-Bissau e os conceitos de Física. Utilizando a abordagem da Etnofísica, busca-se conectar os conhecimentos científicos da Física com os saberes culturais, com foco na utilização do arado como ferramenta central dessa análise.

A Etnofísica é destacada como uma forma valiosa de “transcender as fronteiras” entre os dois tipos de conhecimento, integrando observação e ciência (Silva, 2023). O objetivo central da pesquisa é propor uma metodologia para o Ensino de Física que aborde os temas e as aplicações presentes no cultivo do arroz, valorizando a cultura dos Balantas, um grupo étnico de grande importância na região.

Inicialmente, é inferida a relevância do cultivo de arroz para a sobrevivência e economia desse grupo, situando sua prática no contexto de Guiné-Bissau. Em seguida, descreve detalhadamente o arado, sua estrutura e o modo como é utilizado pelos agricultores, utilizando esquemas e ilustrações que facilitam a compreensão do processo.

A pesquisa adota uma metodologia qualitativa, fundamentada em revisão bibliográfica, além de experiências pessoais do autor relacionadas ao tema. Para identificar os conceitos de Física presentes no uso do arado, são explicados todos os detalhes desde sua montagem até sua aplicação prática nas lavouras. No contexto educacional, ele destaca exemplos como impulso, força, distância e torque, relacionando-os ao Ensino de Física (Silva, 2023).

A partir dessa análise, é apresentada uma proposta metodológica dividida em cinco aulas temáticas que podem ser aplicadas tanto em Guiné-Bissau quanto no Brasil. Os temas abordados incluem: força peso e massa; movimento e repouso; equilíbrio de forças; torque. Essas aulas contextualizam os conceitos de Física, permitindo que os professores ensinem de forma conectada à realidade cultural dos estudantes (Silva, 2023).

A Etnofísica é o alicerce desta pesquisa, fundamentando-se na Etnociência para demonstrar que os conhecimentos científicos e culturais são indissociáveis. O conceito de Etnofísica é aprofundado ao relacionar os saberes empíricos dos agricultores com os princípios da Física, reconhecendo que muitos desses conhecimentos são desenvolvidos em contextos culturais, independentemente de escolaridade formal.

- VII. ROSARIO, Samuel Antonio Silva do; SILVA, Carlos Aldemir Farias da. Intersecções entre a Física e os saberes da tradição ceramista. **Centro de Investigaciones Educativas Paradigma (CIEP)**, v. XLV, n. 1, p. e2024021, 2024.

Neste estudo, os autores iniciam com uma análise crítica do Ensino de Física, apontando que, em sua forma atual, a disciplina frequentemente não se conecta com o cotidiano dos alunos. Com o objetivo de aproximar o Ensino de Física das vivências dos estudantes, a pesquisa fundamenta-se na Etnofísica, que propõe a interação entre saberes tradicionais e conceitos da Física acadêmica.

O tema central do artigo é a Termodinâmica, explorando as inter-relações entre conhecimentos físicos e saberes tradicionais em uma comunidade localizada na cidade de Bragança-PA, onde a modelagem de argila e a queima de cerâmica são práticas culturais significativas.

A pesquisa adota uma abordagem qualitativa e etnográfica, utilizando como instrumentos de coleta de dados a observação participante, entrevistas semiestruturadas, fotografias e vídeos. A Etnofísica é definida pelos autores como “investigações que correlacionam a Física a práticas socioculturais e a saberes tradicionais” (Rosario; Silva, 2024, p. 5).

Os autores detalham os processos produtivos dessa comunidade, enriquecendo a análise com fotografias que ilustram os procedimentos descritos, tornando a compreensão mais acessível. Durante a discussão, são evidenciados vários conceitos físicos presentes nas atividades dos artesãos, com destaque para as

transferências de calor. Esses conceitos, transmitidos de geração em geração, encontram-se em consonância com os princípios da Física Escolar, mostrando que os saberes tradicionais e acadêmicos podem coexistir de forma harmoniosa (Rosario; Silva, 2024).

VIII. SILVA, Antonio Mateus Pinheiro da; ROSARIO, Samuel Antonio Silva do. A etnofísica da produção de farinha na comunidade Taquandeuá. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 15, n. 12, p. 16775-16793, 2023.

Neste artigo, é apresentada a relação entre a Física e as práticas tradicionais na produção de farinha em uma comunidade no estado do Pará. A pesquisa é fundamentada na Etnofísica, cuja proposta é estabelecer uma interseção entre os saberes tradicionais e a Ciência formal, trazendo implicações significativas para o Ensino de Física. A abordagem etnográfica orientou a pesquisa, que utilizou técnicas como observação participante, entrevistas semiestruturadas e registros fotográficos e em vídeo.

Dessa forma, estabelece-se uma conexão entre os conhecimentos tradicionais dos produtores e os conceitos da Física acadêmica. No contexto da Educação Básica, essa abordagem permite um processo de ensino e aprendizagem mais contextualizado e significativo, diminuindo as abstrações e integrando o conhecimento ao cotidiano do aluno, ao invés de apresentá-lo de forma isolada.

Os autores descrevem detalhadamente o local da coleta de dados e exemplificam conceitos de Física identificados ao longo do estudo, como calor, massa, densidade e transferência de energia. O processo de produção é dividido em etapas, todas explicadas minuciosamente, evidenciando como conceitos das áreas de mecânica e termodinâmica estão presentes nas práticas dos produtores. Esses conceitos podem ser trabalhados em sala de aula, transformando o ensino através “de uma abordagem mais inclusiva e integrada no Ensino de Física, onde os saberes tradicionais são reconhecidos como parte integral do currículo científico” (Silva; Rosario, 2023, p. 16790).

De acordo com Silva e Rosario (2023), a Etnofísica é compreendida como uma “ponte entre a tradição e a Física”, conectando os dois campos de conhecimento de maneira harmônica. Os autores também destacam a carência de estudos sobre o tema, apontando sua enorme potencialidade, especialmente no que diz respeito ao respeito e à valorização das práticas culturais.

Após a análise de cada estudo, destacamos a importância de estudar e debater

a abordagem da Etnofísica nas pesquisas em Ensino de Física. Evidenciamos seu potencial significativo para o processo de ensino e aprendizagem, bem como a escassez de trabalhos na área. Os estudos analisados mostram consenso entre os autores sobre a relevância do tema para a Educação, destacando benefícios como a contextualização e a motivação, que tornam o Ensino de Física menos abstrato e mais próximo da realidade dos alunos de determinadas comunidades.

Buscamos, inicialmente, trabalhos que identificassem as práticas dos trabalhadores, para, em seguida, relacioná-las com os conhecimentos da Física Escolar, com o objetivo de torná-los conteúdos passíveis de serem ensinados nas escolas. Dessa forma, exploramos maneiras de demonstrar como diferentes culturas e práticas culturais podem influenciar o Ensino de Física, tornando-o mais adaptativo e contextualizado com as vivências das comunidades.

De maneira alguma, os trabalhos analisados visam utilizar os conhecimentos da Física Escolar para sobrepor os saberes populares. Pelo contrário, eles buscam estabelecer semelhanças, traçando relações entre esses dois tipos de conhecimento. Assim, analisam como as ações realizadas pelos trabalhadores podem ser convertidas em conceitos da Física Escolar, utilizando metodologias que incluem aulas de campo e experimentos em sala de aula, por exemplo.

Os conceitos e procedimentos metodológicos utilizados pelos autores são semelhantes. Na maioria dos trabalhos, os instrumentos de análise incluem observações e entrevistas semiestruturadas. Em muitas pesquisas, os autores recorreram a registros fotográficos e vídeos como materiais de apoio para a análise, sendo imagens e esquemas frequentemente utilizados para ilustrar os textos. A análise da Física presente nas ações dos trabalhadores também foi realizada por meio de textos e equações, considerando tanto a Educação Básica quanto o Ensino Superior.

O conceito de Etnofísica é consistente entre os trabalhos analisados, descrevendo uma abordagem que busca relacionar o conhecimento cultural de determinadas sociedades tradicionais com o conhecimento científico, especificamente a Física ensinada em Escolas e Universidades. A Etnofísica é frequentemente associada à Etnomatemática, apresentada por D'Ambrósio, sendo Anacleto (2007) apontada, na maioria dos trabalhos, como precursora no campo de pesquisas que consolidaram o termo Etnofísica.

Há diferenças entre as nomenclaturas de alguns termos, que podem ser

considerados sinônimos, como por exemplo, "conhecimento científico", "conhecimento físico", "conhecimento escolar" ou "conhecimento acadêmico". Por outro lado, o "conhecimento cultural" pode ser referido como "conhecimento tradicional" ou "saber cultural ou tradicional". Não definimos um termo como melhor que outro, mas entendemos que sua escolha depende da literatura adotada por cada autor.

Para o Ensino de Física, a Etnofísica tem grande importância, pois facilita a assimilação dos conteúdos, já que as concepções alternativas contribuem para a compreensão dos conceitos formais, fortalecendo a contextualização e promovendo a inclusão da comunidade no ambiente escolar. Todos os trabalhos analisados demonstram preocupação em valorizar a cultura e preservar as tradições das comunidades ao investigar suas ações, propondo, assim, novas metodologias para as aulas de Física. Em todos os casos, a abordagem foi realizada primeiramente com os trabalhadores, para que posteriormente fosse relacionada aos conceitos da Física Escolar, visando uma futura intervenção pedagógica.

As pesquisas sobre essa temática, conforme a revisão de literatura realizada, fornecem subsídios importantes para a formação de professores. Buscam, especialmente, relacionar os conteúdos de Física da Educação Básica a situações que possam ser compreendidas de forma menos abstrata. Isso inclui a abordagem de contextos que os alunos conhecem, vivenciam ou conseguem imaginar, por estarem próximos de sua realidade.

6 FORMA DE ANÁLISE

De acordo com a coleta de dados descrita na seção metodológica, conduzimos a análise com o objetivo de interpretar e compreender as informações obtidas por meio das entrevistas e observações. Nesta pesquisa, há uma simetria no conjunto de dados no sentido de bricolagem, em que ideias coerentes foram justapostas. No tópico 6.1, são apresentados de forma detalhada os instrumentos de análise, organizados separadamente, incluindo definições e procedimentos teóricos.

A análise foi direcionada para atender aos objetivos e centrada no problema de pesquisa (Guazi, 2021). Ao utilizar entrevistas semiabertas, é necessário confrontar os dados obtidos para identificar padrões nas respostas ou concluir sobre sua inexistência, além de explorar fatores que aproximem ou distanciem essas respostas. Por fim, é crucial estabelecer uma conexão entre os dados obtidos e as teorias científicas disponíveis.

Destacamos que a análise ocorreu a partir da compreensão do trabalho realizado, seguida da transformação desse conhecimento para o Ensino de Física, valorizando as atividades e a cultura cafeeira, de modo a evitar a ideia de uma colonização do trabalho. Assim, buscamos caracterizar e identificar elementos que possam ser úteis para as aulas de Física. A Etnofísica e a Física Escolar podem ser entendidas no sentido de proporcionar ao trabalhador uma compreensão mais profunda sobre suas práticas, sem que a Física Escolar se sobreponha à Etnofísica.

6.1 INSTRUMENTOS DE ANÁLISE

Por ser uma pesquisa qualitativa, o estudo baseia-se conforme Creswell e Creswell (2021), que definem processos a serem seguidos na coleta de dados. Nessas abordagens, o aconselhável é utilizar perguntas abertas nos instrumentos de análise, realizar abordagens emergentes e obter os resultados a partir de dados textuais e/ou imagens. Além disso, é importante que o pesquisador se posicione, estudando o ambiente onde a pesquisa está sendo desenvolvida e compreendendo os significados dos participantes.

Com base na pesquisa etnográfica definida anteriormente (tópico 3.2), realizamos um estudo inspirado na etnografia, utilizando observações de campo. Esse método aproxima-se da etnografia ao buscar compreender o comportamento de um

determinado grupo, suas ações e linguagens, inseridos em seu ambiente natural e preservando suas culturas ao longo do tempo. A coleta de dados para esse tipo de pesquisa geralmente ocorre por meio de observações e entrevistas (Creswell; Creswell, 2021).

Outro aspecto importante para conduzir a pesquisa é a consideração das perspectivas filosóficas envolvidas, mesmo que implicitamente, as quais impactam na prática e devem ser claras. Conforme o objetivo proposto, este estudo adota uma perspectiva pragmática, pois, segundo Creswell e Creswell (2021), busca-se resultados a partir das consequências de ações específicas, possui um problema central, é pluralista e orientado para a prática no mundo real.

Conforme descrito na etapa metodológica, foram utilizados a observação não participante e a entrevista semiaberta como instrumentos de análise para auxiliar na composição da etapa final. Nos tópicos 6.1.1 e 6.1.2, são apresentadas as definições teóricas e os procedimentos para a realização da coleta de dados, bem como a descrição detalhada de como ocorreram.

6.1.1 Observação não participante

Conforme Ludke e André (1986), na área da Educação, entre as diferentes abordagens de pesquisa, a pesquisa qualitativa se destaca, e um dos principais instrumentos de análise é a observação, que não é uma tarefa tão simples quanto parece. O observador deve possuir habilidades para lidar com ambiguidades e estar preparado para interpretar os dados de maneira ética e responsável. O pesquisador deve ser seguro e confiante para atingir seus objetivos, ao mesmo tempo em que é cauteloso e consciente dos participantes envolvidos.

Antes de iniciar a etapa de observação, de acordo com Ludke e André (1986), o pesquisador deve possuir uma sólida base teórica e sentir-se preparado para a coleta de dados. Para uma pesquisa científica eficaz, é essencial o planejamento detalhado e a delimitação clara do objeto de estudo, garantindo assim domínio suficiente para enfrentar as diversas circunstâncias que surgirem.

Para que se torne um instrumento válido e fidedigno de investigação científica, a observação precisa ser antes de tudo controlada e sistemática. Isso implica a existência de um planejamento cuidadoso do trabalho e uma preparação rigorosa do observador (Ludke; André, 1986, p. 25).

Ao tratar da observação, existem diferentes abordagens que o pesquisador

pode utilizar para realizar a coleta de dados e, conforme Marques (2016), é fundamental analisar a realidade socioeducacional que se deseja compreender e os objetivos que se desejam alcançar.

Na observação não participante, o pesquisador toma contato com a comunidade, grupo ou realidade estudada, mas não se integra a ela: permanece de fora. Presencia o fato, mas não participa dele; não se deixa envolver pelas situações; faz mais o papel de espectador. Isso, porém, não quer dizer que a observação não seja consciente, dirigida, ordenada para um determinado. O procedimento tem caráter sistemático. Alguns autores dão à observação não participante a designação de observação passiva, sendo o pesquisador apenas um elemento a mais (Marconi; Lakatos, 2003, p. 193).

Nesta pesquisa, a observação não participante foi considerada a abordagem mais adequada, pois, de acordo com Marconi e Lakatos (2003), o pesquisador não participa efetivamente dos fatos e ações que ocorrem durante a observação. Ou seja, não há uma integração do pesquisador com a comunidade, diferentemente da observação participante, na qual o pesquisador "[...] se incorpora ao grupo, confunde-se com ele. Fica tão próximo à comunidade quanto um membro do grupo que está estudando e participa das atividades normais deste" (Marconi; Lakatos, 2003, p.194).

O método de observação não participante foi adotado com o intuito de acompanhar todas as etapas possíveis (plantio já havia sido realizado) do setor cafeeiro desenvolvidas na Fazenda Recanto, focalizando em realizar pequenas intervenções para entender melhor o trabalho dos trabalhadores, sem interferir em suas atividades diárias.

Deste modo, pode-se observar as ações dos participantes durante a realização do serviço, o que permite compreender os conhecimentos etnográficos que eles possuem, além de possibilitar a interpretação da Etnografia presente nos diferentes equipamentos utilizados na fazenda. Todas as observações foram relatadas em diário de campo, que posteriormente foram agrupadas no tópico – Discussão dos dados.

Para garantir uma coleta de dados precisa e satisfatória que contribuísse para o resultado final desta pesquisa, as observações foram conduzidas ao longo de um período de 4 (quatro) meses, com cerca de 5 (cinco) visitas à fazenda. Todos os participantes foram previamente informados e consentiram com essa etapa, seguindo todas as normas éticas estabelecidas pelo Comitê de Ética em Pesquisa. Os registros fotográficos na propriedade também foram permitidos e visam apenas ilustrar o que foi observado.

Desde a primeira visita até a última, por meio de observações intensas, todos os funcionários e participantes desta pesquisa foram muito receptivos. As principais

observações foram realizadas durante as etapas de pós-colheita, uma vez que a fase de plantio já havia sido concluída e a de colheita foi complicada de ser acompanhada (conforme será relatado mais adiante).

6.1.2 Entrevista semiaberta

De acordo com Leitão (2021), o método da entrevista busca na realidade as opiniões dos participantes sobre um determinado assunto, assim como suas concepções, visando analisar relatos com considerável teor de sinceridade, refletindo a realidade da vida dos indivíduos inseridos na comunidade estudada. Isso confere ao pesquisador uma grande relevância para as reflexões e discussões na etapa dos resultados. Tal instrumento é extremamente útil ao investigar conceitos etnofísicos no grupo estudado, pois permite extrair o máximo de seus conhecimentos físicos, mesmo que não tenham estudado Física na Educação Básica.

Ao realizar uma entrevista, conforme Leitão (2021), é importante analisar e obedecer às dimensões que envolvem cada tipo de pesquisa, incluindo os resultados esperados. Assim, nas esferas temporal, espacial e estrutural, realizamos o contato sincrônico e interativo com os participantes em seus próprios locais de trabalho, acompanhando os processos durante as entrevistas. A estrutura que melhor se adequou, por se tratar de uma pesquisa etnográfica, foi a entrevista semiestruturada.

Segundo Manzini (2012), nas Ciências Humanas, especialmente na Educação, a definição do método de entrevista é determinada pelo pesquisador. Considerando as diferentes formas disponíveis, os pesquisadores tendem a optar pelas entrevistas semiestruturadas nos estudos realizados neste campo, devido às suas características e aos objetivos a serem alcançados.

A entrevista semiestruturada tem como característica um roteiro com perguntas abertas e é indicada para estudar um fenômeno com uma população específica: grupo de professores; grupo de alunos; grupo de enfermeiras, etc. Deve existir flexibilidade na sequência da apresentação das perguntas ao entrevistado e o entrevistador pode realizar perguntas complementares para entender melhor o fenômeno em pauta (Manzini, 2012, p. 156).

Este tipo de entrevista requer um preparo prévio pelo pesquisador, seguindo normas de estruturação e elaboração das questões alinhadas aos objetivos da pesquisa. Durante a coleta de dados, é fundamental explicar aos participantes sobre o estudo e o método a ser utilizado, estabelecendo um ambiente de conversa informal,

respeitando as questões éticas e formulando perguntas pertinentes para a pesquisa. Na fase de transcrição e análise dos dados, o pesquisador desempenha um papel analítico e reflexivo intensivo, essencial para um entendimento profundo do material coletado (Leitão, 2021).

Apesar de o objetivo da transcrição ser transpor as informações orais em informações escritas, nesse processo, ocorre um segundo momento de escuta, no qual podem permear impressões e hipóteses que afloram intuitivamente durante o ato de escutar e transcrever. Essas impressões e hipóteses podem ser anotadas para depois serem investigadas pelo pesquisador. Esses apontamentos, na maioria das vezes, são muito válidos para a interpretação dos dados (Manzini, 2008, p. 4).

Deste modo, para analisar os dados coletados, o pesquisador precisa realizar recortes das entrevistas que foram transcritas e apresentá-los no trabalho final, seguindo regras e normas para maior veracidade. Na área da Educação, os trabalhos geralmente seguem as normas da gramática da língua portuguesa (Manzini, 2008).

Conforme Resende (2016), esta última etapa da fase de entrevistas é um processo demorado que requer muita atenção do pesquisador, devendo ser realizada logo após o término da entrevista para evitar perder da memória passagens importantes que podem contribuir para a análise dos dados. A estrutura segue uma ordem horizontal, identificando cada participante de modo a preservar sua privacidade e cuidando para manter a fidelidade do que foi gravado em áudio, transcrevendo da maneira como o participante falou, incluindo expressões como risos ou dúvidas.

Todas as transcrições foram realizadas manualmente pelo próprio pesquisador, proporcionando uma abordagem naturalista, sem o uso de softwares, para evitar ao máximo a descaracterização das falas e comprometer as análises, além de preservar a interação entre o pesquisador e os dados obtidos (Guazi, 2021).

O Apêndice A – Protocolo de Entrevistas Semiabertas, foi redigido em tópicos. O item 1 contém o roteiro de perguntas realizadas no polo da EMBRAPPII (participante P1); o item 2, na Fazenda Recanto, sendo os pontos 2.1 e 2.2 direcionados ao conhecimento geral da fazenda e das práticas cafeeiras (participante P2), e o ponto 2.3 referente a cada etapa analisada (participantes P3, P4, P5 e P6). Reafirmamos que essas questões foram elaboradas com base na revisão de literatura, em leituras prévias e também formuladas durante as observações realizadas.

Por ser um modelo mais flexível, o protocolo foi adaptado conforme a necessidade de questionamentos mais direcionados ao objeto de estudo, com a adição de novas perguntas durante as entrevistas. Também é importante destacar

que, em algumas ocasiões, foi necessário modificar algumas perguntas de acordo com a percepção do participante.

No polo da EMBRAPPII, a entrevista foi realizada com um professor e pesquisador, identificado como "P1", enquanto auxiliava alguns alunos que estavam desenvolvendo suas pesquisas e testes com amostras de cafés dos produtores, com o intuito de obter dados gerais e explorar o atual cenário do setor cafeeiro. Recortes da transcrição, contendo algumas perguntas e respostas com maior ênfase na temática pesquisada, estão expostos no tópico 7.2, pois esta entrevista não se adequa nos parâmetros para uma análise da Etnofísica.

Na Fazenda Recanto, as entrevistas foram realizadas com o objetivo de compreender as atividades desenvolvidas pelos trabalhadores da fazenda, especialmente no que diz respeito à Física aplicada nas diferentes etapas e procedimentos. As entrevistas nesta propriedade foram realizadas com cinco participantes, selecionados com base em suas funções na rotina de trabalho e também por indicação da proprietária.

Inicialmente, para uma abordagem geral do setor cafeeiro e para a etapa de plantio, entrevistou-se a filha dos proprietários, identificada como "P2". Depois, de acordo com cada etapa do processo de cultivo do café, foram entrevistados os trabalhadores da fazenda, identificados como "P3", "P4", "P5" e "P6".

O Quadro 2, sistematiza todos os participantes das entrevistas, caracterizando-os com base em fatores importantes, como a escolaridade e a relação com o trabalho desempenhado.

Quadro 2 – Catalogação dos participantes das entrevistas

Participantes	Escolaridade	Função
P1	Pós-Graduação (Doutorado)	Professor e pesquisador
P2	Superior completo	Proprietária
P3	Superior incompleto	Torrefação e análise
P4	Superior completo	Todas as etapas
P5	Ensino Médio (EJA)	Colheita
P6	Não possui escolaridade	Via úmida e secagem

Fonte: Elaboração própria (2024)

Ressaltamos que seguimos cuidadosamente todas as normas e diretrizes do Comitê de Ética e Pesquisa, mantendo as identidades de todos os participantes e de terceiros preservadas, sendo identificados de acordo com a descrição acima, e o entrevistador identificado como "Pesquisador". A participação dos funcionários foi voluntária, com permissão dos proprietários.

7 DISCUSSÃO DOS DADOS

Neste tópico, realiza-se a análise e discussão dos dados obtidos por meio das observações e entrevistas. Esses dados são apresentados de forma detalhada e interligada, permitindo estabelecer relações que possibilitem extrair o máximo de informações para a formulação dos resultados finais e das conclusões desta pesquisa. Para tanto, esta etapa foi subdividida em duas partes: na primeira, analisam-se exclusivamente as observações e entrevistas que favoreceram a compreensão dos conhecimentos etnofísicos; na segunda, examinam-se e aprofundam-se os aspectos mais amplos da cafeicultura e da Física Escolar.

Ressaltamos ainda que uma forma de compreender as seções 7 e 8 é considerá-las de maneira articulada. Embora apresentadas separadamente, a leitura pode ser conduzida no sentido de defender um Ensino de Física que promova uma compreensão inovadora, em contraste com o formato tradicionalmente adotado no estudo da disciplina.

7.1 QUESTÕES QUE BUSCAM UMA APROXIMAÇÃO COM A ETNOFÍSICA

Abaixo estão apresentadas as análises de campo, que contemplam as principais observações (fundamentais para demonstrar e entender detalhadamente como ocorreram as visitas) e transcrições das entrevistas realizadas na Fazenda Recanto. Alinhando esses resultados, foi possível identificar os conceitos e conteúdos de Física presentes nas práticas dos trabalhadores, por meio dos conhecimentos etnofísicos, e, em seguida relacioná-los com a Física Escolar (o intuito não é comparar, mas sim estabelecer uma relação). As análises de campo estão divididas de acordo com as etapas realizadas na fazenda.

Muitos aspectos puderam ser compreendidos durante a etapa de observação, que ocorreu de maneira natural e à vontade, permitindo conversas e trocas de informações informais com os participantes. As entrevistas, que buscavam identificar os conhecimentos etnofísicos dos trabalhadores, foram mais complexas de serem realizadas devido ao tempo limitado que eles tinham para realizar suas atividades, à disponibilidade e até o receio de responderem às questões (que foram adaptadas de acordo com cada etapa e participante). Ressaltamos que as entrevistas foram realizadas durante a execução de suas tarefas.

Nesta análise, destacamos que o setor cafeeiro apresenta diversas tecnologias que evoluíram ao longo do tempo e que podem ser examinadas sob uma perspectiva Etnofísica, com uma visão crítica. No passado, era necessária a força de muitas pessoas para realizar tarefas que hoje são executadas por máquinas. O processo de urbanização contribuiu significativamente para a redução da disponibilidade de mão de obra no campo.

Os maquinários analisados foram projetados a partir de conceitos associados à Etnofísica, representando uma evolução de modelos primitivos para versões tecnológicas mais avançadas, mas mantendo como fundamento os conhecimentos empíricos e culturais dessa abordagem. Nesse contexto, os avanços científicos e tecnológicos podem ser compreendidos à luz da Etnofísica, uma vez que muitas das práticas manuais realizadas no passado foram adaptadas para máquinas, utilizando os princípios fundamentais da Física.

