



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
CURSO: LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA

RENATO NUNES RAMALHO

**DO CALÓRICO À TEORIA ATUAL DO CALOR: UMA ABORDAGEM
HFC NA ESCOLA CIDADÃ INTEGRAL**

CAJAZEIRAS-PB

2021

RENATO NUNES RAMALHO

**DO CALÓRICO À TEORIA ATUAL DO CALOR: UMA ABORDAGEM
HFC NA ESCOLA CIDADÃ INTEGRAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Física junto a Unidade Acadêmica de Ciências Exatas e da Natureza do Centro de Formação de Professores da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Física, sob a orientação do Prof. Dr. Anderson Alves de Lima e coorientação do Prof. Dr. Heydson Henrique Brito da Silva.

**CAJAZEIRAS-PB
2021**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação - (CIP)
Denize Santos Saraiva Lourenço - Bibliotecária CRB/15-046
Cajazeiras - Paraíba

R165d Ramalho, Renato Nunes

Do calórico à teoria atual do calor: uma abordagem HFC na
Escola Cidadã Integral. / Renato Nunes Ramalho. Cajazeiras,
2021.

79f. : il.

Bibliografia.

Orientador(a): Prof. Dr. Anderson Alves de Lima.

Coorientador(a): Prof. Dr. Heydson Henrique Brito da Silva.

Monografia (Licenciatura em Física) – Universidade Federal de
Campina Grande, Centro de Formação de Professores, 2021.

1. Ensino de física. 2. Ciência - história e filosofia. 3. Calor.
4. Escola Cidadã Integral. 5. Física - educação básica.
6. Competências. I. Lima, Anderson Alves de. II. Silva, Heydson Henrique Brito da. III. Universidade Federal de Campina Grande. IV. Centro de Formação de Professores. V. Título.

UFCG/CFP/BS

CDU- 37:53

FICHA DE AVALIAÇÃO FINAL DE MONOGRAFIA

Aluno: Renato Nunes Ramalho

Título do Trabalho: DO CALÓRICO À TEORIA ATUAL DO CALOR: UMA ABORDAGEM HFC NA ESCOLA CIDADÃO INTEGRAL

Orientador: Prof. Dr. Anderson Alves de Lima

Membro 1 da Banca Examinadora: Prof. Dr. Heydson Henrique Brito da Silva

Membro 2 da Banca Examinadora: Profa. Msc. Jaene Guimarães Pereira

Itens avaliados	Orientador(a)	Membro 1	Membro 2
Trabalho escrito (Nota de 0,0 a 10,0 -Peso 5)	10,0	10,0	10,0
Apresentação oral (Nota de 0,0 a 10,0 -Peso 3)	10,0	10,0	10,0
Desempenho na Arguição (Nota de 0,0a 10,0 – Peso 2)	10,0	10,0	10,0

NOTA FINAL: A nota final será calculada pela média aritmética das notas finais de cada membro da banca.

Observações: **O aluno foi aprovado com média final 10,0 (dez vírgula zero)**

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Anderson Alves de Lima
(Orientador e Presidente)



Prof. Dr. Heydson Henrique Brito da Silva
(Coorientador - Membro da Banca 01)



Profa. Msc. Jaene Guimarães Pereira
(Membro da Banca 02)

Cajazeiras/PB, 05 de março de 2021.

*A minha Família, meu porto seguro.
A minha digníssima esposa pelo amor, apoio,
companheirismo e cumplicidade.
Aos meus amigos e amigas, que sempre me
apoiaram nesta jornada.
A todos meus professores(as), autênticos mestres,
pela inspiração com seus ensinamentos ao longo
desta vida.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço incondicionalmente a meus venerados pais, Jardelma Letícia e Walter Nunes. Por apascentar-me no árduo caminho da vida e investirem em uma criação honrosa, honesta e humilde a suas proles. Sertanejos da cor de terra seca, desbravadores e aguerridos que com a virtude da benevolência, alimentaram a perseverança deste seu progênie em busca do ininterrupto saber. A eles minha eterna gratidão.