O torrador mais tecnológico, por exemplo, pode ser entendido como uma evolução tecnológica, ou seja, uma transformação de práticas tradicionais em uma cultura da Física contemporânea. Entendemos que os equipamentos que utilizam tecnologias consideradas de baixa complexidade podem ser analisados pela abordagem Etnofísica, enquanto os equipamentos tecnologicamente avançados refletem o progresso da ciência e da tecnologia.

7.1.1 Análise de campo 1: Visita geral

Neste dia, ocorreu o primeiro contato com a Fazenda Recanto, onde conheci as dependências do local. Ao chegar, interagi com alguns funcionários da parte administrativa e, em seguida, fui recebido pela filha dos proprietários, que demonstrou grande interesse pela pesquisa. Tivemos uma conversa detalhada sobre a fazenda e o setor cafeeiro, e ela foi muito atenciosa durante a primeira entrevista, realizada na visita inicial devido ao período agitado de início da colheita.

As instalações da fazenda chamaram minha atenção pela excelente estrutura oferecida aos funcionários. Durante o dia, pude observar a agitação geral, pois estavam se preparando para a colheita, o que envolveu treinamentos e a preparação de equipamentos. Desde o início, identifiquei diversas situações em que conceitos de Física poderiam estar presentes, especialmente nos maquinários e equipamentos que os funcionários estavam testando. De forma curiosa, alguns ficaram surpresos ao

saber que minha pesquisa estava relacionada à Física.

O plantio é a primeira etapa do cultivo do café, mas não ocorre anualmente. Como já havia sido realizado na fazenda, não foi possível acompanhar o processo diretamente. No entanto, por meio das observações do local e dos equipamentos, além da entrevista com a participante P2, foi possível compreender a Física presente nos procedimentos e maquinários utilizados no plantio.

Na análise das entrevistas, encontramos procedimentos que utilizam conhecimentos etnofísicos, os quais podem ser relacionados à Física Escolar. Abaixo, seguem trechos da transcrição da entrevista que relatam procedimentos importantes para o plantio de um café de qualidade:

Para plantar, tem algum jeito específico? (Pesquisador)

Ah tem... tem **alinhamento, curva de nível**... [...] A gente passa já mais ou menos o espaçamento que a gente quer, entre plantas e entre ruas, e eles fazem o esboço no computador. Depois aqui a gente faz a **medição** manual mesmo. (P2)

A partir desses conhecimentos, é possível perceber que há uma base Etnofísica, pois as ações observadas envolvem conceitos de Física. Relacionando com a Física Escolar, a medição, muito utilizada nesta etapa, pode ser explorada com base nos tipos de grandezas físicas, instrumentos, unidades e conversões (Hewitt, 2015). As curvas de nível, prática realizada há anos na propriedade, são fundamentais para o desenvolvimento adequado do café, além de garantirem a segurança do cultivo, especialmente em terrenos com aclive, onde é necessário tomar precauções com a água das chuvas ou do sistema de irrigação.

A prática de construir essas curvas pode ser aprimorada com tecnologias, mas as técnicas culturais centrais se mantêm preservadas, haja visto que muitos antepassados já utilizavam esses recursos para retenção de gradientes em líquidos em alta velocidade. Sob a ótica da Física Escolar, é possível compreender questões relacionadas à gravidade, energia potencial gravitacional e conceitos de fluidos, como velocidade e forças aplicadas à água.

O conceito de alinhamento está relacionado com o trecho da entrevista abaixo, que aborda o alinhamento no plano e em terrenos de aclive, especialmente com relação à insolação. A Física Escolar pode ser associada ao entendimento da posição dos pés de café para que recebam luz solar suficiente para o desenvolvimento e a fotossíntese. A posição do pé de café deve estar alinhada com o ângulo de incidência da luz solar, o que também envolve os movimentos de translação e rotação da Terra

(Oliveira Filho; Saraiva, 2014).

Quanto mais pés de café em uma área, maior a produtividade? (Pesquisador)
Depende, porque, dependendo de como estiver alocado essas plantas, vai estar adensada, aí não vai ter muita **insolação**. Vai ter várias coisas que vão influenciar, então assim, depende da área. Se for uma área plana, a gente não vai priorizar colocar tanta planta porque senão você vai ficar muito fechado assim. Aí se for no **active**, compensa fazer mais por causa do sol.
(P2)

Além disso, ao observar e analisar os maquinários utilizados no plantio, é possível identificar a presença da Física em várias situações. Nos maquinários automotores, como os tratores, é possível relacionar conceitos da mecânica, especificamente da cinemática, como velocidade, tempo e deslocamento (Hewitt, 2015).

Com base nas observações, compreendemos que esses conceitos são aplicados pelos trabalhadores para otimizar o trabalho a partir da experiência cultural. Embora frequentemente não os associem diretamente à Física Escolar, eles asseguram a velocidade adequada para o espaço a ser percorrido e promovem a eficiência e a qualidade do serviço.

7.1.2 Análise de campo 2: Colheita

As observações durante esta etapa foram realizadas apenas após a metade do período inicial da colheita, devido à disponibilidade dos trabalhadores e à orientação da proprietária. Assim, foi possível observar apenas a colheita manual, já na fase de "despenca" (retirada dos frutos manualmente sem a seleção dos melhores) e "varrição" (coleta dos frutos caídos no chão). Cerca de dez pessoas estavam envolvidas nesse processo em um dos cafezais da propriedade, que conta com vários outros cafezais.

Esse cafezal está situado em um terreno íngreme, o que dificulta o acesso. Possui pés de café baixos e bem agrupados, o que facilita a colheita manual. Na Fotografia 1, pode-se observar o local, alguns materiais de serviço e uma trabalhadora realizando a tarefa.

Fotografia 1 – Colheita de café – Fazenda Recanto



Fonte: Elaboração própria (2024).

Legenda: a) Trabalhador colhendo o café
 b) Equipamentos utilizados para colheita
 c) Cafezal da fazenda

Do escritório da fazenda até o cafezal, fui autorizado a ir sozinho. Ao chegar, encontrei alguns trabalhadores para explicar minha visita. Uma mulher (participante P5), que trabalhava sem grandes pausas, conversou comigo e me explicou suas atividades durante a colheita. Nessa região, muitas famílias dependem do café, especialmente durante a colheita, o que me impressionou ao perceber a força de vontade, o amor e os ensinamentos passados de geração em geração.

Devido à correria dos trabalhadores para colher o máximo possível durante o dia, as observações e entrevistas foram limitadas. Consegui poucas oportunidades para coletar dados, conforme ilustrado no trecho abaixo da transcrição da entrevista com a participante P5:

Na mão para separar o café, tem algum jeito específico? (Pesquisador)

Tem que **estar maduro**. (P5)

Mas nas técnicas que a senhora usa, mudou alguma coisa? (Pesquisador)

Os processos **são os mesmos**. (P5)

Tem algum segredo para colher um bom café, para desenvolver melhor o serviço? (Pesquisador)

Eu não sei... acho que vai da **agilidade** da pessoa né... uns vão mais rápido, uns vão mais lentos..., mas eu acho que tem diferença sim... [...] (P5)

Ao combinar essas observações com os conceitos discutidos na entrevista, pude identificar alguns conhecimentos etnofísicos. A participante mencionou que os frutos precisam estar maduros, que as técnicas se mantêm constantes e que a agilidade do trabalhador faz diferença na colheita. Ao observá-la, percebi como a velocidade e agilidade com que ela passava a mão pelos galhos facilitavam a retirada dos frutos, um processo em que o atrito desempenha um papel importante (Hewitt, 2015).

Além disso, conforme o trecho da entrevista com a participante P2, compreendi que os trabalhadores adotam práticas culturais relacionadas à Física, o que exige cuidados para evitar danos. De acordo com Hewitt (2015) podemos entender os

conceitos de força aplicada, ao retirar os frutos maduros com cuidado, e de vibração, ao sacudir os galhos para que os frutos caiam.

Na parte de colheita, existe uma técnica melhor? (Pesquisador)

Não, assim... quem é apanhador de café já está acostumado com a colheita, não tem um melhor jeito. Só tem que tomar cuidado as vezes com por exemplo, **não quebrar guia, ramo...** porque isso pode atrapalhar na próxima safra. (P2)

O processo de colheita do café passou por modificações e avanços ao longo do tempo, visando atender às demandas do mercado. As colheitadeiras tornaram-se mais modernas e eficientes, especialmente em terrenos de difícil acesso, como os que possuem plantas mais altas ou localizadas em aclives.

O funcionamento dessas máquinas, ilustrado na Figura 10, envolve barras vibratórias que balançam os galhos do café, fazendo com que os frutos maduros se soltem. Esse processo explora conceitos de Física, como frequência, amplitude e força, que são fundamentais para garantir uma colheita eficiente, minimizando perdas e danos ao café e à máquina.

Esses conceitos podem ser abordados no contexto de movimento periódico ou oscilação, que descrevem os movimentos repetitivos da máquina gerados pela conversão de outras formas de energia. A ressonância também desempenha um papel crucial nesse processo, quando o pé de café, sendo um corpo capaz de vibrar, recebe impulsos na sua frequência natural, o que faz com que vibre com maior amplitude (Hewitt, 2015). Isso precisa ser controlado para evitar danos, como a quebra dos galhos.

Figura 10 – Exemplo de colheitadeira de café



Fonte: ADAPTADO DE CASEIH ([20--]).

A força de atrito também é relevante nesse processo. As barras vibratórias exercem uma força determinada pelo atrito entre os galhos e os frutos. O coeficiente

de atrito deve ser minimizado para reduzir a força necessária, prevenindo danos às plantas e otimizar a colheita (Hewitt, 2015).

Apesar de a colheita mecanizada não ser viável em toda a fazenda devido ao tipo de terreno, as colheitadeiras foram adaptadas para operar em terrenos inclinados, com dispositivos que aumentam a estabilidade. Porém, o uso dessas máquinas em terrenos íngremes pode ser perigoso devido à ação da gravidade. Como explicou a participante P2, a inclinação do terreno deve ser observada, o que pode ser analisado em sala de aula a partir do estudo de forças em planos inclinados (Hewitt, 2015).

E tem muita diferença para onde é mecanizada e para onde é manual? (Pesquisador)

Sim [...] Onde não tem condições (de mecanizar), o serviço é feito manual. (P2)

Geralmente o trabalho manual é realizado onde? (Pesquisador)

Em **terrenos de aclive**. Mas a gente tem por exemplo colheitadeiras que ela faz até **30% de inclinação**. Isso também pode ser interessante para você. (P2)

Em regiões como a estudada, as colheitadeiras correm o risco de tombar devido à instabilidade, o que pode ser explicado pelo centro de gravidade da máquina. Se o ângulo da inclinação for ultrapassado, o centro de gravidade se desloca, tornando a máquina instável.

Devido a essas limitações de terreno e/ou financeiras, os produtores possuem a opção de utilizar as derriçadoras portáteis, conhecidas como “mãozinhas”, que possuem dedos vibratórios que facilitam a retirada dos frutos maduros. O princípio físico também está relacionado ao atrito, pois, ao vibrar, os "dedos" facilitam a colheita (Hewitt, 2015).

Além disso, a Física também está presente em questões climáticas, que podem ser abordadas na Física Escolar, inclusive de forma interdisciplinar. O conhecimento cultural, como o relatado pela participante P4, também tem ligação com a Física, pois envolve mudanças climáticas, como o efeito estufa, que possuem um potencial risco para o cultivo do café (Coltri, 2012).

Esse ano a colheita foi mais devagar né, por que será? (Pesquisador)

O **Clima** está muito diferente pro café, não sei se você já notou isso. Eu tava falando, você já viu florada em junho igual deu agora? Eu não sei se é o café que não está se adaptando ou se é o **tempo que está muito louco** né. (P4)

A dificuldade em realizar as observações e entrevistas durante esta etapa foi notável. A correria dos trabalhadores para colher o café dificultou a coleta de dados, assim como a falta de tempo e o receio para responder às perguntas, além das chuvas e da indisponibilidade para as entrevistas.

7.1.3 Análise de campo 3: Via Úmida

Ao chegar na propriedade, fui recepcionado pelos funcionários, que me trataram muito bem, e encaminhado para conversar com a Participante P4. Ela me conduziu até a área de lavagem do café, conhecida como via úmida. O local fica afastado do escritório, e durante o trajeto, conversamos sobre minha pesquisa e as atividades que ela desempenha na fazenda.

Ao chegar, P4 explicou todos os procedimentos realizados nesse processo, desde o momento em que o café é transportado da lavoura na carreta do trator até ser limpo para seguir para a secagem. Nessa etapa, além de lavar, a função também inclui a separação do café, iniciando o controle de qualidade. A participante P4 explicou que o café é classificado em duas categorias: "boia" e "boião", sendo os primeiros os secos ou defeituosos, que boiam na água, e os segundos os maduros e verdes (cereja), que afundam. Foi possível compreender conhecimentos etnofísicos durante a observação e entrevista.

E como funciona o café na água, você sabe? (Pesquisador)

Não sei explicar muito bem... o "café boia" ele boia, o "boião" ele abaixa... alguma coisa assim e vai indo. (P4)

Tem diferença na qualidade do café que boia pro que não boia? (Pesquisador)

Sim. Tem diferença. **O café que afunda é melhor**, mas não sei te explicar. O **Cereja mesmo ele nunca vai boiar**, por isso que tem o cereja descascado, que é o melhor café.

Relacionando com a Física Escolar, essa separação pode ser compreendida pela mecânica dos fluidos, especialmente pelo conceito de densidade. Os cafés secos ou defeituosos possuem menor densidade e, por isso, boiam, enquanto os maduros e verdes, com maior densidade, afundam (Hewitt, 2015). Embora simples, essa separação é fundamental para a qualidade e o valor final do produto, especialmente para a produção de café especial.

Na Fotografia 2, é possível ver a estrutura e os equipamentos presentes no local. A propriedade é bem equipada, e a participante destaca as inovações e a construção atual da estrutura, que visa à eficiência e ao uso racional da água.

Aqui é onde se lava o café? (Pesquisador)

Isso... Aqui teve várias mudanças. [...] para **diminuir a queda de água**, para **não gastar muita água** né? Tem que mudar... acompanhar a evolução. (P4)

Aqui fica com água? (Pesquisador)

Não, aqui não. Aqui é pra tirar as sujeiras. Olha ali o tanto de folha que sai... vai ficando tudo aqui. Antes jogava tudo no outro lavador, mas agora prioriza o tempo. O café vai saindo limpo praticamente, aí vai **caindo na água, que é pouca, só pra lavar**. (P4)

A participante destaca o uso eficiente da água durante o processo, um exemplo claro de conhecimentos etnofísicos aplicados pelos trabalhadores, que podem ser relacionados ao conceito de Bernoulli, pois controlam o fluxo de água durante a lavagem, ajustando pressão e velocidade (Hewitt, 2015).

Os equipamentos utilizados, como esteiras e elevadores motorizados, garantem agilidade e facilitam o trabalho. A complexidade do processo ficou evidente, e a Física está presente em cada etapa, especialmente no funcionamento dos aparelhos (Fotografia 2b e 2d) e nas falas de P4.

O café passa por essas esteiras? (Pesquisador)

Isso, **tipo uma peneira**. (P4)

Este outro espaço é o que? (Pesquisador)

Aqui vai caindo as folhas. O **café sobe e vem pelas esteiras**. (P4)

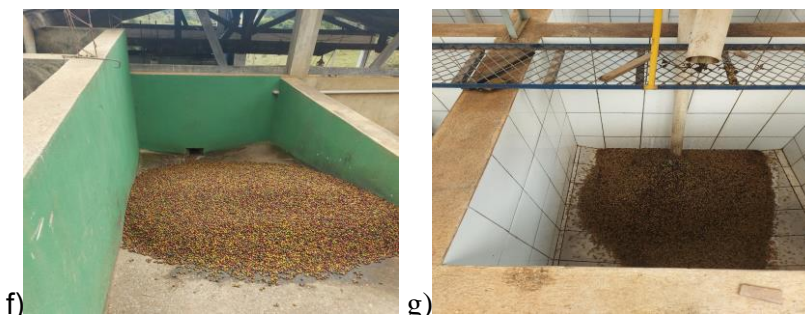
O café anda como na esteira? (Pesquisador)

Tipo uma **vibração** né, que eles falam. **Vai vibrando e vai levando o café embora**. (P4)

Esses trechos ilustram o uso da Física na separação de materiais, realizada pelas esteiras, que separam os frutos das folhas. A vibração mencionada pela participante pode ser compreendida pelos conceitos de movimentos oscilatórios, incluindo frequência e amplitude, que fazem o café se mover, influenciado por forças como atrito, inércia e gravidade (especialmente em esteiras inclinadas) (Hewitt, 2015).

Fotografia 2 – Via Úmida – Fazenda Recanto





f) g)

Fonte: Elaboração própria (2024).

Legenda: a) Vista externa da área de lavagem do café

b) Equipamentos – Elevador e esteira

c) Local em que o café é colocado para início da lavagem

d) Equipamentos – Esteira

e) Café sendo lavado – Local 1

f) Café sendo lavado – Local 2

Durante o processo, o café maduro e o verde são separados dos frutos secos e defeituosos, que comprometem a qualidade. Em seguida, os verdes são separados dos cerejas, sendo o café cereja considerado o melhor (passa por um descascador).

Primeiro lava e depois descasca? (Pesquisador)

Isso. **Descascar** é depois com água. (P4)

Baseado nas observações e relatos de P4, realizando uma análise mais aprofundada, temos que o café passa por um cilindro com um disco rotativo. À medida que o café passa por ele, a água facilita o processo e exerce uma força que retira a polpa do fruto sem danificar o grão. A força de atrito é crucial nesse processo, e o uso da água reduz esse atrito, ajudando a manter a qualidade do grão e facilitando a separação da polpa (Hewitt, 2015).

Durante toda a visita, P4 foi muito prestativa, demonstrando amplo conhecimento sobre os processos e me permitindo observar e entender os conhecimentos etnofísicos empregados nesta etapa. As observações foram valiosas, complementando as informações obtidas na entrevista e possibilitando uma análise mais profunda da relação com a Física Escolar.

7.1.4 Análise de campo 4: Secagem

Durante esta etapa do processo, realizada no ambiente de secagem do café, destaco a satisfação de observar e conversar com o funcionário responsável pelos procedimentos. O participante P6 me recebeu e me mostrou diversos detalhes de suas práticas diárias, evidenciando o conhecimento e as habilidades que adquiriu ao longo de mais de uma década de trabalho nesta propriedade.

Após sair da via úmida, o café é levado para um espaço aberto chamado terreiro de café, onde passa alguns dias secando de forma natural, exposto ao sol. O tempo de secagem depende do tipo de café e das condições climáticas. A propriedade possui mais de um terreiro, nos quais os cafés são separados de acordo com o seu tipo, a fim de melhorar a qualidade final do produto. Isso ocorre porque a umidade interna do café varia, o que altera também o tempo de secagem.

Durante a observação, foi possível notar a separação dos cafés, já que havia tipos diferentes no terreiro. Outro ponto importante é que o café é espalhado em uma fina camada sobre o solo, geralmente de concreto, e os funcionários utilizam uma ferramenta semelhante a um rodo para virá-lo em intervalos de tempo pré-estabelecidos. Essas práticas refletem bem a cultura cafeeira, amplamente utilizada tanto por pequenos quanto por grandes produtores, e envolvem conhecimentos etnofísicos presentes nas ações.

Conforme o trecho da entrevista abaixo com a participante P2, é possível perceber a diferença entre secar o café em apenas uma etapa (terreiro ou secador mecânico), envolvendo conceitos sobre o tipo de maturação e a quantidade de água presente em cada tipo de café. A secagem exclusiva no terreiro seria muito demorada, enquanto a secagem apenas no secador não é recomendada, pois o café precisa ter menos água antes de ser colocado no secador, para evitar que grude.

A secagem é feita de que maneira? (Pesquisador)

Em **terreiro e mecânica** (P2)

Por que vocês utilizam as duas formas? Tem alguma diferença? (Pesquisador)

É praticamente **inviável secar tudo em terreiro** né... (P2)

E secar tudo na máquina? (Pesquisador)

Também não faz muito sentido, porque a máquina não consegue receber o café úmido. Ela precisa de uma **pré-secagem** pra poder conseguir secar no secador... entendeu? Primeiro seca no terreiro e depois vai para o secador se não gruda e o secador não funciona bem. O secador vai funcionar bem com o café que tem uma **umidade** de 18% mais ou menos, que a gente chama de meia seca. Uma questão que pode influenciar no seu estudo aí, é os **diferentes tipos de maturação e os diferentes teores de água**, por exemplo, o grão verde tem muito mais água do que o grão seco, parece até meio óbvio, mas assim, tem muito mais água do que o grão maduro, porque grande parte do fruto é água, então assim, quando você seca esse grão verde, ele demanda muito mais atenção na secagem, porque dependendo do jeito que você seca ele, ele pode virar um defeito depois, na classificação, um defeito físico, porque ele é muito sensível, ele tem muita água. Então assim, ele demanda mais atenção, todos demandam, mas aqui por exemplo, a gente separa todos esses grãos, justamente porque eles têm teores de água diferentes, se a gente não separasse, a gente ia ter uma seca irregular, sabe? Por exemplo, grãos com diferentes teores de água secando junto, no final ia ter uma seca esquisita, poderia ter café muito seco, café mais úmido, não ia ficar homogêneo. A gente faz essa separação, mas a maioria não faz, por questões de praticidade. (P2)

No terreiro, ao ser questionada sobre o motivo de virar o café, conforme o trecho abaixo, a participante P4 destaca o sol como o principal responsável pela secagem e os problemas que podem surgir ao não virar o café, como o risco de emboloramento ou fermentação. Esse fato é complementado pela entrevista com o participante P6. Neste caso, o excesso de umidade causa reações químicas de fermentação.

Aqui eles ficam virando o café? (Pesquisador)

Isso, **mesmo sem sol tem que ficar virando**. Porque se não o **café fermenta, embolora**. (P4)

Como é o processo aqui? (Pesquisador)

Sai do lavador, vai pro terreiro... nós deixa passar dois dias no terreiro **quando tá de sol. Mas quando tá de chuva**, tira do lavador e tem que vir direto pra cá. (P6)

O solo, que geralmente é feito de concreto e não de terra batida, é aquecido pelo calor e tem como finalidade transmitir calor para os grãos de café por meio do contato direto entre eles. Nessa etapa, ocorre a transferência de calor, como, por exemplo, a radiação proveniente do sol (Hewitt, 2015).

Após ser retirado do terreiro, o café é levado para um local com um secador mecânico, conforme ilustrado na Fotografia 3. É possível perceber a estrutura e o maquinário do local, onde também estão presentes muitos conceitos físicos envolvidos nos processos. O participante P6 fez questão de me mostrar suas atividades e explicar, com suas palavras, os motivos pelos quais realiza determinados procedimentos, permitindo captar os conhecimentos culturais por meio de suas falas e ações.

Fotografia 3 – Ambiente destinado a secagem do café – Fazenda Recanto



Fonte: Elaboração própria (2024).

Legenda: a) Vista externa do local de secagem do café
b) Secadores de café

A estrutura conta com três grandes secadores de capacidades distintas,

equipados com motores que permitem o movimento rotacional, e utilizam o fogo como fonte de calor para realizar a secagem. Além disso, há caixas de direcionamento que permitem ao funcionário escolher em qual secador alocar o café após sua retirada do terreiro, e elevadores que facilitam o transporte do café, após a secagem, para as caixas de armazenamento.

Durante a observação e entrevista, destacou-se a preocupação do funcionário em manusear cuidadosamente o produto e a atenção ao operar os equipamentos, evidenciando a importância dessa etapa para garantir a qualidade do café e evitar perdas, o que representaria um prejuízo financeiro significativo.

A secagem também é uma etapa delicada? (Pesquisador)

Isso, defeitos físicos durante a secagem podem ocorrer se não tiver por exemplo a **máquina não tiver muito bem calibrada**, ela vai quebrar grão, vão acontecer várias coisas que na hora de vender, você vai ter um produto menos valioso. (P2)

E no secador fica quanto tempo? (Pesquisador)

Aí depende... depende do jeito que chega aqui... mais ou menos umas 10 ou 12 horas quando passa 2 dias no terreiro. Mas quando vem direto, aí umas 30 horas, uns dois dias... (P6)

Tem técnicas? (Pesquisador)

Tem sim... tem que **ir parando com o tempo... pra ir igualando os grãos...** (P6)

Por que o torrador fica girando? (Pesquisador)

Pra rodar o café. Vai rodando e vai secando. (P6)

Tem que esquentar antes? (Pesquisador)

Não. Primeiro coloca o café, **coloca pra rodar e depois põe fogo.** (P6)

De maneira geral, podemos perceber o conhecimento etnofísico dos participantes, aplicados tanto na secagem natural quanto na mecanizada. Para relacionar esses procedimentos à Física Escolar, vamos detalhar alguns aspectos mencionados pelos participantes. Manter a constância no movimento do café, em ambos os métodos, assegura que o fruto seque de maneira uniforme. Isso ocorre porque as partes expostas ao sol e ao ar quente, ou as voltadas para a parede do secador, tendem a secar primeiro devido às trocas de calor, o que pode comprometer a qualidade do café ou até queimar os frutos. Além disso, todos os grãos de café contêm água, sendo necessário realizar esses movimentos para que a água migre para a camada externa, evitando problemas como fermentação ou mofo, que podem ocorrer quando a circulação de ar é comprometida (Hewitt, 2015).

Nesta etapa, o café recebe energia proveniente do calor, o que eleva sua temperatura e promove as transferências de calor, como a convecção. Tanto nos terreiros quanto nos secadores mecânicos, o ar quente (proveniente do sol ou do fogo) transfere calor para os grãos de café. Outra forma de transferência de calor ocorre por

condução, quando dois corpos a diferentes temperaturas entram em contato. Nesse processo, o calor é transferido do corpo mais quente para o mais frio. Materiais como o solo do terreiro ou a parede de metal do secador facilitam a condução de calor (Hewitt, 2015).

Além disso, há a transferência de calor via radiação, que acontece através de ondas eletromagnéticas, como no caso da radiação solar durante a secagem natural. Isso explica a diferença de tempo observada na entrevista com o participante P6, quando o café que ficou no terreiro por mais tempo ou não ficou exposto ao sol foi para o secador mecânico. Períodos nublados ou chuvosos representam fatores desfavoráveis para o produtor durante a secagem do café.

Outro exemplo importante a ser observado nesta etapa são as Leis da Termodinâmica, que fazem parte do conteúdo de Física e podem ser abordadas de forma interdisciplinar, também na Química. A Primeira Lei da Termodinâmica, que trata da conservação de energia, é fundamental para entender os princípios da troca de energia e da energia interna de um sistema, como no caso da evaporação da água presente nos grãos de café (Hewitt, 2015).

O secador mecânico pode ser compreendido como um sistema termodinâmico aberto, composto pela máquina e pelo café em seu interior. O funcionamento é detalhado no trecho abaixo pelo participante, que afirma que apenas a temperatura pode passar, e não outras substâncias, como fumaça ou fogo. Quando o participante faz essa explicação, podemos relacioná-la com a Física Escolar, em que a energia fornecida ao sistema provém do fogo e é transmitida na forma de calor, que aquece o ar e, por sua vez, transfere calor para os grãos, fazendo com que a água evapore (Hewitt, 2015).

O fogo não pode invadir o interior do torrador, pois isso poderia queimar os grãos, reduzindo a quantidade de café, por exemplo. Já a fumaça não pode entrar no torrador, pois pode deixar o café com um aroma ou até mesmo um sabor indesejados, comprometendo a qualidade do produto.

Qual outra coisa que tem que prestar atenção? (Pesquisador)
 Na graxa dos secadores, **se não tá vazando** em algum lugar, na **quantidade** de café, na fumaça... **se não tá passando nada pra dentro do tambor.** (P6)
Ah, então não pode passar nada pra dentro do tambor? (Pesquisador)
 Não, **só pode passar temperatura**... nem fogo, nem fumaça, nem nada. Se eu abrir o tambor e sentir um cheiro de fumaça, eu tenho que desligar ele e arrumar, porque ai está com algum vazamento. (P6)

O conceito de temperatura é amplamente abordado nesta etapa, onde o

participante P6 relata na entrevista e executa ações observadas, como ficar atento e abrir portas para controlar o fogo, com o objetivo de manter a temperatura adequada. Abaixo, estão apresentados alguns trechos que detalham essas ações.

Como o senhor controla o fogo? (Pesquisador)

Aqui tem onde mostra a **temperatura**. Esse café a gente pode manter a 70° mais ou menos pra baixo, agora o CD é de 50° pra baixo... que é o café especial... descascado... aí ele tem que ir aos poucos né... se for fazer tudo igual, dá muito problemas com os grãos do café. (P6)

Como assim? (Pesquisador)

Sai com os grãos tudo mole e não dá um bom café. Por isso importante saber a diferença entre as temperaturas. (P6)

Como controla a temperatura? (Pesquisador)

Eu **abro essa portinha e a temperatura se tiver muito alta abaixa**, olha lá abaixando. Volta ao normal. (P6)

O senhor sabe o porquê? (Pesquisador)

Porque o ar passa por dentro e vai embora. (P6)

No final tem que aumentar o fogo? (Pesquisador)

Não... precisa não... eu mantenho ele a 65°/ 70°... aí quando vou parar ele, conforme o grão do café, se o aspecto do café tiver diferente aí eu aumento ele pra 75/80... aí quando começar a abaixar eu tiro e desligo o fogo... **aí ele vai se igualando e chega**. No outro dia eu dou uma rodada nele, tiro a amostra e sai tudo por igual. (P6)

Qual a dificuldade aqui nesse processo? (Pesquisador)

O café especial não pode botar o fogo que você quiser. As vezes a lenha não ajuda se tá úmida e não tem como **manter o fogo**. Bota dois pau aqui e sobe muito. (P6)

De acordo com as falas do participante e com as observações, é possível perceber que ele realiza as ações de forma eficaz, mas há um equívoco na explicação do funcionamento. Observa-se a confusão entre os conceitos de calor e temperatura, que, apesar de parecerem semelhantes, possuem significados distintos. Esses conceitos serão explicados conforme a Física Escolar mais adiante, mas adianta-se que o que é transferido é o calor (Hewitt, 2015).

Já nesta última passagem, o participante relaciona corretamente o conceito de temperatura ao determinar a temperatura ideal que o secador precisa atingir e manter. Ao controlar a temperatura, utilizando a portinha que ele menciona, ele está aumentando a circulação (fluxo) do ar no secador, aproveitando o ar externo, que é mais frio, e o vento que adentra o local.

Ao final, quando ele desliga o secador e afirma que os grãos vão se igualando até atingirem o ponto ideal e depois ele roda novamente, isso também pode ser explicado pela Física Escolar por meio do conceito de equilíbrio térmico, estabelecendo, ao rodar, uma uniformidade entre as temperaturas (Hewitt, 2015).

7.1.5 Análise de campo 5: Torrefação e Qualidade

Nesta análise, foi possível identificar os conhecimentos etnofísicos presentes no setor de torrefação e qualidade (pós-colheita) da Fazenda Recanto. Durante a visita, acompanhei os detalhes dos procedimentos realizados pelo participante P3. Essa etapa é uma das mais relevantes no processo cafeeiro, sendo crucial para garantir a qualidade desejada no café torrado. É também um momento em que a Física se torna evidente, exigindo do trabalhador a aplicação de conceitos específicos. Tanto a quantidade quanto a qualidade do café dependem de técnicas eficazes. O trabalhador, muitas vezes, possui um saber cultural que, ao ser apropriado como conhecimento científico, pode ampliar as possibilidades de atender às demandas do mercado.

Inicialmente, foi-me explicado como é feito o controle de qualidade do café produzido na fazenda. Em momentos distintos, os trabalhadores do setor de colheita traziam amostras do café para análise, verificando características como tamanho, cor e possíveis defeitos nos grãos.

Posteriormente, observei rapidamente o processo de comercialização do produto final. O café é armazenado de acordo com o tipo (naquele dia, três tipos diferentes), e também me mostraram os procedimentos de moagem e embalagem. A fazenda possui pontos de venda do produto, tanto na região quanto na própria fazenda. Como parte da experiência, foi demonstrado o preparo de um café especial, acompanhado de uma xícara quentinha.

Durante o dia, outras pessoas mostraram curiosidade em relação à minha pesquisa e ao motivo da minha presença na fazenda. Ao explicar, surgiram comentários sobre a dificuldade ou a falta de interesse pela Física. Esses relatos me instigaram a refletir sobre o ensino da disciplina na Educação Básica, especialmente críticas como a de que os professores apenas distribuem materiais para memorização, sem contextualização do conteúdo ou exploração do contexto prático dos conceitos.

Nas entrevistas realizadas com os participantes P2 e P3 sobre o controle de qualidade do café, observou-se que a maturação dos frutos (maduro, verde ou seco) está diretamente relacionada à separação, que atualmente é feita de forma manual (por densidade, no processo via úmida). Há, contudo, planos de adquirir uma máquina que utiliza propriedades da luz para separar os grãos pela cor, tecnologia relacionada à óptica, abordada na Física Escolar.

A separação dos grãos envolve conhecimentos etnofísicos, sendo realizada com peneiras (Fotografia 4b), pelo peso ou pela densidade. Ainda que o processo venha a ser automatizado, os saberes envolvidos na peneiração ou no uso da densidade permanecem cruciais para a preparação do café para comercialização.

Como você faz essa parte de qualidade? (Pesquisador)

Todo café que é colhido, separa uma amostra e faz a porcentagem de **maturação** dos cafés, que faz a quantidade de verdes, secos e maduros que tem em cada lote. A gente tira uma amostra de cada carreta para classificar aquele lote. (P3)

Aqui você classifica o café? (Pesquisador)

Isso, classificação física que chama. Aqui no caso eu tô separando os defeitos mais assim... [...] **Aqui tá por peneira, pelo tamanho do grão.** [...] O rendimento do tamanho do grão tá baixo de modo geral... aqui da fazenda não tá não, mas no geral tá. (P3)

Quais tecnologias pensando hoje na Fazenda Recanto? (Pesquisador)

Hoje estamos pensando na máquina que **separa café maduro e café verde por cor**... [...] A gente hoje separa de forma física, mas a gente gostaria de ter essa máquina que facilitaria. [...] o café todo aqui na fazenda, vai sair **peneirado, catado e classificado** todo aqui da fazenda. [...] Aí aqui a gente vai fazer a **separação por peneira, por peso**... Tem uma máquina densimétrica que vai **separar por densidade**, peneira que separa por tamanho... [...] (P2)

Como forma de ilustrar o que foi observado neste setor, a Fotografia 4 mostra as etapas de controle de qualidade, desde a chegada dos grãos da lavoura para conferir a maturação dos frutos até o grão pronto para ser torrado.

Fotografia 4 – Controle de qualidade do Café – Fazenda Recanto



Fonte: Elaboração própria (2024).

Legenda: a) Amostras de café que chegam ao controle de qualidade

b) Instrumento de separação do café

c) Café separado de acordo com tamanhos e defeitos

Com a dedicação e colaboração do participante P3, que me acompanhou e permitiu total liberdade durante toda a visita, foi possível perceber seu interesse em

contribuir com a pesquisa. Tive a oportunidade de observar e analisar detalhadamente todo o processo de torrefação. O participante explicou cada etapa com clareza e respondeu prontamente as perguntas, o que me permitiu identificar de forma aprofundada os aspectos em que os conceitos de Física, como temperatura e fluxo de ar, estão presentes nesse processo (Hewitt, 2015).

A fotografia 5 ilustra os torradores utilizados: o modelo mais antigo, elétrico, mas sem sistema computadorizado, usado para amostras pequenas, e o torrador moderno, equipado com controle computacional. Este último é mais eficiente, garante maior precisão e reduz chances de erro, assegurando a qualidade do produto.

Fotografia 5 – Sistemas de torrefação - Fazenda Recanto



Fonte: Elaboração própria (2024).

Legenda: a) Torrador não computadorizado
 b) Torrador computadorizado – Vista frontal
 c) Torrador computadorizado – Vista lateral

A torra não é realizada todos os dias, por isso agendei minha visita à propriedade para realizar a observação e a entrevista com o responsável. Durante o momento de observação e entrevista, foi possível compreender, por meio de suas ações e respostas, os conhecimentos que lhe foram transmitidos e que ele reproduz de forma muito eficaz.

Estes conhecimentos abordam conceitos da Física que são realizados de modo cultural e intuitivo, que foram sendo adaptados para conseguir um melhor resultado de torra. Nos trechos da entrevista abaixo, é possível compreender melhor:

E: Você pode me mostrar e explicar como você faz a torra? (Pesquisador)
 Antes de iniciar a torra eu deixo o torrador esquentar pra ficar em uma **temperatura uniforme para não torrar diferente**. Tipo assim, o torrador pra ele esquentar uniforme para não torrar diferente nas diversas partes dele.
 (P3)

Na passagem acima, quando o participante diz que esquenta o torrador para obter uma temperatura uniforme e não torrar diferente, ele pode até não relacionar com a Física Escolar, mas realiza o procedimento correto. A partir da termodinâmica e dos processos de transferência de calor, compreendemos que quando aquecido por completo, todos os grãos são torrados de modo igual, a partir do processo de condução e convecção (Hewitt, 2015). Quando o participante aquece e espera atingir a temperatura desejada para colocar os grãos de café, faz com que mantenha a temperatura estável, assegurando a qualidade do produto final.

Tem um tempo que fica esquentando? (Pesquisador)

Não, não... geralmente a gente vê aqui... se coloca a **mão** aqui na frente e vê que já está **sentindo o calor** do lado de fora, é a hora de colocar o café que já está bem quente. (P3)

O conceito de temperatura e calor são levantados nesta etapa, em que são fatores importantes para a qualidade da torra. No secador mais antigo, o participante utiliza a mão para saber se já está bem quente para colocar o café, fato que poderia ser analisado também com auxílio de um termômetro. No secador mais moderno, esses conceitos são adaptados pelo uso de computadores, mas que precisam do conhecimento do participante para realizar a torra correta de acordo com o café da fazenda.

Quais são os processos que você realiza durante esta etapa? Tem processos específicos? (Pesquisador)

Hmm... até tem, mas eu não vou saber te falar agora... ter tem. Tem a **seca do grão**, que você tem que deixar o grão secar bonitinho, aí ele **amarelece** lá, aí depois ele **acaba de perder água, aí tem o crack**... é bem complexo [...] (P3)

Como você sabe que o café está bom? (Pesquisador)

Aqui o café já começou a ficar escuro... tá vendo? (em uma amostra que ele tira do torrador) ... **Conforme a torra vai evoluindo eu vou aumentando fogo. A cor do café** vai indicar se a torra está indo rápido demais, devagar... que é o **ponto de desidratação do grão**. (P3)

A forma de perceber o andamento da torra envolve a etnociência, nesse caso, pode ser compreendida de modo interdisciplinar (Química e Física), pois através do aquecimento, ocorrem reações químicas no grão do café, fazendo ele alterar a cor e determinar o ponto de torra.

O crack citado pelo participante é um aspecto fundamental durante a torra, pois também determina o ponto em que ela se encontra. Durante a observação, foi possível perceber o conhecimento cultural que ele possui, demonstrado pela atenção ao som do crack e pela explicação de que ele ocorre quando o grão perde a água restante.

De fato, a ciência oferece uma explicação para esse fenômeno de forma interdisciplinar, envolvendo conhecimentos de Física e Química Escolar.

Inicialmente, ao estudar a termodinâmica, entende-se que, com o aquecimento, a água presente no interior do grão evapora. Em seguida, ocorrem reações químicas (não detalhadas neste trabalho) que liberam gases, os quais ficam retidos no interior do grão. Estudando os gases, compreende-se que, com o aumento da temperatura, há também um aumento da pressão interna, resultando no crack, que acontece quando o grão se rompe ao ultrapassar seu limite de resistência (Hewitt, 2015).

A prática de torra que o participante possui é elevada, constituída de um conhecimento etnofísico surpreendente. Durante a observação, percebo ele atento e controlando rapidamente o fogo, e então o questiono, conforme o trecho abaixo:

Você mantém o fogo sempre igual? (Pesquisador)

Para **esquentar coloco fogo alto**, aí na hora que **coloco o café na hora de torrar eu abaixo...** (P3)

Por quê? (Pesquisador)

Por quê!? (silêncio)... Tipo assim, é legal você **começar com um fogo mais brando e ir subindo conforme a torra... no final da torra você diminui o fogo de novo**, porque ele mais baixo, você tem o **controle na hora de tirar o café...** começa baixo, vai subindo e abaixa de novo. (P3)

Esse que não tem computador, como você sabe que está bom? (Pesquisador)

Vai pela experiência, **pela cor** também... e ele vai **começar a craquear** na hora que estiver bom assim... que aí ele vai chegar no **ponto máximo de desidratação** e vai estourar igual pipoca... tá ouvindo que tá começando a dar uns estalinhos? Aí tá bem próximo do fim da torra, aí eu **abaixo o fogo pra ter um controle maior na hora de tirar**, para fazer o processo direitinho. Eu acho que tem uns açúcares que controla no final da torra. Na verdade, cada etapa da torra eu acho que você controla uma coisa, acidez, doçura, essas coisas do tipo. (P3)

Relacionando o processo de torrefação com a Física Escolar, é possível compreender que o controle do fogo é essencial para garantir que a torra atinja o padrão desejado. Esse controle envolve conceitos de transferência de calor, como condução, e o fluxo de ar dentro do torrador (Hewitt, 2015). Inicialmente, utiliza-se fogo baixo para reduzir a umidade presente nos grãos; em seguida, o aumento gradual da temperatura permite que ocorram reações químicas necessárias ao desenvolvimento do sabor e do aroma do café. Ao final, a temperatura é reduzida para evitar que os grãos sejam queimados.

Essa parte aqui que você colocou o café depois de tirar do torrador serve para que? (Pesquisador)

Só para esfriar o café... manda um arzinho aqui só para ir esfriando... tem um **sisteminha aqui que joga o ar de baixo no café, se não ele continua torrando** quando a gente despeja aqui... Basicamente é isso... desse jeito que funciona a torra... [...] (P3)

O sistema mencionado pelo participante consiste em uma bandeja perfurada equipada com um ventilador na parte inferior, que promove o resfriamento do café por convecção (Hewitt, 2015). Esse processo é crucial para interromper a torra e impedir que o calor residual continue a promover reações químicas nos grãos, o que poderia resultar em sabores amargos e aromas indesejados. Controlar essa etapa é essencial para preservar a qualidade do produto.

Você sabe reduzir as perdas durante a torra? (Pesquisador)

Hmm... não. Eu acho que não tem como né!? Porque tipo assim, o grão tem água dentro né... então na hora da torra ele vai fazer tipo uma pipoca, ele vai **perder água** para acabar de torrar certinho mesmo [...] (P3)

Outro ponto importante abordado foi a questão das perdas durante o processo. Elas ocorrem devido à desidratação dos grãos, ao desprendimento das películas e à decomposição de compostos orgânicos. Essas perdas podem ser minimizadas aplicando conhecimentos da Física Escolar e práticas específicas, como: a. Controlar a umidade do grão, reduzindo-a antes de colocá-lo no torrador, evitando uma taxa elevada de variação; b. Saber controlar o tempo de cada fase, pois, proporcionalmente, quanto mais tempo durante a torra, mais se perde peso devido à desidratação do grão; c. Identificar a espécie do café e verificar a energia necessária, pois determinadas espécies demandam menos energia no processo; d. Inspeccionar a qualidade e o tamanho do grão, pois, se estiverem pequenos, podem ser separados para o recipiente de películas; e. Entender os sistemas envolvidos, pois o sistema por convecção perde mais do que por condução; f. Relacionar o tempo entre o término da torra até o grão atingir a temperatura ambiente, garantindo a qualidade na classificação final, pois, se ficar muito tempo, o café perde a doçura (Hewitt, 2015).

Durante a observação, percebeu-se que o participante utiliza dois tipos de torradores: um mais antigo, com chama direta no tambor, e outro moderno, com tambor revestido e sistema de isolamento térmico. Ele explicou que, apesar de o princípio de funcionamento ser semelhante, há diferenças significativas entre os aparelhos, especialmente no tempo de aquecimento e na eficiência do processo.

Qual a diferença entre os torradores? (Pesquisador)

Esse torrador aqui é um dos tipos mais antigos que tem... ele é parecido com o manual, mas já é elétrico..., mas tem um perfil bem mais antigo. A **chama dele é direta no tambor**, que eu acendo a chama aqui e ela tem contato direto no tambor. Os outros são **tambores isolados. Tem uma chapa que esquentada e os tambores são revestidos.** (P3)

De um para o outro, qual a diferença? (Pesquisador)

O princípio é o mesmo, para todos os torradores o princípio é o mesmo, só que esse eu ligo ela, **deixo a máquina esquentar**, tudo bonitinho primeiro, deixo o café esperando aqui nessa parte de cima, depois eu abro aqui, solto ele pra torrar e é o mesmo processo basicamente. Do mesmo jeito que **ele**

fica rodando ali, ele fica rodando aqui, e aqui ele resfria, só que fica mexendo para esfriar porque a quantidade é maior, tem um ventiladorzão embaixo. (P3)

Esse mais antigo demora bem mais que o moderno para esquentar? E por quê? (Pesquisador)

Aquele (mais moderno) **demora bem mais para esquentar porque é maior né... até esquentar todo ele, é mais demorado.** Esse o fogo é direto nele, aquele tem uma chapa e o tambor é todo fechado. (P3)

Os conhecimentos etnofísicos demonstrados pelo participante são evidentes, abrangendo desde a compreensão do princípio de funcionamento dos torradores até a relação entre o tamanho dos equipamentos e a quantidade de café que podem comportar. No caso da chama e do revestimento do tambor, é possível, ao relacionar com a Física Escolar, abordar conceitos como condutividade térmica, transferência de calor e isolamento térmico. O torrador mais moderno, por exemplo, utiliza um tambor revestido que reduz a perda de calor, aumentando a eficiência do processo (Hewitt, 2015).

Como você retira as películas? (Pesquisador)

A **separação eu penero** ele mesmo. Aquele tem o coletor de película, aquela caixa ali, que tem tipo um tubo... na hora que o café seca totalmente, ele solta uma peliculazinha, **e esse tem um sistema que tira essa película** na hora que está dentro do tambor mesmo. (P3)

A remoção da película que se desprende ao final da torra é uma etapa fundamental no processo. Quando se utiliza a peneira, observa-se a aplicação de conceitos físicos relacionados à força exercida ou às vibrações (Hewitt, 2015), que permitem que as películas caiam por entre os furos da peneira. Já no caso do torrador mais moderno, as películas são removidas por meio do fluxo de ar: devido à sua menor densidade, elas são aspiradas para um coletor específico.

Nesta etapa, percebe-se que o participante adquiriu seus conhecimentos por meio dos ensinamentos transmitidos pela proprietária. Porém, durante a entrevista, ele não descreveu com precisão os fenômenos físicos envolvidos no processo. Outro ponto relevante é a dificuldade identificada no serviço, especialmente na etapa de retirada do café do torrador. O participante considera essa etapa a mais complexa e acredita que não existem métodos para facilitar o trabalho. No entanto, os conhecimentos científicos podem complementar e aprimorar seus saberes culturais por meio da aplicação da Ciência/Física.

7.2 QUESTÕES DE APROFUNDAMENTO

Neste item, apresentamos os dados das observações e entrevistas, que não estão relacionados apenas aos conhecimentos etnofísicos. Buscamos relacionar a Educação com o mundo do trabalho por meio de conceitos gerais do setor cafeeiro e do Ensino de Física. O intuito é proporcionar ao leitor uma aproximação maior com o tema e gerar análises a partir dos dados para fundamentar os resultados deste trabalho. Dessa forma, incluímos nesta etapa a observação e a entrevista realizadas na unidade da EMBRAPII, além das entrevistas com os participantes da Fazenda Recanto.

7.2.1 Nota de campo: Unidade EMBRAPII

Nesta nota de campo, é importante destacar a relevância do Polo EMBRAPII para o mercado cafeeiro da região sul de Minas Gerais. Estive no local duas vezes, a primeira apenas para me apresentar e agendar a reunião com o professor e a segunda para observar o trabalho realizado e efetuar a entrevista. Nas duas vezes fui muito bem recebido, e durante a visita, mesmo com o IFSULDEMINAS em greve, o setor de pesquisas, por ser considerado essencial, continuou suas atividades, permitindo observar diversas demandas dos cafeicultores e dos alunos.

Descobri a unidade por meio das redes sociais enquanto pesquisava sobre o tema e percebi o impacto significativo que ela possui na colaboração com o setor cafeeiro e na área de pesquisa, sendo de grande importância para os produtores, alunos e para a sociedade em geral. Dessa forma, a escolha do local teve como objetivo aprofundar os conhecimentos sobre a cultura cafeeira presente em nossa região e compreender os processos produtivos realizados dentro desse setor.

Fui recebido por um pesquisador que se colocou à disposição para esclarecer todas as questões e me mostrar os laboratórios onde as pesquisas são realizadas. É relevante mencionar que pude acompanhar parte dos trabalhos desenvolvidos pelos alunos e, de modo particular, analisar os conceitos de Física envolvidos em seus projetos. Por exemplo, discutimos sobre problemas como o excesso de folhas na amostra de café de um produtor, que resultou em secagem irregular e afetou o resultado final.

Também tive a oportunidade de conhecer tecnologias que aplicam conceitos de

Física estudados no Ensino Médio, como no caso dos torradores, em que o professor destaca conceitos relacionados à elétrica e ao fluxo de calor. Durante o breve contato com os alunos, notei que, embora desenvolvam projetos relacionados à Física, muitos não têm afinidade com o estudo de seus variados conceitos, o que às vezes resulta em lacunas durante o processo de Ensino e Aprendizagem, especialmente oriundas da Educação Básica.

7.2.2 Discussão e análise das entrevistas

Visando proporcionar ao leitor uma visão mais ampla sobre o setor cafeeiro e uma compreensão geral das atividades realizadas, foram conduzidas entrevistas com os participantes P1 e P2, focando em temáticas específicas. Além disso, nesta análise, abordamos questões relacionadas ao Ensino de Física e às atividades desempenhadas no trabalho com os demais integrantes da fazenda.

No primeiro relato, o participante P1 descreve de forma sucinta os principais procedimentos do setor, como as operações de compra e venda de café, destacando também a importância do Brasil na economia cafeeira global.

Quais são as principais etapas dentro do setor cafeeiro? E quais os produtores apresentam maior demanda? (Pesquisador)

Basicamente o agronegócio é dividido de porteira para dentro, que é o setor de produção, que aí está todas as cooperativas, empresas até multinacionais que trabalham com fornecimento de insumo para o produtor. Aí tem todos os **tratos culturais, os meios de produção, colheita e pós-colheita**. O segmento da indústria é muito forte, um segmento mundial, o maior torrefador e exportador de café torrado moído é a Alemanha, e **nós somos o maior produtor de café e o segundo maior consumidor**, o primeiro é os Estados Unidos. Então esse segmento aqui no Brasil é forte, as indústrias de café torrado moído, são muitas, registradas são mais de três mil, e é um segmento que não conversa muito com o primeiro... ele compra ali do produtor e depois vai viver a vida dele lá, trabalhar o mercado dele lá... e no final temos uma cadeia de cafeterias, empresas de prestação de serviço que são as empresas de cafeteria e restaurantes, que também empregam várias tecnologias, um segmento grande e que gera muitos recursos. (P1)

Podemos compreender a importância da produção para o Brasil, evidenciada, por exemplo, pela expressiva quantidade de hectares plantados, conforme afirmam Durán *et al.* (2017, p. 109):

O Brasil é maior produtor de café no mundo, possuindo um parque cafeeiro (café arábica e conilon) de 2,2 milhões de hectares, distribuídos em 15 estados: Acre, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rondônia e São Paulo. Os maiores produtores são Minas Gerais e Espírito Santo, responsáveis por aproximadamente 75% da produção brasileira.