A minha digníssima esposa, Sabrinna Arruda, verdadeira e única conquistadora do meu universo a quem compartilho a vida. Por todo apoio, companheirismo, esforço, segurança e ternura. Seu amor e dedicação tornam-se o enredo desta obra em minha vida.

Agradeço a minhas avós Maria Paulino (vó Marinete) e Fátima Ramalho. Exemplos de mulheres integras, graciosas e em diversos momentos foram essenciais durante minha formação.

Agradeço a meus tios e tias, em especial a Jarlene de Fátima, Joserlânia, Jucielma, Maria do Socorro e Rosicleia. Por diversas circunstâncias deram-me apoio moral, fé e fidedignidade com simples atos que tornaram esta conquista monumental. Agradeço também a meus amigos de infância e conterrâneos Adjalmy, Alex Nunes, Danilo, Douglas, Erisvaldo, Eliton Marcio, Evandro, Everton (Vevé), Francisco Marcílio, Fideles, Janderson, Jardel, Jeferson, José Dunga, José Roberto, Levy cauã, Lucio (tio Lu), Pedro Henrique, Raimundo, Renan, Taniedson, Vandsom, Vinicius, Vitor, Wanderson e Welington. Excepcionalmente aos amigos que partilharam comigo de momentos diários e presenciaram de perto meu crescimento acadêmico, Adalberto Mota, José Luís, José Silvan, Luiz Felipe, Willy Ferreira e o apê dos Caninanas (*in memoriam*).

Agradeço a meus companheiros de trabalho, especialmente Allany, Edinardo, Dita, Eliane, Elizângela, Fabiana, Fátima, Geraldo, Gleryston, Josevânia, Luzia, Palomakelly, Renato, Rilton, Samara, Séfora, Talyta, Talita Ferreira, Thamires, Vitória, Vituriano, Wanderlucy e Williane. Pelos momentos, adversidade enfrentadas e conquistas em prol da educação dos jovens cajazeirenses. Agradeço ainda aos alunos e alunas que nos últimos três anos me proporcionaram o prazer do magistério além da física, tornando este simplório graduando um professor de vidas e que hodiernamente exulto com júbilo. A toda família ECI Professor Crispim Coelho meus agradecimentos.

Agradeço aos amigos e amigas da UFCG/CFP, pessoas inesquecíveis. Ana Karla, Augusto, Bruno, Cesar Augusto, Egle, Emanuel, Francisca, Felipe, George, Geovani, Graziela, Guilherme, Jeferson, Jéssica, João Paulo Ferreira, José Ailton, Josefa, Jucilane, Lucia, Luislândia, Magna, Mauro, Manuel Cesário, Oraldo, Renato Alves, Ribamar, Richard, Robson, Rosa, Rodrigo, Rodolfo, Vinícius, Weverton e Yolanda. Agradeço também aos meus parceiros de turma, guerreiros e sobreviventes desta jornada Everton e Olinto, além do meu amigo e índole da física, Walison Arruda.

Meus agradecimentos aos grandes professores e professoras da educação básica, os quais tive o prazer de ser aprendiz: Airton, Aurilene, Ednaldo, Élio, Fábio, Fátima, Joana, Jocely, Maria do Socorro (Corrinha de matemática), Maria do Socorro (Corrinha de geografia) e Rony. Em especial as ilustres mestras que sempre serão referência na minha formação: Águia Nunes, Nilda Gomes, Rosa Gomes e Sandra Abílio. Muito obrigado!

Em agradecimento aos meus professores do CFP Anderson Alves, Albaneide Fernandes, Diego Marcelli, Douglas Fregolente, Edilson Leite, Gustavo Alencar, João Silva, Mirleide Dantas, Tonires Sales e Jaene Guimarães, inspiradora desta pesquisa. Muito obrigado por apresentarem a natureza em sua magnífica linguagem e nortear este jovem professor na arte do magistério. Em especial ao honorável Prof. Dr. Heydson Henrique, meu coorientador, mestre, coordenador (em projetos de extensão) e amigo por seus conselhos que sempre estiveram além da orientação de trabalho e proporcionou meu crescimento acadêmico, profissional e social.