Na Fazenda Recanto, a participante P2 descreve as etapas específicas da produção, destacando que o plantio é realizado anualmente devido ao caráter perene do café. Além disso, enfatiza as fases de colheita e pós-colheita:

Quais são os processos/etapas envolvidos no cultivo do café aqui na fazenda? (Pesquisador)

É que é assim, o café como é um produto perene, o plantio não necessariamente ocorre todo ano né... então temos além do **plantio, os tratos culturais, a colheita e o pós-colheita**. (P2)

Ambos os participantes destacam a importância do pós-colheita para a qualidade final do produto, com ênfase especial na secagem dos grãos. O participante P1 ressalta, ainda, que a altitude, característica da região, contribui para a excelência do café, favorecendo o acúmulo de açúcares e ácido cítrico nos grãos, o que confere ao produto sua doçura e acidez:

O que é necessário para produzir café de qualidade? (Pesquisador)

Uh... é bastante fator, porque a genética influencia no processo, a **altitude** influencia e o **clima** também influencia no processo [...] Depois um trabalho bem feito de **colheita**, é importante, para pegar só os frutos maduros e depois o **pós-colheita** também influencia, pois a **secagem** do café é um ponto que pode prejudicar muito a qualidade... então fez uma **pós-colheita com uma secagem bem feita você já garante uma qualidade**... a altitude que falei é por conta do café ter a necessidade de acumular açúcar, para poder esse açúcar acabar chegando no grão, para ter um café mais doce e encorpado... esse açúcar vem principalmente da fotossíntese, que para ser realizada precisa de folhas nutridas, com área foliar grande, e com isso tem acúmulo de doçura... mas não é só doçura, acidez também é importante... para ter acidez, precisa ter noites frias, porque é produzido principalmente pelo ácido cítrico, que é uma rota metabólica que acontece pela respiração, e a respiração acontece a noite. Então dias quentes e noites frias é importante para o café ter qualidade, e isso acontece em **altitude**. (P1)

Quais são as diferenças entre as técnicas empregadas no cultivo do café tradicional e do café especial? (Pesquisador)

O cuidado no **pós-colheita** principalmente. Porque tudo se faz com cuidado, pensando assim no melhor..., mas **o que realmente diferencia depois, é o pós-colheita**, como você faz o tratamento do pós-colheita. (P2)

Para você, qual é o processo mais delicado no cultivo do café? (Pesquisador)

Acho que a **pós-colheita**. Porque você pode acabar estragando tudo aquilo que você teve durante o ano e no pós-colheita se você fizer malfeito ou de qualquer jeito, você pode ocasionar assim... presença de fungo e bactéria. Isso vai gerar um defeito de bebida. (P2)

Esse pós-colheita ele envolve quais processos? (Pesquisador)

A **secagem, a lavagem e a separação**. Então essa parte da via úmida, acho que pode envolver bastante a questão da Física, porque é onde faz a **separação dos grãos** (separação hidráulica, separação mecânica). (P2)

Grande parte do café produzido na fazenda é classificada como café especial, cuja qualidade é diretamente influenciada pelos cuidados aplicados na etapa de pós-colheita. Essa atenção aos detalhes é evidente na propriedade, refletindo o empenho dos proprietários e funcionários na execução dos procedimentos. Segundo Guimarães, Castro Junior e Andrade (2016), o mercado cafeeiro tem passado por

transformações que buscam elevar a qualidade e oferecer um produto diferenciado, como é o caso do café produzido na fazenda analisada. De modo geral, esse produto se destaca por:

[...] o aspecto dos grãos, disponibilidade limitada (micro lotes), variedades raras, origem dos plantios, história dos cafeicultores e da propriedade na qual o café é produzido, a forma de colheita e o tipo de preparo. Consideram-se, também, aspectos relacionados à sustentabilidade ambiental, social e econômica de produção e mudanças no processo indústria (Guimarães; Castro Junior; Andrade, 2016, p. 215).

A tecnologia é outro ponto central abordado durante as entrevistas. O participante P1 destaca o uso de maquinários e processos tecnológicos, como o lavador e o torrador, explicando os princípios de Física envolvidos. Por sua vez, a participante P2 ressalta que os avanços tecnológicos contribuem para a melhoria da produção, o que converge com a afirmação de Ormond, Paula e Faveret Filho (1999, p. 46): “a introdução de novas tecnologias e a maior preocupação com uma gestão profissional por parte dos produtores possibilitaram um aumento significativo da produtividade dos cafezais, bem como a melhoria do produto”.

Quais são as principais tecnologias utilizadas na fazenda, considerando todo o setor cafeeiro? (Pesquisador)

Temos algumas, como por exemplo a via húmida, que é o **lavador**, temos as máquinas, como as **colheitadeiras** e temos os implementos, que são as **trinchas, adubadeira...** (P2)

Como você acredita que poderia melhorar a sua produção de café? (Pesquisador)

Buscando cada vez **mais tecnologias**. (P2)

Quais tecnologias que os produtores utilizam que envolvem a Física? (Pesquisador)

Eu acho que as coisas não estão descentralizadas... esse equipamento que a gente usa aqui, o **torrador** [...] a colocação do volume de ar necessário, a troca de calor necessário no processo, porque o que torra o café é o contato dele com o tambor aquecido, mas 70% da torra é do ar aquecido. Tem toda uma necessidade de volume de ar, velocidade de ar, de pressão de ar dentro do torrador [...] (P1)

A busca por tecnologias aplicadas às diferentes etapas do processo de cultivo do café vem aumentando entre os produtores ao longo dos anos, o que pode ser explicado, segundo Ormond, Paula e Faveret Filho (1999, p. 20), da seguinte forma:

As experiências com novas tecnologias no cultivo do café têm trazido resultados significativos ao adensamento do plantio, racionalização dos tratamentos culturais, uso de sistemas de irrigação, seletividade na colheita e maiores cuidados no tratamento pós-colheita, com reflexos na redução de custos, no aumento da produtividade e na melhoria de qualidade do café colhido.

As maiores dificuldades relatadas pelos participantes no cultivo do café estão relacionadas à mão de obra, que tem se tornado cada vez mais escassa, tanto em termos de disponibilidade de pessoas dispostas a trabalhar no campo quanto de mão

de obra especializada para determinadas atividades. O participante P1 destacou o alto custo da colheita, seja pelo investimento em grandes maquinários, seja pela necessidade de um número significativo de trabalhadores para algumas áreas.

As questões climáticas, discutidas anteriormente nesta pesquisa, também foram apontadas como um desafio significativo, conforme identificado nas entrevistas e observações. Por outro lado, os demais participantes não mencionaram dificuldades específicas em suas atividades, mas enfatizaram a importância de manter atenção e cuidado no desempenho de suas tarefas.

Quais são as maiores dificuldades enfrentadas por um produtor de café hoje? (Pesquisador)

No **custo da colheita**. Então temos tecnologias para a colheita, mas está condicionada a máquinas que andam mais no plano, não anda tanto na declividade... Mas hoje já existem tecnologias para melhorar esse processo, então assim, o pequeno produtor que está em áreas mais declivosas, não tem acesso a essa tecnologia. (P1)

Quais são as principais dificuldades encontradas atualmente no cultivo do café? E Por quê? (Pesquisador)

Questões **climáticas e mão de obra**. Climática porque o café como qualquer outra planta depende muito das condições, precisa de calor no tempo certo, de chuva no tempo certo, de frio no tempo certo, de seca no tempo certo... e como está tudo bagunçado, torna-se difícil e mão de obra porque está muito difícil de atrair o pessoal para o campo. (P2)

Qual a maior dificuldade manuseio do café? (Pesquisador)

Falta de **mão de obra**, mão de obra qualificada. (P4)

Em relação aos fatores que poderiam facilitar o trabalho realizado, os participantes foram entrevistados durante a execução de suas atividades. Eles relataram não identificar elementos que pudessem tornar suas funções mais simples. Nos casos mencionados, houve poucas manifestações sobre o questionamento, possivelmente porque os participantes realmente acreditavam nessa afirmação ou, talvez, por receio de expressar suas opiniões.

Tem alguma coisa, algum procedimento que facilitaria sua atividade? (Pesquisador)

Acho que agora já **chegou em um ponto que tá ok**. (P3)

Ahh, **acho que não**. Tem a turma que panha na maquininha né... aqui tá a turma que panha na mão... (P5)

Não... aqui é só ter foco, se tiver dúvida tem que ver antes. Prestar muita atenção [...] (P6)

Ao abordar aspectos relacionados à Física e ao Ensino de Física para compreender a percepção dos participantes, obtive respostas que demandam uma análise cuidadosa. Essa análise inicia-se ao observar o estranhamento, o receio e a dúvida demonstrados pelos participantes ao mencionar que minha pesquisa relaciona o trabalho que eles desenvolvem com a Física.

Iniciei perguntando o que a Física significa para eles ou como a definiriam. Os

exemplos de respostas estão apresentados abaixo, e destaco o perceptível desconforto, aliado à incerteza, durante o momento de responder. As respostas convergem para a ideia de algo que eles não conseguem explicar claramente, mas que definem como importante e presente em nossas ações cotidianas.

O que significa Física para você? Como você define Física? (Pesquisador)
 Nossa... um mal necessário... (risos) [...] **faz parte do dia a dia, da natureza e saber empregar é fundamental** para ter sucesso em muitos pontos, obtendo informações, usando informações de forma correta e sendo produtivo. (P1)

Nossa, eu!? A Física? Depende... **A Física acho que está presente em tudo que a gente faz**, então assim, eu definiria como algo assim, que tá dentro aqui da nossa atividade... a gente faz sem perceber. (P2)

Uhh... agora você me apertou... (risos)... Defina a Física!? (refletindo) É... agora você me apertou... bom é... tipo assim... **é um trem fundamental, importantíssimo que as vezes a gente não dá tanto valor como deveria dar**... não sei como expressar isso em palavras. (P3)

Esta pergunta surgiu a partir do estranhamento que percebi nos participantes ao dizer que minha pesquisa está relacionada à Física. Dessa forma, questionei-os com o objetivo de fazê-los refletir sobre o que realmente entendem por Física e seu significado fora da sala de aula. Infelizmente, a Física é vista como algo difícil, repleto de teorias e cálculos, o que leva o indivíduo a acreditar que não será capaz de aprender. Com essa pergunta, consegui reduzir o impacto inicial e obter respostas mais sutis posteriormente, de modo que os participantes passaram a ver a Física de uma maneira diferente daquela vivenciada em sala de aula.

Outra questão abordada foi a percepção dos participantes sobre a presença da Física em suas práticas e atividades profissionais. Perguntei a eles se conseguiam identificar a Física no seu cotidiano e citar exemplos. A maioria respondeu afirmativamente, embora tenha refletido bastante antes de confirmar suas respostas. Nem todos souberam identificar ou exemplificar. O participante P1, por trabalhar com pesquisas no setor cafeeiro, citou vários exemplos, enquanto os participantes da fazenda fizeram associações conforme as atividades que realizam.

Você percebe a presença da Física em suas atividades? (Pesquisador)
Sim... sempre... leis de **termodinâmica**, de **velocidade**... [...] o lavador, ele é um separador de **densidade** [...] tem **mesas vibratórias** [...] Usamos **muita vazão de ar**. Hoje estamos trabalhando muito com drone, o **voos do drone**, para ver quanto que o vento atrapalha, pois dependendo da velocidade e direção do vento atrapalha a pulverização do drone [...] Posicionamento através de **GPS**, pois tem muito equipamento que usa a **localização** para andar pela lavoura. (P1)

Talvez... talvez... **eu acho que sim**. A torra é muita Física, a parte de torra é muita Física... bom, mas que eu consiga lembrar agora não sei... (pensando) [...] As mudanças físicas do café durante a torra né... porque ele sofre muita mudança física... acho que desde a secagem eu acho que tem muita mudança Física. Influência de **temperatura, calor, umidade, pressão**... (P3)

Não percebo. (P5)

Sim, em tudo uai. Em **vários pontos**, sem a Física o café não subiria ou descia, tipo **gravidade** né? A Física tem relação com o **fogo** pra secar o café né... (P4)

Com certeza. Pensando no pós-colheita, a **separação hidráulica, a separação mecânica**, tudo isso envolve a Física, Na colheita, a **vibração** que faz o café cair do pé e rolar e ir pra carreta... tudo isso depende de Física. (P2)

Ao questionar os participantes sobre sua capacidade de identificar e relacionar os conceitos e conteúdos de Física abordados no processo de ensino e aprendizagem escolar com as atividades no trabalho, buscamos, conforme Freire (2018), identificar se eles conseguem refletir criticamente sobre suas ações, de modo a conectar o que aprenderam na escola com suas atividades cotidianas. Essa relação pode ser compreendida por meio do conceito de “práxis”, ou seja, a reflexão e a ação dos indivíduos sobre a realidade, o mundo em que vivem, de modo a transformá-la (Freire, 2018).

A “hominização” opera-se no momento em que a consciência ganha a dimensão da transcendentalidade. Neste instante, liberada do meio envolvente, despega-se dele, enfrenta-o, num comportamento que a constitui como consciência do mundo. Nesse comportamento, as coisas são objetivadas, isto é, significadas e expressadas: o homem as diz. A palavra instaura o mundo do homem. A palavra, como comportamento humano, significante do mundo, não designa apenas as coisas, transforma-as; não é só pensamento, é “práxis”. Assim considerada, a semântica é existência e a palavra viva plenifica-se no trabalho (Freire, 2018, p. 25-26).

Em determinado momento, quando os participantes já estavam mais familiarizados com a relação entre a Física e suas atividades, comecei a perguntar sobre o Ensino Médio que realizaram e como seria aprender os conceitos e conteúdos de Física escolar alinhados às práticas do dia a dia. De modo geral, a Física escolar com a qual tiveram contato foi apresentada de forma tradicional, ou seja, predominantemente teórica, com ênfase em equações e cálculos para memorização. Entre os participantes, quatro cursaram o Ensino Médio regular, um o concluiu posteriormente pelo EJA, e um não frequentou a escola.

Quando questionados sobre a possibilidade de aprender Física escolar conectada às práticas do mundo do trabalho, de forma a complementar seus conhecimentos culturais (Etnofísica), e ressaltando que não se trata de considerar um conhecimento superior ao outro, as respostas foram positivas. Esse contexto pode ser relacionado às ideias abordadas por Freire (1967), que busca uma Educação voltada para a tomada de decisões e para a responsabilidade social do indivíduo, de modo que o ensino ocorra de maneira mais próxima à sua realidade, tornando-se mais

significativo.

A ideia de a escola ensinar conteúdos de Física mais próximos das situações do dia a dia seria melhor? Por quê? (Pesquisador)

Eu acho que existe a necessidade que quando a gente aprende na teoria, a gente acaba de alguma forma **usando na prática**... acho que ia ficar muito **melhor se aprendesse na prática a Física**. [...] Em uma aula aprende muito. (P1)

Com certeza. Eu por exemplo sou um ótimo de que só consigo entender a teoria na **prática**. Várias coisas de Física que eu nunca consegui entender, eu consegui entender trabalhando aqui. Mesmo caso com a Química. Coisas que pra mim não faziam menor sentido, trazendo para a prática eu consigo entender. Com certeza, se chegasse aqui sabendo, seria bem melhor. (P2)

Iria ser mais fácil né!? Porque assim, no Ensino Médio eles tacam um tanto de fórmula na gente e não explica pra que aquilo vai servir... então se eu soubesse: Ó, você vai **aplicar** isso daqui em tal lugar, você vai aplicar essa outra coisa aqui em outro lugar diferente... aí ia ser bem mais fácil né!? (P3)

Eu acho que sim... (P5)

Meu pai do céu... eu vim aprender a assinar meu nome aqui... se aprendesse coisas assim na escola **ia ser muito melhor**. (P6)

Exemplos destacados indicaram que a realização de aulas práticas, aliadas à integração entre conteúdo teórico e prático, seria um ponto positivo para a compreensão e o entendimento do que está sendo aprendido, além da relação do conteúdo com as suas atividades. Dessa forma, fundamentados em um viés freiriano, defendemos que a Educação deva ser contextualizada na realidade do aluno, como afirma Freire (1967, p. 41-42):

A integração ao seu contexto, resultante de estar não apenas nele, mas com ele, e não a simples adaptação, acomodação ou ajustamento, comportamento próprio da esfera dos contatos, ou sintoma de sua desumanização, implica em que, tanto a visão de si mesmo, como a do mundo, não podem absolutizar-se, fazendo-o sentir-se um ser desgarrado e suspenso ou levando-o a julgar o seu mundo algo sobre que apenas se acha. A sua integração o enraiza. Faz dele, na feliz expressão de Marcel, um ser “situado e datado”. Daí que a massificação implique no desenraizamento do homem. Na sua “destemporalização”. Na sua acomodação. No seu ajustamento.

Com isso, fica evidente em nosso estudo que uma Física escolar contextualizada com a vida do indivíduo proporcionaria mais sentido para os participantes e seria um recurso valioso, em um segundo momento, para aprimorar as perspectivas cotidianas fora do ambiente escolar, contribuindo para melhores resultados no trabalho.

8 RESULTADOS

Para compor os resultados deste trabalho, cujo objetivo é apresentar os conceitos e conteúdos evidenciados nas etapas do setor cafeeiro, demonstramos que existe uma íntima relação entre a Física e o mundo do trabalho. Identificamos e dividimos todos os conceitos obtidos através das análises das observações e entrevistas com os participantes.

Nesta etapa, apresentamos de maneira sistematizada como os conceitos de Física são estudados na Educação Básica, através da separação do conteúdo por grandes áreas. De acordo com a análise realizada, foi perceptível a aplicação dos conhecimentos de Física em diversas atividades cotidianas, mesmo que de forma intuitiva, tanto pelos trabalhadores que operam os maquinários quanto pelos que realizam trabalhos manuais.

Com base nos conteúdos de Física presentes no currículo da Educação Básica no Brasil, que podem ser organizados em grandes áreas como mecânica, termologia, óptica e ondulatória, sistematizamos, no Quadro 3, os conceitos de Física abordados de forma geral. Na coluna 1, estão descritas as seis etapas gerais de todo o processo existente na Fazenda Recanto; na coluna 2, são sintetizados os processos específicos realizados em cada uma dessas etapas; na coluna 3, classificamos as áreas de conhecimento da disciplina de Física; e, por fim, na coluna 4, listamos todos os conceitos de Física identificados em uma primeira análise.

Quadro 3 – Sistematização dos resultados conforme as observações e entrevistas
(continua)

Etapas gerais	Processos específicos	Área do conhecimento	Conceitos aplicados
Plantio	Preparação para o plantio	Astronomia	Movimentos da Terra, posição do sol, clima e estações do ano
		Geofísica	Alinhamento, curva de nível, nivelamento e altitude (frio, calor e posição do sol)
	Uso dos maquinários e	Mecânica	Velocidade, distância, tempo, aceleração, deslocamento e

Quadro 3 – Sistematização dos resultados conforme as observações e entrevistas (conclusão)

	locais do plantio dos pés de café		espaçamentos
	Monitoramento das tecnologias	Ondulatória	Localização (GPS)
Mecânica		Aerodinâmica	
Colheita	Sistemas diversos relacionados à colheita	Mecânica	Plano inclinado, vibrações e força de atrito
		Ondulatória	Localização (GPS)
Via Úmida	Lavar os frutos	Mecânica dos Fluidos	Vazão de água (Bernoulli)
	Separação dos frutos	Mecânica	Densidade, vibração, elevadores, forças, atrito e ângulo de repouso
Secagem	Secar os frutos	Termologia	Temperatura, calor, transferência de calor, leis da termodinâmica, fluxo de ar e umidade
Torrefação	Preparo e manuseio dos equipamentos	Eletricidade	Resistência, voltagem, tensão e amperagem
	Durante o processo de torra	Termologia	Temperatura, calor, pressão, umidade (desidratação), transferência de calor e leis da Termodinâmica
		Mecânica	Volume, pressão, velocidade de ar e separação de misturas
Classificação	Controle de qualidade do café	Mecânica	Separação de grãos (peso, densidade e tamanho)
	Classificação	Óptica	Separação por cor

Fonte: Elaboração própria (2024).

Com o objetivo de estabelecer uma aproximação mais direta entre os conceitos identificados durante a coleta de dados e sistematizados no Quadro 3, realizamos uma relação mais específica com o currículo da Educação Básica. No tópico seguinte, catalogamos os conceitos, adotando como ponto de partida as grandes áreas da

Física. Em seguida, essas áreas foram subdivididas em subáreas (conteúdos) e relacionadas aos conceitos identificados. Na última coluna, apresentamos exemplos de aplicabilidade para cada conteúdo.

A área que apresentou mais conceitos que são estudados no Ensino Médio foi a mecânica, seguida pela termologia, ondulatória e óptica respectivamente, além de alguns conceitos serem apresentados como áreas específicas, pois podem ser estudados na Educação Básica de acordo com o material de algumas instituições.

Essa análise evidencia a importância de integrar os conhecimentos etnofísicos dos trabalhadores nas práticas educacionais, de modo que o trabalho desenvolvido por eles possa ser reconhecido e influenciar as aulas de Física. Ao aprimorar esses conhecimentos, em um segundo momento, é possível melhorar a eficiência das operações e a qualidade do produto final.

Por exemplo, na etapa de secagem do café, o participante demonstrou uma compreensão básica de termodinâmica, abordando conceitos de calor, temperatura e umidade interna dos frutos. Da mesma forma, na operação dos secadores, os conceitos de mecânica e termodinâmica são constantemente aplicados para garantir a eficiência do trabalho.

8.1 RELAÇÃO DAS ETAPAS DO SETOR CAFEIEIRO COM O ENSINO DE FÍSICA: EXEMPLOS DE APLICABILIDADE DOS CONCEITOS

No Quadro 4, com base no quadro anterior, identificamos e sintetizamos os resultados dos conceitos aplicados nas diferentes etapas do setor cafeeiro, considerando o Ensino de Física na Educação Básica. Os exemplos de aplicabilidade foram organizados conforme as etapas e procedimentos em que é possível identificar e compreender uma maior diversidade de conceitos e conteúdos. No entanto, os conceitos apresentados também podem ser aplicados a outras etapas e/ou procedimentos do setor cafeeiro, além dos exemplificados.

Quadro 4 – Sistematização dos conceitos de acordo com o Ensino de Física
(continua)

Área do Conhecimento	Conteúdos	Conceitos	Exemplo de aplicabilidade
Mecânica	Cinemática	Movimentos retilíneos	Plantio e colheita

Quadro 4 – Sistematização dos conceitos de acordo com o Ensino de Física
(continuação)

		- M.U e M.U.V	– Deslocamento dos maquinários
	Dinâmica	Leis de Newton	Colheita – Procedimentos manuais ou mecanizados e funcionamento de equipamentos
		Força peso	
		Força de atrito	
		Plano inclinado	
		Energia mecânica	
		Movimentos periódicos	
Hidrostática e Hidrodinâmica	Teoria vasos comunicantes	Via Úmida – Procedimentos para lavagem, separação e preparação do café	
	Volume		
	Pressão		
	Densidade		
	Princípio de Bernoulli		
Aerodinâmica	Princípio de Bernoulli - Fluxo de ar e forças	Plantio - Uso de equipamentos (drones) para o monitoramento, pulverização ou irrigação	
Gravitação Universal	Força Gravitacional – Centro de gravidade	Colheita - Procedimentos de colheita e uso de equipamentos	
Separação de misturas	Peneiração	Torrefação e classificação – Retirar cascas e separar grãos	
Termologia	Termometria	Temperatura	Secagem – Uso dos secadores mecânicos
		Escalas termométricas	
	Calorimetria	Calor	Torrefação – Estudo dos processos da torra do café
		Transferências de calor	
Propagação do calor			
	Capacidade térmica		
Termodinâmica	Leis da Termodinâmica	Torrefação – Energia e transformações	
Ondulatória	Ondas mecânicas	Propagação e fenômenos	Colheita – Vibrações e fenômeno de ressonância

Quadro 4 – Sistematização dos conceitos de acordo com o Ensino de Física
(conclusão)

Óptica	Luz e Reflexão	Propagação, reflexão e absorção de luz	Pós-colheita – Separação dos frutos verdes e maduros
Específicas	Astronomia	Fenômenos astronômicos e explorações	Plantio – Locais de plantação; fenômenos relacionados à Astronomia e mudanças climáticas
	Geofísica	Física atmosférica (altitude)	

Fonte: Elaboração própria (2024).

Na cafeicultura, a Física está presente em diversas situações do dia a dia, conforme demonstrado nos resultados apresentados nos Quadros 3 e 4. A seguir, no contexto do Ensino de Física, explicamos alguns conceitos físicos envolvidos de acordo com cada etapa do setor cafeeiro, ilustrando como determinadas situações podem ser abordadas durante as aulas. A relação estabelecida baseia-se no Ensino Superior, com o objetivo de não detalhar o funcionamento completo de maquinários ou práticas agrícolas, mas sim de destacar exemplos específicos que evidenciem a aplicação da Física nesse contexto.

8.1.1 Plantio

Na etapa de plantio do café, conforme descrito nas análises de campo, o primeiro exemplo a ser discutido em relação à Física refere-se ao movimento do trator ou de outros maquinários. De acordo com Young e Freedman (2008a), esse movimento pode ser analisado no âmbito da cinemática, especificamente no estudo de movimentos retilíneos, abordando conceitos como deslocamento, tempo, velocidade e aceleração.

A velocidade e a aceleração são grandezas vetoriais e, portanto, devem ser descritas com módulo, direção e sentido. Considerando que o trator percorre um trajeto ao longo de uma linha reta, é necessário adotar um sistema de coordenadas, cuja origem é o ponto 0 (início), identificando sua posição no espaço por um ponto específico. Nesse contexto, o trator pode ser tratado como uma partícula (Young; Freedman, 2008a).

Dessa forma, a posição do trator será representada por uma coordenada no eixo X, que varia ao longo de um intervalo de tempo à medida que o trator se desloca

pelo cafezal. O deslocamento do trator, considerado como uma partícula, é um vetor no eixo X, apontando do ponto inicial ao ponto final de sua trajetória.

Segundo Young e Freedman (2008a), a velocidade média do trator, também uma grandeza vetorial, pode ser calculada pela variação da coordenada x em relação ao intervalo de tempo. Em outras palavras, a velocidade média depende do tempo que o trator levou para percorrer uma distância determinada. Assim, com a variação da coordenada no eixo X, representada por Δx , o deslocamento do trator pode ser expresso pela seguinte fórmula:

$$\Delta x = x_1 - x_2 \quad (1)$$

Sendo x_1 o espaço inicial e x_2 o espaço final do deslocamento do trator.

Deste modo, possuindo o intervalo de tempo (Δt) e o deslocamento do trator, podemos encontrar sua velocidade média a partir da divisão destes termos, conforme representado a seguir:

$$V_{mx} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (2)$$

Sendo V_{mx} a velocidade média (em que m representa o valor médio e x a coordenada no eixo X).

Se a velocidade apresentar um valor positivo, isso indica que o trator se desloca, no intervalo de tempo estabelecido, no sentido positivo do eixo X. Caso contrário, o valor da velocidade será negativo. Entretanto, a velocidade média não fornece informações detalhadas sobre o módulo e o sentido precisos do movimento do trator, sendo necessário determinar a velocidade instantânea, ou seja, a velocidade em um instante específico no intervalo de tempo (Young; Freedman, 2008a).