A todos que direta ou indiretamente na condição *sine qua non* (sem a/o qual não pode ser) tornaram possível este triunfo, assim como a de uma teoria científica houve todo um processo e muitos responsáveis para se chegar ao resultado marcante.

Muito obrigado!

Se o mundo lhes dar as costas, monte na cacunda dele.
- Renato Ramalho

Se cheguei até aqui foi porque me apoiei no ombro dos gigantes
(adaptado).
-Sir Isaac Newton

RESUMO

A Ciência e o Ensino da Física se baseiam em observações e inquietações (uma teoria científica não surge do nada, por exemplo), essa abordagem nos remete à quebra de paradigmas que se voltam às descobertas científicas e suas revoluções, desmistificando a ideia de um único método científico, passado para os alunos como uma verdade imutável, criado instantaneamente de fatos atemporais. O presente Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo principal a promoção do ensino de calor na educação básica, levando em consideração a construção desse conhecimento ao longo da história humana. Mais especificamente, propomos usar o ensino por competências com uma abordagem Histórica e Filosófica da Ciência (HFC) para o ensino da Física, discutindo alguns aspectos da Natureza da Ciência (NdC), ao passo que os problemas tomam significado. Os sujeitos da pesquisa pertencem a uma turma de segundo ano do ensino médio da Escola Cidadã Integral Estadual de Ensino Fundamental e Médio Professor Crispim Coelho, cidade de Cajazeiras, sertão da Paraíba. A ideia de realizar um ensino por competência foi o pontapé para escolha dos saberes e das metodologias que viriam a ser utilizadas e foi trabalhado a HFC fazendo uma interligação do conteúdo de calor com alguns episódios históricos (a determinação do equivalente mecânico do calor, a atribuição do “Joule” como unidade para energia e a importância de Rumford na evolução da teoria do calor desenvolvendo uma prática de ensino que não seja isolada e descontextualizada. Uma pesquisa foi aplicada e intervenções realizadas, dessarte foram analisadas qualitativamente as superações e desenvolvimento dos conceitos térmicos na potencialidade da aprendizagem significativa e de uma formação integral.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Física; Competências; Calor; História e filosofia da ciência; Escola Cidadã Integral.

ABSTRACT

Science and Physics Teaching are based on studies and concerns (for example, a theory does not come out of nowhere), this approach leads us for a breaking of paradigms that turn to scientific discoveries and their revolutions, demystifying the idea of a single scientific method, passed on to students as an immutable truth, which came from timeless facts. The present undergraduate final project has as main objective to promote heat education in basic education, considering the construction of this knowledge throughout the human history. More specifically, we propose to use competency-based teaching with a Historical and Philosophical Approach to Science (PAS) for teaching Physics, discussing some aspects of the Nature of Science (NoS), while problems get resolutions with their meanings. The research subjects belongs to a Elementary High School State Integral second year students class from Professor Crispim Coelho, city of Cajazeiras, countryside of Paraíba. The idea of making competence-based teaching was the kick-start for the choice of knowledge and methodologies that would come to be used and was worked on in the PAS making an interconnection of the content heat with some historical episodes (the determination of the mechanical equivalent of heat, an individual from the “Joule” as a unit for energy and the importance of Rumford in evolution of heat theory by developing a teaching practice that is not separate and out of context. A research was applied and, qualitatively analyzed as overcoming and developing the concepts in the potential for learning and integral training.