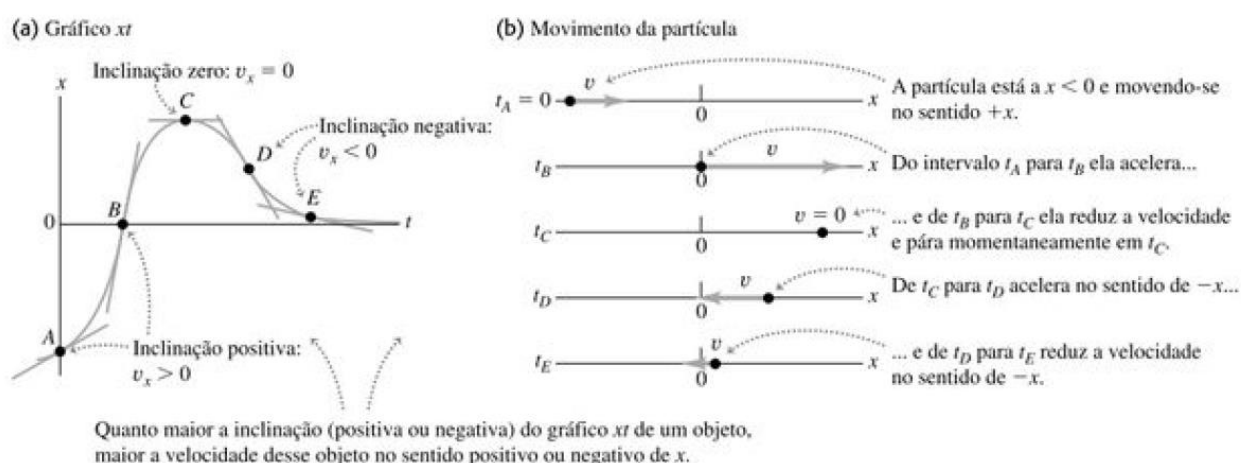
Dessa forma, é como se o ponto final do deslocamento do trator se aproximasse do ponto inicial. Ao nos referirmos à velocidade, geralmente estamos considerando a velocidade instantânea do trator. Young e Freedman (2008a, p. 38) afirmam que “a velocidade instantânea é o limite da velocidade média quando o intervalo de tempo tende a zero; ela é igual a taxa de variação da posição com o tempo.”

$$V_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \quad (3)$$

Sendo V_x a velocidade instantânea apresentada como a derivada de x em relação a t .

Na Figura 10, de acordo com Young e Freedman (2008a), é possível compreender o movimento de uma partícula por meio de um gráfico x t e também através de um diagrama que representa o seu deslocamento. No caso do trator, podemos utilizar tanto o gráfico quanto o diagrama para explicar sua trajetória, demonstrando o vetor velocidade em cada instante do movimento, além de identificar os pontos em que o trator possui velocidade igual a zero ou velocidade máxima. Essa abordagem facilita o entendimento dos alunos em relação aos gráficos e torna a parte numérica mais clara por meio do diagrama.

Figura 11 – a) Gráfico x t do movimento de uma certa partícula b) Diagrama do movimento mostrando a posição e a velocidade da partícula em cada um dos cinco instantes indicados no gráfico x t



Fonte: YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, R. A. Física I – Mecânica. 12. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2008a, p. 41.

Outro conceito que pode ser exemplificado é o de aceleração, uma grandeza vetorial que descreve a variação da velocidade do trator em um intervalo de tempo. Essa variação pode representar tanto um aumento quanto uma redução na velocidade, conforme veremos a seguir.

De acordo com Young e Freedman (2008a), ao considerar novamente o sistema de coordenadas, a aceleração média do trator pode ser determinada com base na ideia de que ele se desloca do ponto inicial ao ponto final, comportando-se como uma grandeza vetorial no eixo X (daí o uso do subíndice x na equação). Assim, a aceleração média é calculada como a razão entre a variação da velocidade instantânea e o intervalo de tempo:

$$a_{mx} = \frac{V_{2x} - V_{1x}}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta V_x}{\Delta t} \quad (4)$$

Destacamos a importância de atentar ao uso das unidades. No Sistema Internacional (SI), a velocidade é expressa em metros por segundo (m/s) e a aceleração em metros por segundo ao quadrado (m/s^2), pois a distância é fornecida em metros (m) e o tempo em segundos (s).

Assim como ocorre com a velocidade, também existe a aceleração instantânea que o trator apresenta ao longo de seu deslocamento. Ela pode ser determinada ao imaginar que o ponto final se aproxima do inicial, com a aceleração média sendo calculada em intervalos de tempo cada vez menores (Young; Freedman, 2008a).

Dessa forma, quando o limite da aceleração média tende a zero, obtemos a aceleração instantânea na componente x:

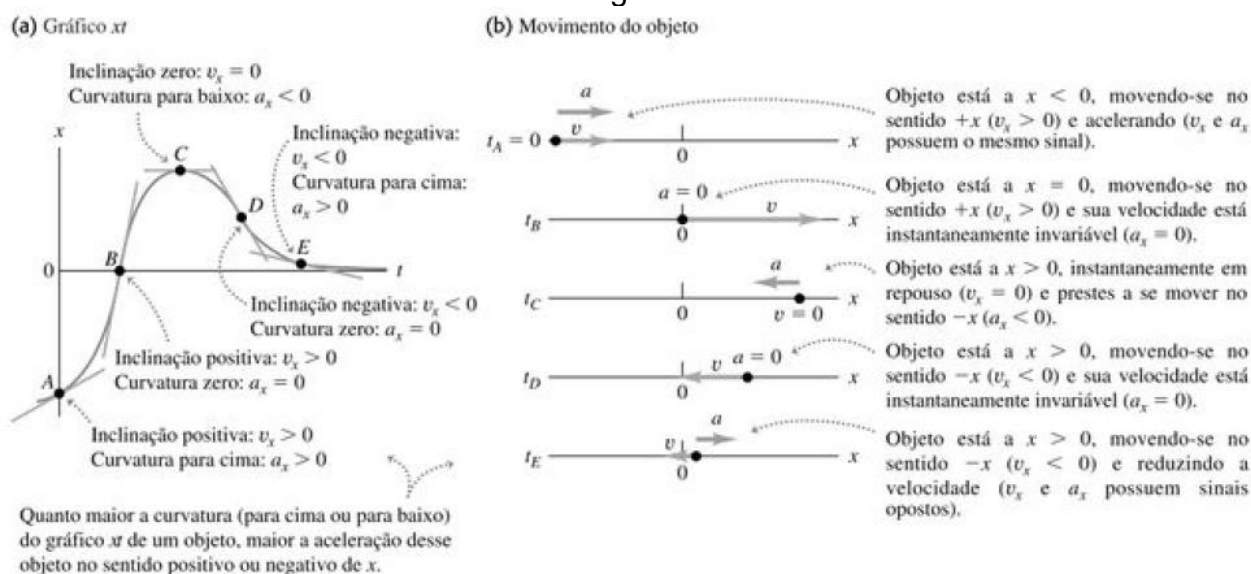
$$a_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta V_x}{\Delta t} = \frac{dV_x}{dt} \quad (5)$$

Se o sinal da velocidade for igual ao da aceleração, o trator estará em movimento acelerado. Nesse caso: um sinal positivo indica que o trator se desloca no sentido positivo, aumentando sua velocidade, enquanto sinais negativos indicam que o trator se move no sentido negativo, com a velocidade também aumentando em módulo (mais negativa).

Por outro lado, se os sinais forem diferentes, o trator estará em movimento retardado, ou seja: com velocidade positiva e aceleração negativa, o trator se move no sentido positivo, mas com velocidade decrescente; com velocidade negativa e aceleração positiva, o trator se desloca no sentido negativo, mas com uma velocidade que se torna menos negativa (Young; Freedman, 2008a).

Na Figura 12, conforme Young e Freedman (2008a), é possível demonstrar o movimento de uma partícula, semelhante à figura anterior. No entanto, no diagrama do movimento (b), podemos visualizar o deslocamento realizado pelo trator com aceleração, identificando claramente os momentos em que a aceleração é igual a zero e aqueles em que o trator está acelerando para iniciar o movimento.

Figura 12 – a) O mesmo gráfico x t indicado na Figura 11 b) Diagrama do movimento mostrando a posição, a velocidade e a aceleração da partícula em cada um dos instantes indicados no gráfico x t



Fonte: YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, R. A. *Física I – Mecânica*. 12. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2008a, p. 45.

De acordo com Young e Freedman (2008a), não é recomendado utilizar o termo "desaceleração" quando, por exemplo, o trator está diminuindo sua velocidade, pois o valor de a_x depende do sinal de V_x , podendo ser positivo ou negativo. Ao analisar a aceleração do trator por meio do gráfico apresentado na Figura 11, é possível determinar sua aceleração utilizando a seguinte equação:

$$a_x = \frac{dV_x}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dt} \right) = \frac{d^2x}{dt^2} \quad (6)$$

Ao analisarmos a aceleração do trator por meio da concavidade do gráfico de seu deslocamento, utilizamos a derivada de segunda ordem. Quando o gráfico apresenta concavidade voltada para cima, a aceleração é positiva, indicando uma velocidade crescente. Por outro lado, quando a concavidade está voltada para baixo, a aceleração é negativa, indicando uma velocidade decrescente (Young; Freedman, 2008a).

Consideremos o caso em que o trator realiza um movimento retilíneo com aceleração constante, ou seja, sua velocidade varia de maneira uniforme ao longo de todo o movimento. De acordo com Young e Freedman (2008a), nesse cenário, a aceleração média terá um valor constante para qualquer intervalo de tempo, permitindo substituir a aceleração média pela aceleração constante a (instantânea):

$$a_x = \frac{V_{2x} - V_{1x}}{t_2 - t_1} \quad (7)$$

Considerando $t_1 = 0$ e t_2 como um instante posterior, podemos denominá-lo simplesmente como t . Assim, no instante $t = 0$, a velocidade será V_0 . De modo que:

$$a_x = \frac{V_x - V_{0x}}{t - 0} \quad (8)$$

$$V_x = V_{0x} + a_x t \quad (9)$$

A equação acima é utilizada para movimentos em que a aceleração é constante, sendo a_x a taxa constante de variação da velocidade. Com essa equação, é possível determinar a variação total da velocidade desde o instante inicial até um instante posterior.

Para determinar a posição x da partícula que se move com aceleração constante, utilizamos uma equação derivada da velocidade média (V_{mx}), válida tanto para aceleração constante quanto variável. Assim, no instante $t = 0$, a posição inicial será x_0 , e, em um instante posterior, a posição será x .

$$V_{mx} = \frac{x - x_0}{t} \quad (10)$$

A equação abaixo também pode ser utilizada para determinar V_{mx} , porém apenas em casos em que a aceleração seja constante. Se considerarmos que o trator possui aceleração constante, sua velocidade média, calculada para qualquer intervalo de tempo, corresponderá à média aritmética das velocidades nos instantes inicial e final.

$$V_{mx} = \frac{V_{0x} + V_x}{2} \quad (11)$$

Ao substituir a equação (8) na equação acima, obtemos uma expressão válida somente para aceleração constante:

$$V_{mx} = V_{0x} + \frac{1}{2} a_x t \quad (12)$$

Além disso, ao igualar a equação (9) à equação acima, obtemos a nova posição em que o trator estará, a qual dependerá da soma de sua posição inicial, da distância que percorreria se sua velocidade fosse constante e da distância adicional decorrente da variação da velocidade.

$$x = x_0 + V_{0x} t + \frac{1}{2} a_x t^2 \quad (13)$$

Caso o tempo percorrido pelo trator seja desconhecido, ao combinar as equações (8) e (12), obtemos uma equação que depende apenas da posição, da

velocidade e da aceleração:

$$V_x^2 = V_{0x}^2 + 2a_x(x - x_0) \quad (14)$$

Quando sabemos que a aceleração é constante, mas não conhecemos seu valor, podemos utilizar a equação que depende da posição, da velocidade e do tempo:

$$x - x_0 = \left(\frac{V_{0x} + V_x}{2} \right) t \quad (15)$$

Deste modo, utilizando o exemplo do trator, que é utilizado durante esta etapa, aliado às definições e equações acima, com base em Young e Freedman (2008a), é possível exemplificar e explicar várias situações iniciais para compreender o estudo dos movimentos, relacionando um conhecimento cultural amplamente utilizado no campo com conteúdos do Ensino de Física.

Outra situação que pode ser compreendida nas aulas de Física, e que possui amplos conhecimentos etnofísicos durante a etapa de plantio, é sobre conceitos de Astronomia. O produtor possui um rico conhecimento sobre onde, como e quando plantar o café, e isso tem relação direta com o Ensino de Física. Tais conceitos podem ainda ser considerados interdisciplinares, trabalhando conjuntamente com as disciplinas de Geografia e Biologia.

O espaçamento entre os pés de café, necessário para o plantio, está relacionado ao terreno, pois esse fator determina a quantidade de radiação solar que as plantas irão receber e como irão se desenvolver. A inclinação do terreno afeta diretamente a qualidade do café, sendo as áreas de aclave consideradas as melhores para determinar a qualidade desse produto.

O espaçamento deve ser maior nessas áreas, pois o ângulo de incidência do sol nas plantas determina as regiões que mais irão receber luz e, assim, desenvolver fotossíntese. Em terrenos planos, os pés de café podem ser alocados com espaçamentos menores, desde que se tome cuidado para que não haja um acúmulo excessivo de plantas em um determinado espaço, pois a luz solar incidente ocorre de forma mais uniforme, fazendo com que todas as plantas recebam luz de maneira proporcional.

Em geral estamos interessados em conhecer a quantidade de energia por unidade de área e por unidade de tempo que chega em um determinado lugar da superfície da Terra, que chamamos insolação do lugar. A insolação varia de acordo com o lugar, com a hora do dia e com a época do ano (Oliveira Filho; Saraiva, 2014, p. 46).

De acordo com Oliveira Filho e Saraiva (2014), a latitude geográfica pode ser definida como o ângulo entre o equador terrestre e o paralelo do local em análise, ou

seja, refere-se à altura do polo elevado. Deste modo, a latitude interfere diretamente no plantio do café, seja influenciando a temperatura ou a incidência de luz solar. Na região do estudo, temos uma altitude elevada combinada com uma latitude tropical, o que resulta em características importantes para a qualidade do café, como a doçura e a acidez.

Ao estudar as coordenadas astronômicas, mais especificamente o sistema horizontal, encontramos uma relação direta com o plantio do café, com destaque para a coordenada azimute, ou seja, “o arco medido sobre o horizonte, no sentido horário (NLSO), com origem no ponto cardeal Norte e fim no círculo vertical do astro. O azimute varia entre 0° e 360° ” (Oliveira Filho; Saraiva, 2014, p. 16).

Deste modo, o azimute exerce influência sobre a incidência de luz solar, especialmente em regiões de aclave, afetando a quantidade de luz que os pés de café recebem ao longo do dia. Muitos agricultores utilizam conhecimentos etnofísicos para determinar a área a ser plantada, mas com a evolução da tecnologia, alguns recorrem a softwares que determinam linhas de plantio para obter um azimute que proporcione uma incidência de radiação solar mais homogênea (Pinho *et al.*, 2021).

Interferências climáticas fazem parte de todo o cultivo do café, inclusive na etapa de plantio. Esse tema pode ser estudado nas aulas de Física, mostrando aos alunos como o clima pode ser positivo ou negativo para o cultivo, especialmente ao explicar a elevação das temperaturas e os impactos do efeito estufa. “A variabilidade climática parece ser o principal fator responsável pelas oscilações e frustrações da produtividade dos grãos de café no Brasil” (Pinho *et al.*, 2021, p. 3).

O estudo do efeito estufa e das radiações permite que os alunos compreendam questões relacionadas ao plantio, além de promover um pensamento crítico. O aquecimento global e suas implicações têm relação com as instabilidades do período de seca ou de chuva, essenciais para essa etapa, e que se tornam desafios cada vez mais frequentes para os produtores, conforme relatado em uma das entrevistas.

O produtor possui conhecimentos etnofísicos sobre as estações do ano e os climas propícios para o plantio e o desenvolvimento do café. Esta etapa geralmente ocorre em períodos chuvosos e com temperaturas amenas, favorecendo o crescimento e o desenvolvimento dos pés de café com maior qualidade, o que resulta em uma colheita futura de bons frutos. Saber a época certa de plantar, alinhando esses fatores, pode eliminar a necessidade de equipamentos de irrigação.

Para que se possa ter um melhor desenvolvimento dos pés de café, a

fotossíntese e a floração ocorrem na primavera, o que pode ser explicado ao estudar as estações do ano, ocasionadas pelo movimento de translação da Terra em torno do Sol: “[...] permanecendo o eixo terrestre inclinado à normal ao plano que contém a órbita terrestre (plano da eclíptica), provocando um aquecimento desigual dos hemisférios ao longo do ano, originando as estações climáticas” (Oliveira, 2008, p. 10).

Outro fator importante devido a esse movimento é a época do plantio, influenciada pelas temperaturas de cada estação, pois o café necessita de temperaturas mais baixas para formar grãos de alta qualidade. Alinhando esse conceito com o tipo de terreno, a altitude favorece o aumento da qualidade, pois os pés de café plantados no alto do aclave estarão expostos a temperaturas mais amenas.

Outro movimento realizado pela Terra é o de rotação, que pode ser compreendido como uma “rotação ao redor de seu próprio eixo que passa pelos seus polos e que faz com que um ponto de sua superfície seja iluminado periodicamente pelo Sol, originando o dia e a noite” (Oliveira, 2008, p. 10).

Deste modo, esse movimento também exerce forte influência na etapa de plantio, pois, para crescer e desenvolver bons frutos, os pés de café dependem dos ciclos que determinam o dia e a noite, impactando na fotossíntese e nas etapas metabólicas das plantas. Em um intervalo de 24 horas, essas plantas necessitam de constantes alterações climáticas, como os horários de incidência da luz solar e as variações de temperatura.

Assim, ao relacionar o conteúdo de astronomia das aulas de Física com situações que os alunos possam vivenciar no seu dia a dia ou que possam associar com situações próximas do seu convívio, o aprendizado se torna mais favorável, tornando-o menos abstrato e proporcionando aos alunos uma visão mais clara e um entendimento sobre o conteúdo que muitas vezes eles não associam à Física.

8.1.2 Colheita

Na colheita do café, podemos observar algumas aplicações de conceitos da Física, como as vibrações, que serão exemplificadas de modo mais aprofundado na etapa da via úmida. Neste tópico, especificaremos o fenômeno da ressonância, que pode ser definido como um “fenômeno que ocorre quando existe um pico de amplitude provocado por uma força cuja frequência está próxima da frequência da oscilação

natural do sistema” (Young; Freedman, 2008b, p. 59).

Esse fenômeno ocorre quando um corpo capaz de vibrar, como o pé de café, recebe impulsos vibratórios na mesma frequência natural de oscilação. Isso faz com que o corpo vibre com uma amplitude crescente, que deve ser controlada para evitar danos, como a quebra dos galhos. Assim, é possível desprender os frutos maduros sem prejudicar a planta, superando a força que mantém os frutos presos aos galhos.

Além disso, a força de atrito, que, de acordo com Young e Freedman (2008a), refere-se à interação por contato direto entre as superfícies de dois corpos, desempenha um papel essencial no processo de colheita do café. Se realizarmos uma análise nas colheitadeiras, observamos que, quando as barras vibratórias desses equipamentos se movimentam para desprender os frutos maduros, elas exercem uma força determinada pelo atrito entre os galhos e os frutos. O coeficiente de atrito precisa ser minimizado para reduzir a força necessária, prevenindo danos às plantas e otimizando os resultados financeiros do processo.

Para situações em que grandes máquinas não podem ser utilizadas devido às características do terreno ou outras limitações, os produtores recorrem às derriçadoras portáteis, conhecidas como “mãozinhas”. Esses dispositivos, amplamente utilizados pelos trabalhadores durante a colheita, empregam “dedos vibratórios” para realizar a retirada dos frutos. O princípio físico envolvido também está relacionado ao atrito: quando acionados, os dedos vibratórios, movidos pneumáticamente, vibram e facilitam a colheita do café maduro.

De acordo com Young e Freedman (2008a), existem dois tipos principais de atrito: o estático, que atua quando não há movimento relativo entre as superfícies, e o cinético, que ocorre quando há deslizamento entre elas. A equação (aproximação) para calcular o módulo do atrito cinético, em muitos casos, apresenta o módulo da força de atrito cinético proporcional ao módulo da força normal, podendo ser expressa por:

$$f_c = \mu_c n \quad (16)$$

Sendo f_c a força de atrito cinético, μ_c o coeficiente de atrito cinético (valor constante) e n a força normal.

Dessa forma, quanto mais deslizante for a superfície, como no caso da colheitadeira, menor será o seu coeficiente de atrito (μ_c). Se a colheitadeira aplicar uma força insuficiente para desprender os frutos dos galhos do pé de café, o atrito

envolvido será do tipo estático. Esse atrito é caracterizado pelo módulo da força de atrito estático, descrito pela seguinte expressão:

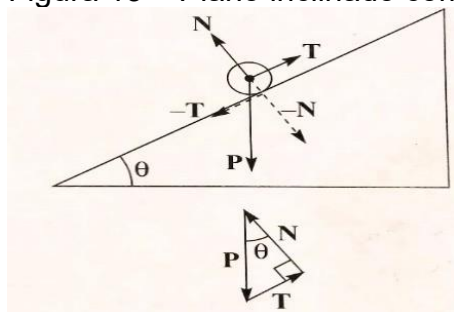
$$f_e \leq \mu_e n \quad (17)$$

Sendo f_e a força de atrito estático, μ_e o coeficiente de atrito estático e n representa a força normal.

De acordo com as observações e entrevistas, ao analisar o uso das colheitadeiras, compreendemos que essas máquinas não operam em toda a fazenda devido ao espaçamento ou ao tipo de terreno. Na região onde a propriedade estudada está localizada, há terrenos inclinados, o que, em alguns casos, impede a colheita de forma mecanizada. No entanto, com o avanço das tecnologias, as colheitadeiras passaram a contar com dispositivos que aumentam o desempenho em relação à estabilidade em aclives.

Devido à ação da gravidade, por exemplo, a utilização dessas máquinas pode ser perigosa, sendo necessário observar o ângulo do aclive do solo, o que nos permite traçar relações com o Ensino de Física ao estudar as forças que atuam em um plano inclinado. Para ilustrar as forças que atuam em um corpo situado em um plano inclinado, utilizamos a figura abaixo:

Figura 13 – Plano inclinado com atrito



Fonte: NUSSENZVEIG, H. Moysés. *Curso de Física Básica. 1. Mecânica*. 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002, p. 77.

Em um plano inclinado, um corpo consegue atingir o estado de equilíbrio, desde que o ângulo θ não seja muito grande (Nussenzveig, 2002). No caso das colheitadeiras, como relatado na entrevista com a participante P2, elas realizam a função com até 30% de inclinação. Ou seja, se utilizarmos a tangente, conseguimos determinar o ângulo de inclinação, que é de aproximadamente $16,7^\circ$.

De acordo com Nussenzveig (2002), a resultante da força peso (P) e da reação

normal (N) que o plano exerce sobre o corpo é uma força tangencial expressa por:

$$F = P \sin \theta = mg \sin \theta \quad (18)$$

Deste modo, o corpo desceria pelo plano; porém, para alcançar o equilíbrio, o plano exerce uma força tangencial (T) sobre o corpo, de mesma grandeza, mas com sentido contrário. Essa força é determinada como força de atrito estático, expresso por:

$$|T| = P \sin \theta = mg \sin \theta \quad (19)$$

Logo, podemos inferir que a somatória das forças peso, normal e tangencial será igual a zero (Nussenzveig, 2002). Para esta análise, precisamos atentar para a força peso, que depende da massa do equipamento e da gravidade; a força paralela ao plano, que fará com que a colheitadeira deslize para trás; e a força de atrito, que é importante para impedir esse deslizamento.

Em terrenos como o da região estudada, as colheitadeiras correm o risco de tombar devido à instabilidade, o que também é observado em outras situações, sendo determinado pelo centro de gravidade, que se desloca quando a máquina ultrapassa o ângulo limite de operação. De acordo com Young e Freedman (2008a), o peso de um corpo não atua sobre um único ponto, mas sim sobre todos os pontos desse corpo. O torque gerado pelo peso pode ser calculado quando se assume que a força total da gravidade, ou seja, o peso do corpo, está concentrada em um único ponto: o centro de gravidade.

Conforme Young e Freedman (2008a), em muitos casos, podemos determinar a posição do centro de gravidade pelos eixos de simetria do corpo. As máquinas, por terem um tamanho considerável, especialmente em altura, tendem a ter o centro de massa elevado, o que aumenta a probabilidade de tombamento em inclinações nas quais, por exemplo, um carro não tombaria. Algumas colheitadeiras possuem um mecanismo que busca nivelar o centro de massa em uma posição de segurança, evitando tombamentos. A base do equipamento costuma ser mais larga do que a parte superior, de modo que o centro de massa deve estar próximo ao solo.

8.1.3 Via Úmida

Ao analisar a via úmida, constata-se que uma de suas funções é realizar a separação do café, sendo uma das maneiras a separação por densidade, que pode ser estudada em mecânica dos fluidos e definida como a massa por unidade de

volume (Young; Freedman, 2008b). Pode-se compreender isso como a massa específica do café (fruto), a qual é determinada de acordo com a equação abaixo:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (20)$$

Sendo ρ a densidade do fruto, m a massa do fruto e V o volume ocupado por ele.

Considerando os frutos de café que possuem as mesmas propriedades, ou seja, que têm as mesmas características em seu interior, mesmo que apresentem tamanhos ou massas diferentes, a razão entre a massa e o volume será igual, logo, as densidades entre eles serão iguais.

É importante atentar-se às unidades, que no Sistema Internacional (SI) são expressas em quilograma por metro cúbico (kg/m^3), mas que em muitos casos são expressas em grama por centímetro cúbico (g/cm^3) (Young; Freedman, 2008b). A conversão pode ser realizada pela relação: $1 g/cm^3 = 1.000 kg/m^3$.