Keywords: Physics teaching; Skills; Heat; History and philosophy of science; Integral Citizen School.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Área de estudo da energia térmica	28
Gráfico 2: respostas sobre o conceito de calor	34
Gráfico 3: entendimento microscópico do calor	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: respostas da questão – “Quando você toca uma superfície fria, é o frio que se desloca da superfície para sua mão ou a energia que se desloca de sua mão para a superfície fria? Explique”	30
Tabela 2: Respostas dos estudantes sobre o conceito de calor	31
Tabela 3: Respostas dos estudantes sobre a distinção entre temperatura, calor e energia	32
Tabela 4: Respostas dos estudantes sobre sensação térmica	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema do experimento de Joule	17
Figura 2 – Início da aula síncrona realiza pelo professor no Google Meet	36
Figura 3 – Aula síncrona realizada no Google Meet	37
Figura 4 – Recorte do texto - Entrevista com o Conde Rumford: da teoria do calórico ao calor como uma forma de movimento	38
Figura 5 – experimento do calor por atrito realizado por alunos	39
Figura 6 – Experimento de Joule	39
Figura 7: Instrumentos utilizados para compor o experimento produzido	40
Figura 8: Versão do experimento de Joule com materiais alternativos	40
Figura 9: Gravação da aula assíncrona	41
Imagem 1: experimento de sensação térmica	54
Imagem 2: Termoscópio de Galileu	55
Imagem 3: Termômetro clínico	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular
CEP – Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos
CFP – Centro de Formação de Professores
CNS – Conselho Nacional de Saúde
CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
Dr. – Doutor
EAD – Educação a Distância
ECI – Escola Cidadã Integral
HFC – História e Filosofia da Ciência
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICE – Instituto de Corresponsabilidade pela Educação
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
LDB – Lei de Diretrizes e Bases
mL – mililitro
NdC – Natureza da Ciência
PB – Paraíba
PET – Polietileno Tereftalato
QR Code – Quick Response Code
SEECT – Secretaria Estadual da Educação, da Ciência e Tecnologia
TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecimento
TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TICs – Tecnologias de Informação e Comunicação
UFCG – Universidade Federal de Campina Grande
UACEN – Unidade Acadêmica de Ciências Exatas e da Natureza
UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. HFC, COMPETÊNCIAS E AVALIAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA	4
2.1. O ENSINO DE FÍSICA BASEADO NA HFC	4
2.2. A CULTURA E A LINGUAGEM CIENTÍFICA.....	6
2.3 O ENSINO POR COMPETÊNCIAS E A CONTEXTUALIZAÇÃO	9
2.4 A AVALIAÇÃO NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM.....	12
3. UMA ABORDAGEM HISTÓRICA SOBRE A NATUREZA DO CALOR	14
3.1 O ESTUDO DO LIVRO DIDÁTICO	17
4. A ESTRUTURA PEDAGÓGICA DA ESCOLA CIDADÃ INTEGRAL	20
5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	24
6. RESULTADOS: ESTRATÉGIAS, POSSIBILIDADE E DESAFIOS	28
6.1 AS CONCEPÇÕES DOS SUJEITOS ACERCA DOS CONCEITOS TÉRMICOS	28
6.2 RELATO DE EXPERIÊNCIA NA APLICAÇÃO DIDÁTICA	35
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
8. REFERÊNCIAS	45
APÊNDICES	48
APÊNDICE A – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA	49
APÊNDICE B – PLANOS DE AULA	50
APÊNDICE C – ATIVIDADE IMPRESSA	54
APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIMENTO	57
APÊNDICE E – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIMENTO. .	59
ANEXOS.....	61
ANEXO A: PARECER DE APROVAÇÃO DO CEP/UFCG	62

1. INTRODUÇÃO

Em geral, o Ensino de Física continua com um caráter mecânico e o que se tem feito em mudanças e abordagens não são suficientes para mudar significativamente o cenário educacional. Portanto, faz-se necessário a implementação contínua de práticas ativas e teorias de aprendizagens, adentrando o currículo dos estudantes, os quais transitam sobre conteúdos clássicos da física e concluem sua formação sem compreender fenômenos cotidianos e ferramentas atuais a sua volta, como por exemplo fenômenos mecânicos, térmicos, elétricos e ondulatórios de caráter observacional. Esses conceitos estão marcados no cotidiano dos estudantes. Mesmo depois de ter estudado esses temas, o indivíduo carrega argumentos um tanto equivocados para o contexto científico e sem significado algum no cognitivo desses jovens, causado pela falta de uma cultura científica dentro da vida dos alunos e de um ensino descontextualizado, que durante o processo de ensino-aprendizagem, não despertou no estudante a curiosidade ou insatisfação com seus conhecimentos prévios.