Os cafés secos ou defeituosos irão boiar, pois possuem uma densidade menor, devido à sua massa, que é menor, por exemplo, pela quantidade de água em seu interior ou por fatores externos (defeitos). Já o café maduro e o verde irão afundar, pois sua densidade é maior, devido ao maior conteúdo de água e polpa em seu interior. Embora esse fator possa parecer simples, ele é crucial para a qualidade final do produto, especialmente na produção do café especial.

Outro conceito importante a ser compreendido é a densidade relativa, que pode ser obtida a partir da razão entre a densidade do fruto e a densidade da água, que, de modo geral, é considerada $1.000 kg/m^3$ quando está a $4,0\text{ }^\circ\text{C}$ (Young; Freedman, 2008b). A densidade de um mesmo fruto pode variar dependendo de pontos específicos, mas, para nosso estudo, devido às pequenas diferenças observadas em efeitos macroscópicos, consideraremos que, em um mesmo fruto, a densidade será a mesma em toda a sua composição.

De acordo com Young e Freedman (2008b), outra observação importante é que a densidade de um corpo depende de fatores relacionados ao ambiente em que está sendo analisado, como a temperatura e a pressão. No caso analisado, esses fatores não serão considerados, pois a temperatura da água utilizada é ambiente, não apresentando mudanças significativas em sua densidade, e a pressão não sofre grandes variações, como por exemplo em altitudes muito elevadas. No fruto do café,

essas propriedades também podem ser desconsideradas, pois não representam mudanças significativas para determinar sua densidade.

Outro exemplo que pode ser analisado no Ensino de Física é o modo como o café se move durante esta etapa, realizando boa parte do trajeto através de esteiras vibratórias, que podem ser compreendidas pelo movimento periódico, ou seja, movimentos que se repetem indefinidamente, também chamados de oscilações. O café, quando está na esteira, sempre estará em uma posição que chamamos de equilíbrio estável, e quando sai dessa posição, uma força ou torque faz com que ele retorne. Devido ao acúmulo de energia cinética, o café se move de um ponto a outro (Young; Freedman, 2008b).

Neste sentido, temos alguns conceitos importantes para estudar esse movimento, como: a amplitude (A), sempre positiva, que se refere ao módulo máximo do vetor de deslocamento obtido a partir da posição de equilíbrio, ou seja, determina a distância que o fruto será lançado; o período (T), sempre positivo, que se refere ao tempo correspondente a um ciclo completo; e a frequência (f), sempre positiva, que se refere ao número de ciclos em uma determinada unidade de tempo, sendo responsável pelo número de impulsos aplicados ao fruto (Young; Freedman, 2008b).

As unidades no Sistema Internacional (SI) são expressas em metros (m) para a amplitude, segundos (s) para o período e Hertz (Hz) para a frequência. Lembrando que, quanto maior a frequência, mais rápido será o movimento do fruto ao longo da esteira. A relação de reciprocidade entre período e frequência pode ser obtida pela seguinte equação:

$$f = \frac{1}{T} \quad (21)$$

Temos também a frequência angular (ω), que muitas vezes pode ser associada apenas a movimentos rotacionais, mas que, na verdade, representa a taxa de variação de uma grandeza angular medida em radianos, sendo sua unidade radianos por segundos (rad/s). Neste processo, ela está relacionada à velocidade com que a esteira vibra, influenciando a maneira como os grãos se deslocam e/ou são separados. Pode ser obtida pela expressão:

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \quad (22)$$

Sendo ω a relação entre a frequência e o período, obtida por 2π vezes a frequência.

De acordo com Young e Freedman (2008b), durante o transporte decorrente das vibrações, outros aspectos precisam ser considerados, como as forças de contato entre os frutos e a superfície da esteira. Neste movimento, devemos considerar, por exemplo, a força normal, gerada quando a esteira vibra, que é perpendicular ao fruto, e também a força de atrito, responsável por fazer com que os frutos se movam para frente.

Existe o atrito estático, que é superado quando as vibrações da esteira superam essa força, fazendo com que os frutos saltem para frente, e o atrito dinâmico, que ocorre durante o movimento, fazendo com que os frutos percorram a direção determinada. A força e o coeficiente de atrito foram detalhados na seção referente ao processo de colheita do café.

8.1.4 Secagem

Nesta etapa, os conceitos de calor e temperatura estão sempre presentes, porém a utilização dos termos pode ser feita de maneira equivocada ou de forma a dar a entender que possuem o mesmo significado. Ambos os termos aparecem com frequência durante a secagem do café, conforme foi analisado. A definição de temperatura pode ser entendida como uma forma de medição, uma descrição quantitativa para averiguar se o material está quente ou frio, enquanto o calor pode ser compreendido como a transferência de energia devido às diferenças de temperatura (Young; Freedman, 2008b).

A temperatura está relacionada à energia cinética de um material, a qual aumenta ou diminui quando calor é fornecido ou retirado dele, sendo definida como uma medição para saber se o corpo está quente ou frio. Um exemplo disso é o secador mecânico, no qual o participante utiliza um instrumento de medida, chamado termômetro, para verificar a temperatura em graus Celsius do aparelho. Ele consegue realizar a medição da temperatura que deseja manter quando o estado estacionário dentro do tambor do secador é alcançado (Young; Freedman, 2008b).

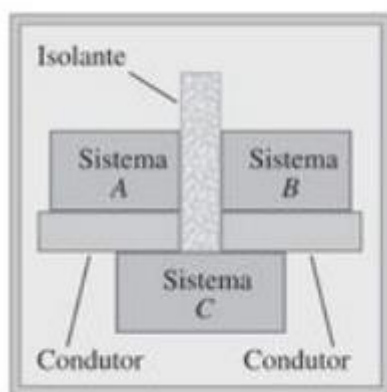
O controle da temperatura é fundamental para a qualidade do café, tanto quando este é secado no terreiro quanto em secadores mecânicos, pois, se a temperatura for muito baixa, o processo demorará excessivamente para ser finalizado e o café corre o risco de fermentar ou mofar. Por outro lado, se a temperatura for muito alta, há o risco de queimar os grãos, alterando o sabor e o aroma do produto final.

De acordo com a Lei Zero da Termodinâmica, podemos compreender a condutividade do material do secador, utilizando materiais condutores que possibilitam a interação térmica entre eles (Young; Freedman, 2008b). Assim, conforme essa Lei, podemos determinar os três sistemas como: o local onde o fogo é colocado, os grãos de café no tambor rotativo e o ambiente que abriga o secador.

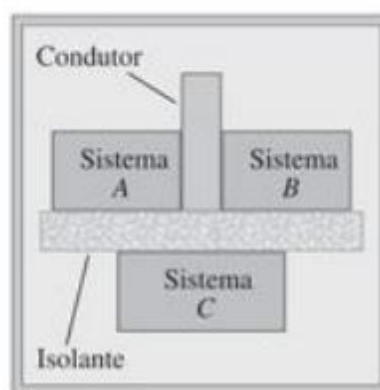
A figura 14 ilustra esta lei, cujo enunciado garante o equilíbrio térmico, perceptível quando o funcionário consegue controlar a temperatura ideal do secador: "Quando C está em equilíbrio térmico com A e com B, então A também está em equilíbrio com B" (Young; Freedman, 2008b, p. 181).

Figura 14 – A lei zero da termodinâmica

(a) Se os sistemas A e B estão em equilíbrio térmico com o sistema C, então...



(b) ... os sistemas A e B estão em equilíbrio térmico entre si.



Fonte: Adaptado de YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, R. A. *Física II – Termodinâmica e Ondas*. 12. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2008, p. 181.

A escala Celsius é a escala de temperatura utilizada para controlar o secador, sendo que o zero da escala representa o ponto de congelamento e o cem o ponto de ebulição, com intervalos igualmente distribuídos. A temperatura depende do café que está sendo secado, mas geralmente permanece em torno de 65 °C. Existem conversões de temperatura que podem ser realizadas, normalmente para as escalas Fahrenheit ou Kelvin. No primeiro caso, multiplica-se o valor da temperatura em Celsius por 9/5 e soma-se 32°; no segundo caso, soma-se 273,15 à temperatura inicial em Celsius. No exemplo da temperatura do secador, o valor seria aproximadamente 149° F e 338,15 K.

A transferência de energia resultante da diferença de temperatura entre os materiais pode ser chamada de transferência de calor ou fluxo de calor, sendo,

portanto, a energia o que chamamos de calor. Ou seja, neste caso, o calor é a energia térmica transferida para os grãos de café com o objetivo de retirar a água presente em seu interior.

Um termo importante é a caloria, unidade utilizada para medir a energia térmica, que é empregada nesta etapa, permitindo determinar a quantidade de calor necessária para aumentar a temperatura dos grãos de café e da água em seu interior, fazendo com que a umidade contida nos grãos evapore. A definição pode ser entendida como "a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de um grama de água de 14,5 °C até 15,5 °C" (Young; Freedman, 2008b, p. 190).

Partindo da ideia de determinar o calor necessário para que haja uma variação de temperatura (ΔT) em uma massa (m) (Young; Freedman, 2008b), ou seja, o calor necessário para aumentar a temperatura dos grãos de café e da água presente em seu interior, temos o conceito de calor específico, de acordo com a equação:

$$Q = mc\Delta T \quad (23)$$

Sendo Q a quantidade de calor e c o calor específico (cujo valor depende do material analisado).

Se, no processo, o calor é transferido de maneira progressiva, podemos considerar a variação de temperatura de modo infinitesimal (dT), ou seja, muito pequena (próxima de zero), e a quantidade de calor (dQ). O calor específico pode ser obtido da seguinte forma:

$$dQ = mcdT \quad (24)$$

$$c = \frac{1}{m} \frac{dQ}{dT} \quad (25)$$

Analisando os valores, temos que, se forem positivos, a temperatura aumenta e o calor é transferido para o corpo; e se forem negativos, a temperatura diminui e o calor é liberado pelo corpo (Young; Freedman, 2008b).

Outro conceito que pode ser abordado nesta temática é o de calor de vaporização (L_v), associado ao calor latente, ou seja, o calor necessário para transformar a água que está em estado líquido em vapor, sem que a temperatura seja alterada. Esse processo pode ser compreendido na etapa de secagem, quando a água presente no interior do fruto evapora, seja no terreiro ou no secador mecanizado. Dessa forma, o calor de vaporização pode ser obtido pela equação:

$$Q = mL_v \quad (26)$$

Outro tópico relacionado a este assunto, e que é muito utilizado na etapa de secagem do café, pode ser compreendido no Ensino de Física como transferências de calor, que, de acordo com Young e Freedman (2008b), podem ocorrer de três maneiras diferentes: condução, convecção e radiação. Abaixo, serão explicados cada mecanismo e como podem ser compreendidos nesta etapa do cultivo do café.

A condução de calor pode ocorrer no interior de um corpo ou através do contato entre dois corpos distintos. Ao colocar dois corpos com temperaturas diferentes em contato, o calor é transferido por condução, do corpo de temperatura maior para o corpo de temperatura menor. A explicação pode ser realizada pelo estudo da energia dos átomos: na região mais quente, a energia cinética é maior do que na região vizinha, e, quando esses átomos colidem, transmitem parte de sua energia (apenas a energia se desloca entre as regiões, não os átomos). Vale ressaltar que existem materiais mais favoráveis à condução de calor, como os metais, por exemplo (Young; Freedman, 2008b).

Na secagem do café, ao atingir a superfície dos grãos, seja espalhados no terreiro ou no secador mecânico, podemos compreender o processo de condução como a transferência de calor para o interior dos grãos, até atingirem a região central. Isso ocorre através da transmissão de parte da energia presente na superfície, como explicado acima. Assim, o calor faz com que a água no interior do grão se transforme em vapor e seja liberada.

Existem alguns conceitos importantes ao estudar a condução de calor, como a taxa de transferência de calor (H) ou a condutividade térmica do material (K), que são, respectivamente, a quantidade de calor (dQ) transferida de um corpo para outro em um intervalo de tempo (dt) e a capacidade do material de conduzir calor (Young; Freedman, 2008b). Nos grãos de café, ao contrário dos metais, por exemplo, podemos considerar a condutividade térmica baixa, o que torna o processo de secagem mais lento. A equação abaixo demonstra a transferência de calor no mecanismo de condução:

$$H = \frac{dQ}{dt} = KA \frac{T_H - T_C}{L} \quad (27)$$

Sendo $(T_H - T_C)$ a diferença entre temperaturas e L o comprimento do corpo.

O mecanismo de convecção se baseia no deslocamento da massa entre regiões, sendo um processo mais complexo, que não possui uma equação

simplificada capaz de explicá-lo. Podemos afirmar que existe uma transferência de calor decorrente do movimento da massa de uma área do fluido para outra (Young; Freedman, 2008b). Alguns casos experimentais conseguem demonstrar e explicar esse mecanismo, como apresentado por Young e Freedman (2008b, p. 203):

1. A taxa de transferência de calor por convecção é diretamente proporcional à área da superfície. É por essa razão que se usa uma área superficial grande em radiadores e aletas de refrigeração.
2. A viscosidade do fluido retarda o movimento da convecção natural nas vizinhanças de superfícies estacionárias, dando origem a uma película ao longo da superfície que, quando é vertical, costuma ter aproximadamente o mesmo valor isolante que 1,3 cm de madeira compensada ($R = 0,7$). A convecção forçada provoca uma diminuição da espessura dessa película, fazendo aumentar a taxa de transferência de calor. Isso explica por que você sente mais frio quando há um vento frio do que quando o ar está em repouso à mesma temperatura.
3. Verifica-se que a taxa de transferência de calor na convecção é aproximadamente proporcional à potência de $5/4$ da diferença de temperatura entre a superfície e um ponto no seio do fluido.

Na secagem do café, tanto nos terreiros quanto nos secadores mecânicos, o ar quente em movimento (fluido), proveniente do sol ou do fogo, transfere calor para os grãos de café. Ou seja, ocorre a transferência de calor do ar quente para a superfície dos grãos, fazendo com que a água presente na camada externa dos grãos absorva o calor e evapore. Nos terreiros de café, temos a convecção natural, decorrente da movimentação do ar ao redor dos grãos, o que explica a importância de virar o café. Já no secador mecânico, ocorre a convecção forçada, que garante uma secagem mais rápida.

Por fim, temos a transferência de calor realizada através das ondas eletromagnéticas, denominada radiação. De acordo com Young e Freedman (2008b), o calor transmitido pela radiação solar é a principal forma de secagem dos grãos de maneira natural. Isso explica a diferença de tempo (observada durante a entrevista com o participante P6) entre o café que ficou ou o que não ficou secando no terreiro antes de ser levado para o secador mecânico. Períodos nublados ou chuvosos são fatores desfavoráveis para o produtor durante a época de secagem do café.

De acordo com Young e Freedman (2008b), um conceito importante é a taxa de transferência de calor, que depende da diferença de temperatura entre os corpos, sendo que a taxa de radiação de energia é proporcional à área (A). Para determiná-la, devemos considerar a superfície do corpo, estabelecida pela emissividade (e), e a temperatura, expressa em Kelvin. Podemos determinar a taxa de radiação de acordo com a intensidade da radiação recebida e pela capacidade dos grãos de café de

absorver o calor, conforme a relação abaixo:

$$H = Ae\sigma T^4 \quad (28)$$

Sendo σ uma constante física definida pela lei de Stefan-Boltzmann.

Deste modo, quando o café está secando espalhado no terreiro, ele está exposto às ondas eletromagnéticas provenientes do sol, que são absorvidas pelos grãos e convertidas em calor. Com isso, a temperatura da camada externa dos grãos aumenta, fazendo com que a água evapore. Esse ciclo se repete, pois, através da capilaridade, a água presente nas camadas interiores dos grãos se move para a superfície, realizando a primeira etapa da secagem do café antes de ser levado para o secador mecânico.

8.1.5 Torrefação

Quando analisamos a etapa de torrefação, é possível compreender as Leis da Termodinâmica, conteúdo que faz parte das aulas de Física e que pode ser abordado de forma interdisciplinar, uma vez que também pode ser estudado na Química. Neste contexto, demonstraremos uma introdução sobre como a primeira e a segunda lei da Termodinâmica se manifestam de acordo com o Ensino de Física e como explicam processos fundamentais na torra do café.

De acordo com Young e Freedman (2008b), a Primeira Lei da Termodinâmica é essencial para entender a conservação de energia, os princípios de troca de energia por transferência de calor e a realização de trabalho, além de abordar o conceito de energia interna de um sistema. Também é importante definir termos essenciais para o entendimento dos processos dessa lei, como sistema termodinâmico, calor e trabalho.

Primeiramente, podemos definir um sistema termodinâmico como “qualquer coleção de objetos que é conveniente encarar como uma unidade, e que tem potencial de troca de energia com o ambiente” (Young; Freedman, 2008b, p. 252). O processo de torra do café pode ser compreendido como um processo termodinâmico devido às alterações que ocorrem no sistema termodinâmico.

De acordo com Young e Freedman (2008b), a energia interna (U) pode ser definida, inicialmente, como a soma das energias cinéticas de todas as partículas do sistema, mais a soma de todas as energias potenciais resultantes das interações entre as partículas do sistema termodinâmico. A variação da energia interna pode ser

expressa por:

$$\Delta U = U_2 - U_1 \quad (29)$$

Com o avanço dos estudos e experimentações, Young e Freedman (2008b, p. 258) afirmam que: “A variação da energia interna de um sistema durante qualquer processo termodinâmico depende somente do estado inicial e do estado final do sistema, e não do caminho que conduz um estado ao outro.”

Se um sistema não realiza trabalho (W), mesmo havendo fornecimento de calor (Q) durante um processo termodinâmico, a energia interna aumentará, e sua variação será igual ao calor fornecido. No caso de nenhum calor ser fornecido ao sistema e ocorrendo a realização de trabalho de expansão, podemos afirmar que a variação da energia interna será igual ao valor oposto do trabalho (Young; Freedman, 2008b).

Seguindo essa linha de raciocínio, em um processo termodinâmico, se houver transferência de calor e também a realização de trabalho (Young; Freedman, 2008b), podemos definir a expressão que determina a Primeira Lei da Termodinâmica:

$$U_2 - U_1 = \Delta U = Q - W \quad (30)$$

$$Q = \Delta U + W \quad (31)$$

Logo, podemos compreender que, ao fornecer calor ao sistema, ou seja, em forma de energia, uma parcela faz com que a energia interna oscile e outra parcela é responsável pela realização de trabalho de expansão (Young; Freedman, 2008b). De acordo com essa lei, a energia de um sistema pode ser transformada, mas não é possível criar ou destruir energia.

No processo de torra do café, o calor é transferido do torrador para os grãos de café. Assim, dizemos que os grãos recebem energia térmica, que será transformada em energia interna, responsável por ocasionar as transformações durante a etapa de torra do café. Uma parcela da energia térmica é convertida em calor para fazer com que a água presente no interior do grão evapore, enquanto outra parte faz com que a temperatura dos grãos aumente, liberando gases.

A energia presente no processo é conservada, podendo ser dividida de diferentes maneiras, como no aumento da temperatura, na liberação de gases ou na energia perdida para o ambiente. O entendimento desses conceitos é fundamental, pois a energia térmica fornecida ao processo impacta diretamente na qualidade do café torrado, garantindo, para cada tipo de café, o sabor e o aroma desejados. Outro ponto importante no controle da energia é que, ao controlar a energia necessária, é possível reduzir os impactos ambientais.

Ao abordar a Segunda Lei da Termodinâmica, podemos determinar os limites para a eficiência de uma máquina (torrador), além de possibilitar a compreensão do conceito de entropia, definido como o grau de desordem de um sistema (Young; Freedman, 2008b). A formulação desta Lei pode ser entendida pelo seguinte enunciado, baseado na energia interna e na energia mecânica observável:

“É impossível para qualquer sistema passar por um processo no qual absorve calor de um reservatório a uma dada temperatura e converte calor completamente em trabalho mecânico de modo que o sistema termine em um estado idêntico ao inicial” (Young; Freedman, 2008b, p. 286).

Com base na ideia de que o calor flui espontaneamente apenas no sentido de um corpo quente para um corpo frio, existe um segundo enunciado para essa Lei: “É impossível a realização de qualquer processo que tenha como única etapa a transferência de calor de um corpo frio para um corpo quente” (Young; Freedman, 2008b, p. 287).

Quanto ao sentido de um processo termodinâmico, os processos que acontecem em um determinado sentido, mas não podem ocorrer no sentido oposto, são considerados irreversíveis (Young; Freedman, 2008b). Quando o café está no tambor de torra, ele é submetido a temperaturas elevadas, e, com isso, há a transferência de calor do torrador para os grãos de café, caracterizando um sistema termodinâmico irreversível, pois, uma vez que o grão é torrado, não é possível voltar ao estado de um grão cru.

No estudo do sentido dos processos termodinâmicos que ocorrem de modo natural, é possível compreender o grau de desordem do sistema. A energia relacionada à organização do sistema é a energia cinética de nível macroscópico, derivada do movimento coordenado das moléculas. No entanto, além das moléculas com movimento coordenado, quando se realizam as transferências de calor, ocorre também um movimento desordenado entre as moléculas, caracterizando uma desordem no sistema (Young; Freedman, 2008b).

Quando os grãos de café são torrados, ao serem aquecidos, sofrem reações químicas que aumentam a desordem entre as moléculas, ou seja, há a liberação de gases presentes nos grãos, o que aumenta a entropia do sistema. O aumento da entropia está relacionado com a irreversibilidade do sistema e também com a eficiência do processo de torra.

Ao relacionar com outro conceito fundamental desta Lei, podemos analisar a

eficiência do processo de torra. De acordo com Young e Freedman (2008b), a eficiência térmica de um sistema é a fração de calor que é convertida em trabalho, sendo sempre menor do que 1. Dessa forma, podemos concluir que nenhum processo de transferência de calor é totalmente eficiente, pois aumenta-se a entropia e dispersa-se energia para o ambiente.

Na torrefação, a energia térmica é responsável por aumentar a temperatura dos grãos e realizar todas as etapas da torra do café. Contudo, apenas uma parte dessa energia é utilizada de forma eficiente no processo, sendo parte dela dissipada para o ambiente ou contida nos gases liberados durante o processo. Existem meios de minimizar a perda de energia para o ambiente, como o isolamento térmico do torrador, compreendido na utilização de materiais de revestimento modernos, ou no controle da temperatura, pois, dessa forma, consegue-se evitar um aumento na dissipação de calor para o ambiente.

8.2 POR EXEMPLO: PENSANDO EM UMA PROPOSTA DIDÁTICA

Apresentamos, a seguir, uma aproximação entre a cafeicultura e o Ensino de Física na Educação Básica, por meio de um exemplo resumido da aplicação de uma sequência didática (Quadro 5). O objetivo é levar os alunos a identificar práticas culturais da cafeicultura que atravessam gerações e evoluem ao longo do tempo, permitindo que construam explicações científicas que fundamentem as ações observadas. Além disso, espera-se que os alunos analisem por que determinadas tecnologias são indispensáveis nas práticas da cafeicultura.

A sequência está apresentada na forma de quadro, com a coluna 1 contendo a divisão do número de aulas e a ideia central de cada aula ao lado. Na coluna 2, são descritos os procedimentos a serem realizados em cada aula, e na coluna 3, a definição do que os alunos devem realizar em cada procedimento. Além disso, para cada aula, é apresentado um exemplo das ações a serem realizadas.

Quadro 5 – Proposta de uma sequência didática (resumida)

(continua)

TEMA	Física com Café: uma aproximação entre a cultura cafeeira e o Ensino de Física
PÚBLICO-ALVO	Estudantes do Ensino Médio
DURAÇÃO	5 aulas de 50 minutos cada
LOCAL	Escola e fazenda de café próxima a escola

Quadro 5 – Proposta de uma sequência didática (resumida)

(continuação)

AULA 1		Introdução e apresentação da temática
	Contextualização	Estudo da história do café e seus impactos culturais, econômicos e sociais; análise dos desafios vivenciados pelos produtores.
	Estudo em grupo	Divisão dos alunos em grupos para que investiguem e identifiquem as etapas realizadas no setor cafeeiro; sorteio de cada etapa para distribuição entre os grupos formados.
	<i>Exemplo</i>	<i>Grupo 1: Responsável pela etapa de secagem do café.</i>
AULA 2		Aprofundamento das etapas
	Estudo em grupo	Cada grupo será responsável por aprofundar os estudos da etapa do setor cafeeiro selecionada na aula anterior (analisar os procedimentos).
	Relação	Realizar uma primeira relação entre os conceitos teóricos da Física e a etapa que estão estudando.
	<i>Exemplo</i>	<i>Aprofundar os estudos sobre a etapa de secagem, bem como os processos envolvidos nesta etapa. Encontrar conceitos da Física, como temperatura e transmissões de calor.</i>
AULA 3		Aula em campo – Fazenda de Café
	Observação	Cada grupo ficará responsável por observar o trabalho dos produtores na etapa que lhe foi designada.
	Entrevista	Sob a supervisão do professor responsável, os alunos irão interagir com os trabalhadores para identificar pontos importantes para alcançar o objetivo.
	<i>Exemplo</i>	<i>Observar o processo de secagem do café e interagir com os funcionários responsáveis por essa função (sob a supervisão do professor responsável). Exemplos de perguntas: Por que eles ficam espalhados ao longo do terreiro e não amontoados? Por que é necessário virar o café?</i>
AULA 4		Construção dos resultados
	Sistematização dos resultados	Os grupos irão reunir todo o material acumulado desde o início da sequência para formular os resultados finais e preparar uma apresentação para os colegas dos outros grupos.

Quadro 5 – Proposta de uma sequência didática (resumida)

(conclusão)

	<i>Exemplo</i>	<i>As apresentações podem ser realizadas utilizando os meios que o grupo preferir, como slides, cartolinas ou quadros.</i>
AULA 5	Compartilhamento e reflexão	
	Discussão com a turma	Promover uma reflexão com a turma, por exemplo: Como a Física pode contribuir para tornar o trabalho mais eficiente?
	Trabalho final	O grupo apresenta os resultados, explicando os conceitos de Física observados e como estão presentes na cultura cafeeira. Além disso, formula uma hipótese sobre como o processo poderia ser mais eficiente.
	<i>Exemplo</i>	<i>Apresentação das análises sobre os principais aspectos da secagem do café e da Física envolvida no processo, destacando como a Física pode contribuir para tornar o processo mais eficiente, como na transmissão e no fluxo de calor.</i>
AVALIAÇÃO	Será a composição da desenvoltura de cada aluno durante as aulas e também da apresentação dos resultados.	

Fonte: Elaboração própria (2024)

Dessa forma, sintetizamos dois elementos essenciais para o desenvolvimento desta sequência didática: a abordagem Etnofísica e a aula de campo. Essa combinação tem grande potencial para gerar impactos significativos no Ensino de Física, pois promove, simultaneamente, a valorização e a inserção da cultura de determinadas sociedades no ambiente escolar e oferece aos alunos uma experiência prática no campo. Essa abordagem permite compreender as aplicações reais da Física, contextualizando o conteúdo e reduzindo a sua abstração.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O setor cafeeiro desempenha um papel essencial no desenvolvimento social, cultural, econômico e tecnológico de várias sociedades, especialmente para as famílias residentes no sul de Minas Gerais. Por meio das observações realizadas, foi possível compreender as etapas que compõem o setor cafeeiro, identificando os processos mais relevantes e os conhecimentos etnofísicos que os trabalhadores aplicam em suas práticas.

O café especial, que resulta de cuidados específicos e práticas assertivas, destaca-se como um produto de alta qualidade e elevado valor no mercado. Entre as etapas do processo produtivo, a pós-colheita se mostrou a mais decisiva, demandando atenção especial ao manuseio dos frutos e grãos para garantir o padrão de excelência esperado.

No contexto da pesquisa, o tópico sobre a importância econômica foi abordado, considerando a indiscutível relevância do café nesse aspecto para o Brasil, especialmente na região onde o estudo foi realizado. Os pontos econômicos foram apresentados com o objetivo de ilustrar o cenário do estudo e destacar o potencial do café, sem que houvesse interferência da economia nas análises dos dados.

Outro tópico que julgamos necessário considerar no contexto da pesquisa são os impactos ambientais que o cultivo do café pode gerar no ambiente. Esse enfoque permite estimular uma Educação que promova a formação do pensamento crítico. Destacamos que existem tendências voltadas ao desenvolvimento de um cultivo mais consciente nesse aspecto, aliado a certificações e demandas do mercado.

A Fazenda Recanto é um exemplo relevante nesse quesito, pois há anos busca formas de realizar atividades mais sustentáveis, mantendo a tradição e aprimorando a qualidade do produto. A propriedade possui certificações relacionadas à sustentabilidade, devido a práticas voltadas à preservação ambiental, como a proteção da fauna e da flora, incluindo uma área destinada à reserva ambiental. Além disso, observou-se o cuidado com o uso consciente da água, reforçando seu compromisso com práticas responsáveis.

A relação entre Educação e o mundo do trabalho foi analisada sob uma perspectiva freiriana, ou seja, defendemos que a escola deve problematizar a sociedade de forma a possibilitar um olhar crítico sobre o mundo do trabalho. Por meio dessa relação, buscamos introduzir conteúdos inovadores para as aulas de Física,

com maior potencial de interesse e menor grau de abstração, aproximando o aluno de exemplos concretos e da realidade em que vive e/ou de seu entorno.

A revisão de literatura foi do tipo narrativa, realizada por meio do buscador Google Acadêmico, resultando em oito trabalhos alinhados aos objetivos da pesquisa. Todos os estudos analisados discutem o potencial da Etnofísica para o ensino, apresentando definições e abordagens similares. Os trabalhos destacam a ausência de um referencial teórico consolidado, indicando que a temática se mostra promissora para pesquisas futuras.

A Etnofísica foi analisada a partir de observações e entrevistas, revelando como os trabalhadores aplicam conceitos físicos em suas atividades. Exemplos marcantes incluem o conhecimento sobre densidade demonstrado na etapa da via úmida pela participante P4 e o entendimento de temperatura e fluxo de ar na secagem pelo participante P6. Essa abordagem permitiu identificar e valorizar a presença da Física no setor cafeeiro e a forma como os trabalhadores empregam esses saberes em suas rotinas.

Nosso objetivo não foi desvalorizar os conhecimentos etnofísicos em relação à Física Escolar, mas sim evidenciar a riqueza e a relevância da cultura cafeeira, que é transmitida de geração em geração. Essa integração de saberes pode ser uma ferramenta poderosa para superar desafios educacionais, como a relação entre os conhecimentos adquiridos fora da sala de aula e os conteúdos escolares, além de promover a valorização da cultura cafeeira na sociedade.

A relação entre a Etnofísica e a Física Escolar busca demonstrar que os conteúdos de Física do Ensino Médio não se limitam a teorias abstratas ou cálculos descontextualizados. Pelo contrário, ao conectar esses conhecimentos às práticas culturais, é possível dar significado ao aprendizado e torná-lo mais próximo da realidade dos alunos, especialmente em regiões com forte presença da cafeicultura.

Embora muitos produtores mantenham práticas tradicionais, a adoção de tecnologias e métodos sustentáveis tem contribuído significativamente para a qualidade do café e a eficiência dos processos. Identificamos a aplicação de princípios físicos em diversos maquinários, mostrando como a evolução tecnológica dialoga com os fundamentos tradicionais e como os trabalhadores, com seus conhecimentos etnofísicos, conseguem operar e compreender essas mudanças.

Entre os tópicos curriculares de maior relevância, destacam-se os conteúdos de mecânica, presentes em diversas etapas do ciclo produtivo, desde o plantio até a

classificação do café, e usualmente abordados no primeiro ano do Ensino Médio. Também merecem destaque os conteúdos de terminologia, fundamentais nas etapas de secagem e torrefação, onde o controle de temperatura e umidade é crucial para garantir as características de sabor e aroma do café.

Reafirmamos a importância deste estudo para a Educação, especialmente para o Ensino de Física. A Etnofísica apresenta-se como uma abordagem eficaz para preencher lacunas existentes nas metodologias pedagógicas, promovendo uma aprendizagem contextualizada e integrada aos saberes culturais. Ao alinhar o Ensino de Física com as práticas cotidianas dos estudantes, é possível criar uma sociedade mais educada cientificamente, capaz de valorizar e aprimorar seus conhecimentos tradicionais.

Na seção de resultados, organizamos as informações em dois quadros. O primeiro apresenta uma síntese dos conceitos compreendidos a partir das observações e entrevistas, enquanto o segundo estabelece uma relação desses conceitos com o Ensino de Física. Assim, foi possível inicialmente compreender a diversidade de conceitos obtidos em cada etapa. Posteriormente, fornecemos ao leitor uma visão específica de exemplos de aplicabilidade, elucidando a presença da Física por meio de conceitos relacionados ao processo de ensino e aprendizagem nas aulas.

Ainda na seção de resultados, apresentamos exemplos de como a Física pode ser aplicada em diferentes etapas do setor cafeeiro, sob a perspectiva do Ensino de Física. As explicações foram fundamentadas em materiais didáticos direcionados ao Ensino Superior, o que permitiu uma análise mais abrangente e um aprofundamento dos conceitos com maior precisão.

As explicações envolveram cálculos e equações que começam a aparecer apenas no currículo dos cursos de graduação, como o uso de limites e derivadas, fundamentais para descrever com precisão os fenômenos físicos. Além disso, conteúdos como transferências de calor, as leis da Termodinâmica e a astronomia são frequentemente abordados de forma geral e/ou superficial na Educação Básica, o que resulta em lacunas significativas na compreensão de conceitos físicos fundamentais e gera dissonâncias perceptíveis nos níveis mais avançados de ensino.

Ressaltamos que compreendemos alguns problemas frequentemente encontrados na Educação Básica, tais como: a percepção do aluno de considerar as disciplinas como independentes, por exemplo, não relacionando os conteúdos de Física com os de Matemática; o estudo de conceitos e conteúdos de maneira

superficial e sem aprofundamento; a falta de estímulo para o desenvolvimento do pensamento crítico; e a ausência de conexão entre teoria e prática, o que impede uma contextualização capaz de melhorar a assimilação e o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem.

Deste modo, com base nos resultados obtidos, recomendamos que pesquisas futuras explorem maneiras de superar essas dificuldades, de modo que possam, por exemplo, adaptar esses exemplos para uma linguagem de nível básico que forneça aos alunos, com precisão, os conceitos e conteúdos de Física, por meio de atividades e/ou projetos que envolvam a interdisciplinaridade e o desenvolvimento do pensamento crítico.

Por fim, reiteramos a importância e a necessidade do desenvolvimento de futuros estudos que explorem mais a abordagem Etnofísica, visto a escassez de pesquisas nessa área, especialmente na região Sudeste. Por meio dessa abordagem, podemos contribuir para o desenvolvimento de metodologias que integrem saberes culturais e aplicações práticas, enriquecendo o Ensino de Física e conectando-o às realidades vivenciadas por muitos estudantes.

REFERÊNCIAS

AGENCIAMINAS. **Agronegócio já representa 22,6% do Produto Interno Bruto do estado**. 2023. Disponível em:

<https://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/agronegocio-ja-representa-22-6-do-produto-interno-bruto-do-estado>. Acesso em: 12 mar. de 2024.

ALCANTARA, Anne Caroline Pinheiro de. **Caracterização do sistema de produção artesanal da farinha de mandioca na comunidade indígena Tatuyo, Amazonas**.

2021. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia – Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara-AM, 2021.

ALVES, Flamarion Dutra. Mundialização da cafeicultura na região imediata de Alfenas-MG. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v.33, n. especial 1, p. 186-201, 2023.

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

BEHANCE. **Café Fazenda Recanto**. 2019. Disponível em:

https://www.behance.net/gallery/78351353/Caf-Fazenda-Recanto?locale=pt_BR. Acesso em: 25 mar. 2024.

BOTELHO, Louise Lira Roedel; CUNHA, Cristiano Castro de Almeida; MACEDO, Marcelo. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e sociedade**, Belo Horizonte, v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 1996.

Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 27 nov. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Conheça a história do café no mundo e como o Brasil se tornou o maior produtor e exportador da bebida**, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/conheca-a-historia-do-cafe-no-mundo-e-como-o-brasil-se-tornou-o-maior-produtor-e-exportador-da-bebida>. Acesso em: 11 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Novo Ensino Médio – perguntas e respostas**.

2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=40361>. Acesso em: 14 mar. 2024.

BRITO, Denise. **Fazenda em Minas Gerais atravessa quatro gerações na produção de café**. GLOBORURAL, julho, 2018. Disponível em:

<https://globorural.globo.com/Noticias/Agricultura/Cafe/noticia/2018/07/fazenda-em-minas-gerais-atravesa-quatro-geracoes-na-producao-de-cafe.html>. Acesso em: 25 mar. 2024.

CAFÉRECANTO. **Quem somos**. [2024?]. Disponível em: <https://www.caferecanto.com.br/quemsomos/>. Acesso em: 25 mar. 2024.

CAMPBELL, Patrícia. M. da M. *et al.* Índice de impacto ambiental a partir da adoção de técnicas de produção de cafés especiais. **Incaper em Revista**, Vitória, v. 13 e 14, p. 43-56, dez. 2023.

CARAVELA. **Alfenas-MG**. 2024. Disponível em: <https://www.caravela.info/regional/alfenas---mg>. Acesso em: 08 mar. 2024.

CARLI, Priscila Magalhães de; OLIVEIRA, Luciel Henrique de; DIAS, Eduardo Carvalho. Impacto da certificação rainforest alliance na gestão de uma propriedade de café no sul de Minas Gerais. *In*: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 8., 2013, Salvador. **Anais** [...] Brasília, DF: Embrapa Café, 2013, 6 p.

CASEIH. **Coffee Express Multi**. [20--]. Disponível em: <https://www.caseih.com/pt-br/brasil/produtos/colhedoras-de-cafe/coffee-express-multi>. Acesso em: 25 nov. 2024.

CERQUEIRA, Yara Dias Fernandes. **Institutos Federais e desenvolvimento local: o IFSULDEMINAS - Campus Machado como expressão dos limites e possibilidades da educação profissional e tecnológica na sociedade brasileira contemporânea**. 2017. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2017.

CMALFENAS. **Conheça a cidade**. [20--]. Disponível em: <http://www.cmalfenas.mg.gov.br/a-camara/conheca-a-cidade>. Acesso em: 01 mar. de 2024.

CNC. **História do café no Brasil**. 2021. Disponível em: <https://cncafe.com.br/cafe-do-brasil-historia/>. Acesso em: 11 mar. 2024.

COLTRI, Priscila Pereira. **Mitigação de emissões de gases de efeito estufa e adaptação do café arábica a condições climáticas adversas**. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

CORDEIRO, Alexander M. *et al.* Revisão sistemática: uma revisão narrativa. **Revista do colégio brasileiro de cirurgões**, Rio de Janeiro, v. 34, p. 428-431, 2007.

COSTA, Lucélida de Fátima Maia; GHEDIN, Evandro. **Etnomatemática e seus processos cognitivos: implicações à formação de professores**. 1. ed. Jundiaí: Paco editorial, 2021.

COSTA, Nivia Maria Vieira; MELO, Lana Gabriela Guimarães; COSTA, Norma Cristina Vieira. A Etnofísica da carpintaria naval em Bragança-Pará-Brasil. **Amazônica-Revista de Antropologia**, Belém, v. 9, n. 1, p. 414-436, 2018.

CRESWELL, John W. **Uma introdução concisa à pesquisa de métodos mistos**. São Paulo: Publicações Sage, 2014.

CRESWELL, John W.; CRESWELL, J. David. **Projeto de pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 5. ed. São Paulo: Penso Editora, 2021.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade**. 5.ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2013.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Etnomatemática se ensina? **Bolema - Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, v. 3, n. 4, p. 13-16, 1988.

DURÁN, Carlos. A. A. *et al.* Café: Aspectos Gerais e seu Aproveitamento para além da Bebida. **Revista virtual de química**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 107-134, 2017.

EMBRAPA. **Evolução da cafeicultura brasileira nas últimas duas décadas**. 2023. Disponível em: http://www.consorciopesquisacafe.com.br/images/stories/noticias/2021/2023/Agosto/Consortio_Embrapa_Cafe_Evolucao_08_08_2023.pdf. Acesso em: 09 mar. 2024.

EMBRAPA. Faturamento dos Cafés do Brasil atinge quase R\$ 50 bilhões. 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/86396484/faturamento-dos-cafes-do-brasil-atinge-quase-r-50-bilhoes>. Acesso em: 10 mar. 2024.

EMERSON, Robert; FRETZ, Rachel I.; SHAW, Linda L. Notas de campo na pesquisa etnográfica. **Revista Tendências: Caderno de Ciências Sociais**, Crato, v. 7, n. 1, 2014.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 65. ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2018.

GUAZI, Taísa Scarpin. Diretrizes para o uso de entrevistas semiestruturadas em investigações científicas. **Revista Educação, Pesquisa e Inclusão**, Boa Vista, v. 2, 2021.

GUIMARÃES, Elisa Reis; CASTRO JÚNIOR, Luiz Gonzaga de; ANDRADE, Helga Cristina Carvalho de. A terceira onda do café em Minas Gerais. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 18, n. 3, p. 214-227, 2016.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

IBGE. **Biblioteca IBGE**. 2024a. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo.html?id=31511&view=detalhes>. Acesso em: 29 fev. 2024.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/alfenas/pesquisa/15/11863?tipo=grafico&indicador=11904&localidade1=31>. Acesso em: 08 mar. 2024.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024c. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/alfenas/pesquisa/15/11863?tipo=grafico&indicador=11904&localidade1=31&localidade2=0>. Acesso em: 08 mar. 2024.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024d. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/alfenas/pesquisa/15/11863?tipo=grafico&indicador=11908&localidade1=31>. Acesso em: 08 mar. 2024.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024e. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/alfenas/pesquisa/15/11863?tipo=grafico&indicador=11908&localidade1=31&localidade2=0>. Acesso em: 08 mar. 2024.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024f. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/alfenas/pesquisa/15/11863?tipo=grafico&indicador=11905&localidade1=31>. Acesso em: 08 mar. 2024.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024g. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/alfenas/pesquisa/15/11863?tipo=grafico&indicador=11905&localidade1=31&localidade2=0>. Acesso em: 08 mar. 2024.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024h. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/alfenas/pesquisa/15/11863?tipo=grafico&indicador=11904>. Acesso em: 08 mar. 2024.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024i. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/alfenas/pesquisa/15/11863?tipo=grafico&indicador=11908>. Acesso em: 08 mar. 2024.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024j. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/alfenas/pesquisa/15/11863?tipo=grafico&indicador=11905>. Acesso em: 08 mar. 2024.

IFSULDEMINAS. **Sobre o campus**. [20--]a. Disponível em:

<https://portal.mch.ifsuldeminas.edu.br/sobre-o-campus>. Acesso em: 26 mar. 2024.

IFSULDEMINAS. **Apresentação do Polo**. [20--]b. Disponível em:

<https://portal.ifsuldeminas.edu.br/index.php/apresentacao-embrapii>. Acesso em: 10 abr. 2024.

IFSULDEMINAS. **Workshop “Inovando a Cafeicultura - Startup Makers”**. 2019. Disponível em:

https://portal.ifsuldeminas.edu.br/images/PDFs/embrapii/Capacita%C3%A7%C3%B5es_-_Embrapii/Projetos/Projeto_Inovando_a_Cafeicultura_-_Startup_Makers_pdf.pdf. Acesso em: 13 jan. 2025.

LEITÃO, Carla. A entrevista como instrumento de pesquisa científica: planejamento, execução e análise. **Metodologia de Pesquisa Científica em Informática na Educação: Abordagem qualitativa de Pesquisa**, v. 3, 2021.

LOPES, Alexandrino Moreira. **Física no Trapitxi: etnociência e transposição didática para uma nova abordagem no processo de ensino-aprendizagem**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB, Acarape-CE, 2017.

LOPES, Paulo R. *et al.* Uma análise das consequências da agricultura convencional e das opções de modelos sustentáveis de produção – agricultura orgânica e agroflorestal. **REDD – Revista Espaço de Diálogo e Desconexão**, Araraquara, v. 8, n. 1 e 2, 2014.

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. **Em Aberto**, v. 5, n. 31, 1986.

MANZINI, Eduardo José. Considerações sobre a transcrição de entrevistas. **Técnicas de Pesquisa: planejamento e execução de pesquisas. Amostragens e técnicas de pesquisa. Elaboração, análise e interpretação de dados**, v. 7, p. 1-23, 2008.

MANZINI, Eduardo José. Uso da entrevista em dissertações e teses produzidas em um programa de pós-graduação em educação. **Revista Percursos - NEMO**, Maringá, v. 4, n. 2, p. 149-171, 2012.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2003.

MARQUES, Janote Pires. A “observação participante” na pesquisa de campo em Educação. **Educação em foco**, Belo Horizonte, v. 19, n. 28, p. 263-284, 2016.

MARTINS, Marcos Lobato. A marcha do café no Sul de Minas, décadas de 1880-1920: Alfenas, Guaxupé, Machado e Três Pontas. **Revista Territórios e Fronteiras**, Cuiabá, v. 7, n. 1, p. 287-320, 2014.

MOREIRA, Marco Antônio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Rio de Janeiro, v. 43, p. e20200451, 2021.

MOREIRA, Marco Antonio. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 94-99, 2000.

MOREIRA, Marco Antônio. Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea. **Revista do professor de física**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2017.

MOREIRA, Marco Antônio. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 32, p. 73-80, 2018.

NANNINI, Warllen Torres; CASIMIRO, Flávio Henrique Calheiros. Cooperativismo e territorialização do agronegócio do café no Sul de Minas Gerais. **PEGADA - A Revista da Geografia do Trabalho**, Presidente Prudente, v. 24, n. 1, p. 1-30, 2023.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de Física Básica**. 1. Mecânica. 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.

OLIVEIRA, Klerisson Milton Gontijo. **Desenvolvimento de um software para estimativa do azimute de linhas de plantio de cafeeiros**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração em Engenharia de Água e Solo) — Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

OLIVEIRA FILHO, Kepler Souza; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. **Astronomia e Astrofísica**. Rio Grande do Sul: Livraria da Física, 2014.

ORMOND, José Geraldo Pacheco; PAULA, Sergio Roberto Lima de; FAVERET FILHO, Paulo de Sá Campello. Café: (re)conquista dos mercados. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 10, p. 3-55, 1999.

PEREIRA, Amanda Gomes. Os caminhos da Etnografia: linhagens antropológicas e processos de subjetivação em campo. **Amazônica: Revista de Antropologia**, Belém, v. 15, n. 2, 2023.

PEREIRA, Marta Maximo. Sentidos do (e no) Ensino de Física no Ensino Médio: articulações com a teoria histórico-cultural. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 1-5, 2020.

PEREIRA, Suely Lima; ROCHA, Carla Giovana Souza; FORMIGOSA, Marcos Marques. Etnofísica dos mecanismos de alavancas utilizados pelos agricultores na produção da farinha de mandioca, Senador José Porfírio, Pará. **Revista Insignare Scientia-RIS**, Cerro Largo, v. 3, n. 5, p. 152-169, 2020.

PINHO, Leandro Glaydson da Rocha; BITENCOURT, Luciene Lignani; SOUZA, Gustavo Soares de; LEAL, Érika de Andrade Silva; LINO, Leandro de Souza; ALVES, Amanda Gonçalves; SOUZA, Washington Luiz de; MARTINS, Rafael Lozer; ELIAS, Jhonathan. Mudanças climáticas e a produção de café conilon na microrregião Centro-Oeste do Estado do Espírito Santo. **Revista Ifes Ciência**, Vitória, v. 7, n. 1, p. 01-14, 2021.

PRADO, Agda S. *et al.* Certificação Rainforest Alliance Certified implantada em uma propriedade cafeeira no município de Machado-MG. *In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL*, 7., 2011, Araxá. **Anais [...]** Brasília, DF: Embrapa Café, 2011, 5 p.

RESENDE, Rui. Técnica de investigação qualitativa: ETCI. **Journal of Sport Pedagogy & Research**, Braga, v. 2, n. 1, p. 50-57, 2016.

ROCHA, Ana Luiza Carvalho da; ECKERT, Cornelia. Etnografia: saberes e práticas. **Illuminuras**: série de publicações eletrônicas do Banco de Imagens e Efeitos Visuais, LAS, PPGAS, IFCH e ILEA, UFRGS. Porto Alegre, RS. N. 21 (2008), 23 p., 2008.

ROSA, Cleci Werner da; ROSA, Álvaro Becker da. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias**, Vigo, v. 4, n. 1, 2005.

ROSARIO, Samuel Antonio Silva do; SILVA, Carlos Aldemir Farias da. Intersecções entre a Física e os saberes da tradição ceramista. **Centro de Investigaciones Educativas Paradigma (CIEP)**, Maracay, v. XLV, n. 1, p. e2024021, 2024.

SANTOS, Vladimir Félix; MADRUGA, Zulma Elizabete de Freitas. A ETNOFÍSICA NAS PESQUISAS ACADÊMICAS. **Revista Conhecimento Online**, Novo Hamburgo, v. 2, p. 220-235, 2022.

SILVA, Antonio Mateus Pinheiro da; ROSARIO, Samuel Antonio Silva do. A etnofísica da produção de farinha na comunidade Taquandeuá. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, Campeche, v. 15, n. 12, p. 16775-16793, 2023.

SILVA, Mulba Joãozinho da. **A Etnofísica no cultivo de arroz com o arado pelos Balantas na Guiné-Bissau e proposições metodológicas para o ensino de física**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Acarape-CE, 2023.

SILVA, Otto Henrique Martins. **Tópicos especiais de história da Física e da matemática e de seu ensino**. 1.ed. Curitiba. Editora Contentus, 2020.

SOUZA, Ednilson Sergio Ramalho de. Etnofísica, modelagem matemática, geometria... tudo no mesmo Manzuá. **Amazônia**: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas, Belém, v. 9, n. 18, p. 99-112, 2013.

SOUZA, Rozana Quintanilha Gomes; CARMO, Gerson Tavares do. Educação e trabalho: uma relação de contradições com a educação profissional. In: **VII CONEDU - CONEDU EM CASA**, 2021, Campina Grande. Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/79555>. Acesso em: 20 dez. 2024.

TOTI, Frederico Augusto. **Física no ensino médio e estudantes trabalhadores**: buscando relações entre significado e sentido para a aprendizagem. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

VERASZTO, Estéfano Vizconde; CARNEIRO, Felipe Guimarães. Integração da física e cultura no ensino: perspectivas e projeções na busca pela etnofísica. **Revista de Estudos Aplicados em Educação**, São Caetano do Sul, v. 8, p. e20239142-e20239142, 2023.

WIELEWICKI, Vera Helena Gomes. A pesquisa etnográfica como construção discursiva. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 1, p. 27-32, 2001.

YOUNG, Hugh D.; Freedman, Roger A. **Física I – Mecânica**. 12. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2008a.

YOUNG, Hugh D.; Freedman, Roger A. **Física II – Termodinâmica e ondas**. 12. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2008b.

APÊNDICE A – Protocolo de entrevistas semiabertas

1. UNIDADE EMBRAPII DE AGROINDÚSTRIA DO CAFÉ (IFSULDEMINAS – CAMPUS MACHADO-MG)

- 1) O que a EMBRAPII busca hoje? E quem participa?
- 2) E o que vocês fazem?
- 3) Como está o cenário econômico mundial e regional do setor cafeeiro atualmente?
- 4) Quais são as principais etapas dentro do setor cafeeiro? E quais os produtores apresentam maior demanda?
- 5) Qual é a principal demanda que os produtores buscam hoje?
- 6) Quais são os recursos tecnológicos atualmente mais impactantes no setor cafeeiro?
- 7) Quais são as maiores dificuldades enfrentadas por um produtor de café hoje?
- 8) A Física pode contribuir para o setor cafeeiro? Se sim, de que maneira?
- 9) Quais tecnologias que os produtores utilizam que envolvem a Física?
- 10) Você se lembra da Física que você teve no Ensino Médio? E você aplica conceitos e conteúdos de Física no setor cafeeiro?
- 11) O que é necessário para produzir café de qualidade?
- 12) Com o aprendizado escolar, o cafeicultor pode melhorar seu rendimento no campo? Se sim, como?
- 13) Como você define Física?

2. FAZENDA RECANTO (MACHADO-MG)

2.1 QUESTÕES DE LEVANTAMENTO SOBRE A FAZENDA RECANTO

- 1) Qual é a localização da fazenda?
- 2) Há quantos anos a Fazenda Recanto está em operação?
- 3) Quem são os proprietários da fazenda?
- 4) Qual o seu nível de escolaridade? E de seus pais?
- 5) Qual é o tamanho total da propriedade e a área destinada à plantação?
- 6) Quantos funcionários estão atualmente empregados na fazenda?

- 7) Qual é o número de lavouras de café e qual é a média de idade delas?
- 8) Quais são as principais tecnologias utilizadas na fazenda, considerando todo o setor cafeeiro?
- 9) Qual é a média de produtividade anual da Fazenda Recanto?
- 10) Qual é o principal tipo de café que a fazenda comercializa?
- 11) Existe um destino principal do café produzido na Fazenda Recanto?

2.2 QUESTÕES GERAIS SOBRE O SETOR CAFEIRO NA FAZENDA RECANTO

- 1) Quais são os processos/etapas envolvidos no cultivo do café aqui na fazenda? (Exemplo: plantio, colheita, processamento...)
- 2) A colheita é toda mecanizada?
- 3) Quais são os fatores que influenciam positivamente na produtividade do café?
- 4) Para você, qual é o processo mais delicado no cultivo do café?
- 5) Quais recursos tecnológicos você utiliza e que percebeu resultarem em aumento na produção e maior lucratividade?
- 6) Quais são as principais dificuldades encontradas atualmente no cultivo do café?
- 7) Por que você acha importante pensar além do mercado tradicional e atual?
- 8) Qual o tempo em média para o ciclo do café?
- 9) Como você acredita que poderia melhorar a sua produção de café?
- 10) Quais são as diferenças entre as técnicas empregadas no cultivo do café tradicional e do café especial?
- 11) Em quais processos você acredita que o uso da tecnologia poderia ainda mais melhorar a produção?
- 12) Como podemos aumentar a quantidade de café produzido?
- 13) Quais são os fatores que contribuem para melhorar a qualidade do café?
- 14) O que poderia aumentar a quantidade da produção de café em sua fazenda?
- 15) Quais técnicas você aplica que percebe terem impacto positivo nos seus lucros ao final do processo?
- 16) Você acredita que a ciência tem um papel importante no setor cafeeiro?
- 17) Como você define a Física?
- 18) Você percebe a presença da Física em diferentes etapas aqui na fazenda? Se sim, como?

19)A ideia de a escola ensinar conteúdos de Física mais próximos das situações do dia a dia seria melhor? Por quê?

20)Você se lembra das aulas de Física que você teve?

21)Você lembra algum conteúdo ou conceito de Física que hoje você aplica aqui?

2.3 QUESTÕES DE ANÁLISE PARA CADA ETAPA DO SETOR CAFEIEIRO NA FAZENDA RECANTO

1) Qual é a sua idade?

2) Qual é o local de nascimento e onde você reside atualmente?

3) Há quanto tempo você trabalha com café?

4) Há quanto tempo você trabalha na Fazenda Recanto?

5) Qual é a sua função aqui na fazenda?

6) Como você aprendeu essa função?

7) Quais são os processos que você realiza durante esta etapa?

8) Quais são os segredos para desenvolver um bom trabalho?

9) Qual é a sua maior dificuldade no trabalho? Tem algum ponto que é mais difícil?

10)O que facilitaria sua atividade?

11)Como você percebe a evolução no setor cafeeiro desde que começou a trabalhar nesta área?

12)Qual é o seu nível de escolaridade?

13)Se você aprendesse técnicas na escola direcionadas ao seu trabalho, facilitaria na prática? Se sim, como? Pensando na Física... Como você aplicaria aquela Física que você aprendeu no Ensino Médio?

14)O que significa Física para você?

15)Você se lembra dos conteúdos e conceitos de Física do Ensino Médio?

16)A ideia de a escola ensinar conteúdos de Física mais próximos das situações do dia a dia seria melhor? Por quê?

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Dados de Identificação

Título da pesquisa: A Física educacional no setor cafeeiro e a sua interferência no PIB da região Sul do estado de Minas Gerais

Pesquisador(a) responsável: Eduardo Soares Garcia

Pesquisador(es) participante(s): Frederico Augusto Toti

Nome do participante:

Data de nascimento:

CPF:

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário(a), do projeto de pesquisa A FÍSICA EDUCACIONAL NO SETOR CAFEEIRO E A SUA INTERFERÊNCIA NO PIB DA REGIÃO SUL DO ESTADO DE MINAS GERAIS, de responsabilidade do pesquisador EDUARDO SOARES GARCIA. Leia cuidadosamente o que segue e me pergunte sobre qualquer dúvida que você tiver. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, e no caso de aceitar fazer parte do nosso estudo assine ao final deste documento, que consta em duas vias. Uma via pertence a você e a outra ao pesquisador responsável. Sua participação não é obrigatória, e, a qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição. Em caso de recusa você não sofrerá nenhuma penalidade.

Ao ler os itens abaixo, você deve declarar, ao final desse documento, se foi suficientemente esclarecido(a) sobre as etapas da pesquisa.

1. Esta pesquisa tem por objetivo geral: analisar a aplicação dos conteúdos de Física da Educação Básica no setor cafeeiro e seu subsequente impacto na economia. Para tanto, podemos ainda estabelecer como objetivos específicos: analisar o PIB geral da região do Sul do estado de Minas Gerais; analisar o PIB do setor cafeeiro do Sul do estado de Minas Gerais; descrever os sistemas agrícolas no setor cafeeiro utilizando a Física; estabelecer e descrever uma relação destes sistemas agrícolas com o Ensino de Física na Educação Básica; e inferir que a relação anterior, pode e deve ser

significativamente positiva, analisando sob o ponto de vista econômico. Através das entrevistas e análise dos dados, buscaremos atingir os objetivos para responder a seguinte pergunta: Como o Ensino de Física pode causar impactos no setor cafeeiro tornando-o mais eficiente, e assim impactando a agricultura e conseqüentemente o PIB? Importante inferir que quando tratamos da Educação, indivíduos mais capacitados podem tomar decisões ou endossar decisões mais coerentes e assertivas em relação ao seu trabalho, mostrando que a ciência pode provocar muitas transformações dentro deste contexto, interferindo por subseqüente na economia, regional, nacional e até mesmo mundial.

2. A sua participação nesta pesquisa consistirá em fornecer entrevista de maneira presencial, fornecendo informações úteis ao pesquisador responsável, bem como quando solicitados, dados secundários que contribuirão para o desenvolvimento deste trabalho, desde que seja da vontade do participante. Como critérios de inclusão dos participantes nesta pesquisa, serão convidados trabalhadores, pesquisadores, engenheiros agrônomos, empresários, dentre outras profissões, desde que estejam relacionadas ao setor cafeeiro e os participantes necessariamente precisam ser maiores de idade. Como critérios de exclusão, temos todos os outros participantes que não se enquadrem no item anterior. As entrevistas ocorrerão no local de trabalho do participante, ou no local em que se sentir mais confortável, respeitando seus horários disponíveis. O tempo utilizado em cada entrevista não ultrapassará o período de 2 horas, sendo o participante livre para estabelecer o melhor horário e tempo da entrevista, sendo possível ainda, interromper ou cancelar uma entrevista em andamento. Serão conduzidas pelo pesquisador responsável e/ou pelo pesquisador participante, e como trata-se de entrevistas não estruturadas, o tema, bem como o conteúdo, será traçado no desenvolvimento da pesquisa, mas que seguramente terá relação direta com a temática estudada, a fim de compor o material de análise. Serão perguntas acerca dos procedimentos adotados desde o plantio até a venda do café, sobre as tecnologias agrícolas que estão sendo utilizadas atualmente, levantamento de dados econômicos em relação a esta temática e sobre conteúdos de Física envolvidos em todo o setor cafeeiro.

Eventuais dados solicitados, que não possuem domínio público, terão finalidade única e exclusiva a composição do material de análise desta pesquisa, sendo de vontade própria do participante em fornecer ou não quando solicitados. O pesquisador responsável garante ainda total sigilo e anonimato quando estes forem utilizados na

pesquisa.

USO DE IMAGEM: Durante a realização das entrevistas e das observações realizadas, serão utilizados como recursos, fotografias e gravações audiovisuais, pois servirão para auxiliar o pesquisador na composição dos dados e resultados da pesquisa. Possui como finalidade também, garantir maior fidelidade às informações e dados coletados; durante a transcrição e composição dos resultados, garantimos o sigilo à identidade do(a) participante, não considerando seus verdadeiros nomes, por exemplo: participante 1, participante 2.

3. Durante a execução da pesquisa poderão ocorrer riscos de nível mínimo e baixo, de dimensões físicas, emocionais, psíquicas, morais e sociais. Sendo estes: Desconforto; medo; vergonha; estresse; quebra de sigilo; cansaço; aborrecimento; quebra de anonimato; invasão de privacidade; possibilidade de constrangimento; disponibilidade de tempo para responder ao instrumento; alterações de comportamento; exposição de dados e fotos do participante que possam resultar na sua identificação; exposição da imagem do participante em vídeos (gravados ou não) que possam resultar na sua identificação; desconforto emocional relacionado a presença do pesquisador; responder a questões sensíveis, tais como atos ilegais; discriminação e estigmatização a partir do conteúdo revelado; e divulgação de dados confidenciais. Como medidas minimizadoras, o pesquisador responsável deverá garantir o sigilo em relação às suas respostas, as quais serão tidas como confidenciais e utilizadas apenas para fins científicos; garantir o acesso em um ambiente que proporcione privacidade durante a coleta de dados, uma abordagem humanizada, optando-se pela escuta atenta e pelo acolhimento do participante, obtenção de informações, apenas no que diz respeito àquelas necessárias para a pesquisa; garantir a não identificação nominal no formulário nem no banco de dados, a fim de garantir o seu anonimato; esclarecer e informar a respeito do anonimato e da possibilidade de interromper o processo quando desejar, sem danos e prejuízos à pesquisa e a si próprio; assegurar a confidencialidade e a privacidade, a proteção da imagem e a não estigmatização, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades, inclusive em termos de autoestima, de prestígio e/ou econômico; garantir explicações necessárias para responder às questões; garantir a retirada do seu consentimento prévio, ou simplesmente interrupção do auto preenchimento das respostas e não enviar o formulário, caso desista de participar da pesquisa; garantir ao participante a liberdade de se recusar a

ingressar e participar do estudo, sem penalização alguma por parte dos pesquisadores; garantir uma abordagem cautelosa ao indivíduo considerando e respeitando seus valores, cultura e crenças; promoção de privacidade em ambiente tranquilo e seguro; garantir o zelo pelo sigilo dos dados fornecidos e pela guarda adequada das informações coletadas, assumindo também o compromisso de não publicar o nome dos participantes (nem mesmo as iniciais) ou qualquer outra forma que permita a identificação individual; garantir ao participante de pesquisa o direito de acesso ao teor do conteúdo do instrumento (tópicos que serão abordados) antes de responder as perguntas, para uma tomada de decisão informada; e o pesquisador responsável, após a conclusão da coleta de dados, fazer o download dos dados coletados para um dispositivo eletrônico local, apagando todo e qualquer registro de qualquer plataforma virtual, ambiente compartilhado ou "nuvem". Em relação aos estudos com dados secundários fornecidos, os riscos são: estigmatização – divulgação de informações quando houver acesso aos dados de identificação; invasão de privacidade; divulgação de dados confidenciais; e perda e danos físicos aos documentos. Como medidas minimizadoras, o pesquisador responsável deverá limitar o acesso aos documentos apenas pelo tempo, quantidade e qualidade das informações específicas para a pesquisa; garantir a não violação e a integridade dos documentos (danos físicos, cópias, rasuras); e garantir o zelo pelo sigilo dos dados fornecidos e pela guarda adequada das informações coletadas, assumindo também o compromisso de não publicar o nome dos participantes (nem mesmo as iniciais) ou qualquer outra forma que permita a identificação individual. Por fim, com base nas observações naturalistas, os riscos são: invasão de privacidade; desconforto e constrangimento durante a observação; alterações de comportamentos; exposição de dados, imagens e fotos do participante e/ou local da observação que possam resultar nas respectivas identificações; divulgação de dados ou conteúdos confidenciais; desconforto emocional relacionado a presença do pesquisador; discriminação e estigmatização a partir dos conteúdos resultantes das observações; interferência na vida e na rotina dos participantes; e embaraço de interagir com estranhos, medo de repercussões eventuais. Como medidas minimizadoras, os pesquisadores deverão assegurar a confidencialidade e a privacidade, a proteção da imagem e a não estigmatização, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades, inclusive em termos de autoestima, de prestígio e/ou econômico-financeiro; garantir explicações necessárias para quaisquer dúvidas

quanto às observações naturalistas; esclarecer e informar a respeito do anonimato e da possibilidade de interromper as observações quando desejar, sem danos e prejuízos à pesquisa e a si próprio; garantir uma observação cautelosa, considerando e respeitando os valores, culturas e crenças; garantir que não haverá interferências que possam atrapalhar os participantes nos procedimentos habituais, sejam nos locais de observações ou em suas vidas; garantir o zelo pelo sigilo do que foi observado e pela guarda adequada das informações coletadas, assumindo também o compromisso de não publicar o nome (nem mesmo as iniciais) ou qualquer outra forma que permita a identificação dos participantes, como por exemplo, os locais observados; e limitar as observações apenas pelo tempo, quantidade e qualidade das informações específicas para a pesquisa.

4. Ao participar dessa pesquisa você contribuirá para o desenvolvimento e para a explicação de como e quando podemos aplicar técnicas no mundo do trabalho baseadas na Educação, melhorando o processo de trabalho e assim consecutivamente uma alta na economia. Através desta pesquisa, será possível fornecer informações úteis para a formação de professores a fim de elencar como os conteúdos de Física na Educação Básica possuem relação com o setor cafeeiro, elevando o conhecimento do indivíduo para que se aplique as técnicas mais corretas em seu trabalho, ou seja, estará contribuindo para uma melhoria da prática e formação docente.

5. Sua participação neste projeto terá a duração de até 2 horas para a realização da entrevista presencial, agendada de acordo com a disponibilidade do participante.

6. Você não terá nenhuma despesa por sua participação na pesquisa, sendo as entrevistas totalmente gratuitas; e deixará de participar ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, e não sofrerá qualquer prejuízo.

7. Você foi informado(a) e está ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por sua participação, no entanto, caso você tenha qualquer despesa decorrente da participação na pesquisa, terá direito a buscar ressarcimento.

8. Caso ocorra algum dano, previsto ou não, decorrente da sua participação no estudo, você terá direito à assistência integral e imediata, de forma gratuita (pelo patrocinador e/ou pesquisador responsável), pelo tempo que for necessário; e terá o direito a buscar indenização.

9. Será assegurada a sua privacidade, ou seja, seu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, identificá-lo(a), será mantido em sigilo. Caso

you desire, you will have free access to all the information and clarifications additional about the study and its consequences, in short, everything that you want to know before, during and after your participation.

10. You were informed(a) that the data collected will be used, unique and exclusively, for the purposes of this research, and that the results of the research, will be published/divulged through academic works or scientific articles by professionals in the area.

11. According to item III.2, inciso (i) of Resolution CNS 466/2012 and Article 3°, inciso IX, of Resolution CNS 510/2016, it is a commitment of all the people involved in the research not to create, maintain or expand situations of risk or vulnerability for individuals and communities, nor to accentuate stigma, prejudice or discrimination.

Por esses motivos:

Autorizo () / NÃO Autorizo () a coleta e divulgação de imagens/fotografias/vídeos/som de voz para a presente pesquisa.

12. Você poderá consultar o(a) pesquisador(a) Eduardo Soares Garcia, no seguinte telefone (35) 99723-6670 ou email eduardo.garcia@sou.unifal-mg.edu.br e/ou o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alfenas (CEP/UNIFAL-MG*), com endereço na Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700, Centro, Cep - 37130-000, Fone: (35) 3701 9153, no e-mail: comite.etica@unifal-mg.edu.br sempre que entender necessário obter informações ou esclarecimentos sobre o projeto de pesquisa e sua participação.

**O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alfenas (CEP/UNIFAL-MG) é um colegiado composto por membros de várias áreas do conhecimento científico da UNIFAL-MG e membros da nossa comunidade, com o dever de defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento científico dentro de padrões éticos.*

Eu, _____, CPF nº _____, declaro ter sido informado (a) e concordo em participar, como voluntário(a), do projeto de pesquisa acima descrito.

_____, _____ de _____ de 202__

.....
(Assinatura do(a) participante da pesquisa)

.....
(Assinatura do pesquisador responsável / pesquisador participante)

ANEXO A – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética e Pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALFENAS - UNIFAL



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: A Física educacional no setor cafeeiro e a sua interferência no PIB da região Sul do estado de Minas Gerais

Pesquisador: EDUARDO SOARES GARCIA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 75326023.9.0000.5142

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS - UNIFAL-MG

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.606.235

Apresentação do Projeto:

Pesquisa vinculada ao Programa de Pós-graduação em Educação da UNIFAL-MG. Este projeto é realizado com financiamento próprio. Neste projeto, os pesquisadores investigam a interseção entre a Física educacional e o setor cafeeiro. É um projeto qualitativo, de natureza básica e documental. O projeto será realizado através da observação naturalista em lavouras de café, de entrevistas não estruturadas e análise subsequente de dados.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo primário:

- Analisar a aplicação dos conteúdos de Física da Educação Básica no setor cafeeiro e seu subsequente impacto na economia.

Objetivos secundários:

- Analisar o PIB geral da região do Sul do estado de Minas Gerais; Analisar o PIB do setor cafeeiro do Sul do estado de Minas Gerais; Descrever os sistemas agrícolas no setor cafeeiro utilizando a Física; Estabelecer e descrever uma relação destes sistemas agrícolas com o Ensino de Física na Educação Básica Inferir que a relação anterior, pode e deve ser significativamente positiva, analisando sob o ponto de vista econômico.

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700 - Sala O 314 E
Bairro: centro **CEP:** 37.130-001
UF: MG **Município:** ALFENAS
Telefone: (35)3701-9153 **Fax:** (35)3701-9153 **E-mail:** comite.etica@unifal-mg.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALFENAS - UNIFAL



Continuação do Parecer: 6.606.235

Análise CEP:

Os objetivos do projeto são claros e bem definidos, coerentes com a proposta geral do projeto e exequíveis.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Abaixo foram elencados estes tópicos levando em consideração cada método de coleta de dados que serão utilizados na pesquisa:

1. Entrevistas não estruturadas (Presenciais)

1.1. Riscos: Desconforto; medo; vergonha; estresse; quebra de sigilo; cansaço; aborrecimento; quebra de anonimato; invasão de privacidade; possibilidade de constrangimento; disponibilidade de tempo para responder ao instrumento; alterações de comportamento; exposição de dados e fotos do participante que possam resultar na sua identificação; exposição da imagem do participante em vídeos (gravados ou não) que possam resultar na sua identificação; desconforto emocional relacionado a presença do pesquisador; responder a questões sensíveis, tais como atos ilegais; discriminação e estigmatização a partir do conteúdo revelado; e divulgação de dados confidenciais.

1.2. Medidas Minimizadoras: Garantir o sigilo em relação às suas respostas, as quais serão tidas como confidenciais e utilizadas apenas para fins científicos; garantir o acesso em um ambiente que proporcione privacidade durante a coleta de dados, uma abordagem humanizada, optando-se pela escuta atenta e pelo acolhimento do participante, obtenção de informações, apenas no que diz respeito àquelas necessárias para a pesquisa; garantir a não identificação nominal no formulário nem no banco de dados, a fim de garantir o seu anonimato; esclarecer e informar a respeito do anonimato e da possibilidade de interromper o processo quando desejar, sem danos e prejuízos à pesquisa e a si próprio; assegurar a confidencialidade e a privacidade, a proteção da imagem e a não estigmatização, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades, inclusive em termos de autoestima, de prestígioe/ou econômico; garantir explicações necessárias para responder às questões; garantir a retirada do seu consentimento prévio, ou simplesmente interrupção do auto preenchimento das respostas e não enviar o formulário, caso desista de participar da pesquisa; garantir ao participante a liberdade de se recusar a ingressar e participar do estudo, sem penalização alguma por parte dos pesquisadores; garantir uma abordagem cautelosa ao indivíduo considerando e respeitando seus

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700 - Sala O 314 E
Bairro: centro **CEP:** 37.130-001
UF: MG **Município:** ALFENAS
Telefone: (35)3701-9153 **Fax:** (35)3701-9153 **E-mail:** comite.etica@unifal-mg.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALFENAS - UNIFAL



Continuação do Parecer: 6.606.235

valores, cultura e crenças; promoção de privacidade em ambiente tranquilo e seguro; garantir o zelo pelo sigilo dos dados fornecidos e pela guarda adequada das informações coletadas, assumindo também o compromisso de não publicar o nome dos participantes (nem mesmo as iniciais) ou qualquer outra forma que permita a identificação individual; garantir ao participante de pesquisa o direito de acesso ao teor do conteúdo do instrumento (tópicos que serão abordados) antes de responder as perguntas, para uma tomada de decisão informada; e o pesquisador responsável, após a conclusão da coleta de dados, fazer o download dos dados coletados para um dispositivo eletrônico local, apagando todo e qualquer registro de qualquer plataforma virtual, ambiente compartilhado ou "nuvem".

2. Estudos com dados secundários

2.1. Riscos: Estigmatização – divulgação de informações quando houver acesso aos dados de identificação; invasão de privacidade; divulgação de dados confidenciais; e perda e danos físicos aos documentos.

2.2. Medidas Minimizadoras: Limitar o acesso aos documentos apenas pelo tempo, quantidade e qualidade das informações específicas para a pesquisa; garantir a não violação e a integridade dos documentos (danos físicos, cópias, rasuras); e garantir o zelo pelo sigilo dos dados fornecidos e pela guarda adequada das informações coletadas, assumindo também o compromisso de não publicar o nome dos participantes (nem mesmo as iniciais) ou qualquer outra forma que permita a identificação individual.

3. Riscos observação naturalista: Invasão de privacidade; desconforto e constrangimento durante a observação; alterações de comportamentos; exposição de dados, imagens e fotos do participante e/ou local da observação que possam resultar nas respectivas identificações; e divulgação dados/imagens.

Benefícios:

Pesquisar sobre a Educação relacionada com o mundo do trabalho é fundamental para que criemos novos modos de pensar e agir, considerando a constante evolução que a globalização tem provocado dentro deste campo. De modo articulado a estes conceitos, temos uma significativa relação baseada na economia, a qual visamos pautar neste trabalho. A temática desta pesquisa é muito contemporânea, pois sempre podemos aplicar técnicas no mundo do trabalho baseadas na

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700 - Sala O 314 E
Bairro: centro **CEP:** 37.130-001
UF: MG **Município:** ALFENAS
Telefone: (35)3701-9153 **Fax:** (35)3701-9153 **E-mail:** comite.etica@unifal-mg.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALFENAS - UNIFAL



Continuação do Parecer: 6.606.235

Educação, melhorando o processo de trabalho e assim consecutivamente podemos relacionar com uma crescente elevação no PIB. Vale destacar, que quando tratamos da Educação, indivíduos mais capacitados podem tomar decisões ou endossar decisões mais coerentes e assertivas em relação ao seu trabalho, mostrando que a ciência pode provocar muitas transformações dentro deste contexto, interferindo por subsequente na economia, regional, nacional e até mesmo mundial. Ao relacionar a Educação, mais especificamente a Física Educacional, com o setor cafeeiro e os impactos gerados à economia, buscaremos trazer informações úteis para a formação de professores a fim de elencar como os conteúdos de Física na Educação Básica possuem relação com o setor cafeeiro, elevando o conhecimento do indivíduo para que se aplique as técnicas mais corretas em seu trabalho. A eficácia poderá ser perceptível através dos resultados obtidos no mercado de trabalho, com relações econômicas significativas.

Análise do CEP:

1. os riscos de execução do projeto são bem avaliados e estão bem descritos no projeto;
2. os benefícios oriundos da execução do projeto justificam os riscos corridos;
3. para cada risco descrito, o pesquisador apresentou uma correta ação minimizadora/corretiva desse risco (nas informações básicas da Plataforma Brasil não foram apresentadas as medidas minimizadoras referentes aos riscos da observação naturalista, no entanto, estas medidas estão devidamente apresentadas no projeto detalhado e no TCLE atualizado).

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

1. Metodologia da pesquisa – adequada aos objetivos do projeto, atualizada;
2. Referencial teórico da pesquisa – atualizado e suficiente para aquilo que se propõe;
3. Cronograma de execução da pesquisa – coerente com os objetivos propostos e adequado ao tempo de tramitação do projeto.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) – Presente e adequado
2. Termo de Assentimento (TA) – Não se aplica

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700 - Sala O 314 E
Bairro: centro **CEP:** 37.130-001
UF: MG **Município:** ALFENAS
Telefone: (35)3701-9153 **Fax:** (35)3701-9153 **E-mail:** comite.etica@unifal-mg.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALFENAS - UNIFAL



Continuação do Parecer: 6.606.235

3. Termo de Assentimento Esclarecido (TAE) – Não se aplica
4. Termo de Compromisso para Utilização de Dados e Prontuários (TCUD) – Não se aplica
5. Termo de Anuência Institucional (TAI) – Presente e adequado
6. Folha de rosto - Presente e adequada
7. Projeto de pesquisa completo e detalhado - Presente e adequado
8. Termo de Compromisso do Pesquisador - Presente e adequado

Recomendações:

Não há recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Recomenda-se a aprovação.

Considerações Finais a critério do CEP:

Após análise, a Coordenação do CEP emite parecer ad referendum.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2236412.pdf	29/12/2023 17:54:25		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Pesquisa_Atualizado.pdf	29/12/2023 17:53:22	EDUARDO SOARES GARCIA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Atualizado.pdf	29/12/2023 17:52:14	EDUARDO SOARES GARCIA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_rosto.pdf	27/10/2023 13:59:28	EDUARDO SOARES GARCIA	Aceito
Outros	TAI.pdf	26/10/2023 17:08:39	EDUARDO SOARES GARCIA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_Compromisso.pdf	26/10/2023 17:06:05	EDUARDO SOARES GARCIA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700 - Sala O 314 E
Bairro: centro **Município:** ALFENAS **CEP:** 37.130-001
UF: MG **Telefone:** (35)3701-9153 **Fax:** (35)3701-9153 **E-mail:** comite.etica@unifal-mg.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALFENAS - UNIFAL



Continuação do Parecer: 6.606.235

ALFENAS, 04 de Janeiro de 2024

Assinado por:
Ana Cláudia Mesquita Garcia
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700 - Sala O 314 E
Bairro: centro **CEP:** 37.130-001
UF: MG **Município:** ALFENAS
Telefone: (35)3701-9153 **Fax:** (35)3701-9153 **E-mail:** comite.etica@unifal-mg.edu.br