A carência de uma cultura científica básica na formação dos discentes é um fator dominante que contribui na complexidade do processo de ensino-aprendizagem. A realidade cultural do país não facilita uma melhor apropriação dos conteúdos de Física, por não possuir aspectos científicos influentes nela. Promover essa cultura acarretaria em uma quebra enorme de paradigmas na estrutura educacional brasileira e decorreria de um longo prazo, lógico que não poderia acontecer de maneira radical e repentinamente.

Aprender física é um desafio para os alunos e a complexidade dos assuntos abordados deixam muitos deles desestimulados a estudar e buscar compreender os fenômenos da natureza em um contexto simplificado à visão estudantil. Atualmente o ensino da física continua com um caráter técnico e skinneriano, se faz cada vez mais necessário não só a reflexão como também a implementação nas metodologias de teorias de aprendizagem e de conhecimento como de Piaget, Ausubel, Freire e outros, orientadas por competências a levarem significado àquilo que se aprende e se ensina.

Em sua formação, o estudante transita sobre conteúdos clássicos da física e conclui sua formação básica sem compreender fenômenos do dia a dia e ferramentas atuais de caráter científico e de uso comum, como a leitura de uma conta de luz, a ação da pressão no cozimento de alimentos, a razão de não colocar objetos metálicos dentro de micro-ondas e o motivo das coisas caírem em direção ao solo. São compreensões observacionais que devem estar ligadas

às competências para o século XXI e devem ser trabalhadas no ensino da física, com êxito dentro do modelo da Escola Cidadã Integral.

Basicamente, o que se encontra na escola é uma metodologia conteudista que não resulta em uma aprendizagem significativa, como na estrutura citada por Elio Ricardo em seu trabalho:

Conteúdos – (suposta) aprendizagem – expectativa futura. Ou seja, os conteúdos não são questionados, já estão determinados nos programas escolares, nos livros didáticos e nos exames vestibulares, os quais são ensinados pelo professor e assume-se que tenha ocorrido uma aprendizagem. (RICARDO, 2005, p. 178).

“De maneira simplificada, o que um ensino orientado por competências sugere é o caminho inverso: Competências desejadas – identificação dos recursos cognitivos – conteúdos – (suposta) aprendizagem – competências observáveis (habilidades). (RICARDO, 2005, p. 178). Busca-se neste trabalho, diferente do convencional no termo de construção, de uma aprendizagem por problemas que traduza significado ao estudante, tendo como porta de entrada as competências que se desejam formar no sujeito e para isso uma sequência didática não conteudista foi criada com base nas competências pretendidas, onde o estudante possa compreender o papel da física em práticas sociais, históricas e econômicas.

Por outro lado, a abordagem de História e Filosofia da Ciência (HFC) para o ensino da Física surgiu após a escolha em tratar de um ensino por competências, consequência da necessidade de criar novas maneira de ensinar ciências a fim de tornar aprazível e significativo o seu entendimento. Como é expresso em Matthews (1995, p. 168) no relatório Ciências para todos os americanos, “alguns episódios na história das buscas científicas são bastante significativos para a nossa herança cultural; por exemplo, o papel de Galileu na mudança de percepção de nossa posição no universo”. Assim como a ciência, o ensino da Física é formado de observações, insatisfações e construções; uma teoria científica não surge em instantes. A Lei da Gravitação Universal, por exemplo, não foi elaborada graças a lenda de uma maçã vermelha que caiu na cabeça de um renomado cientista, como popularmente se pensa. Uma aula pode ficar enriquecida com a apropriação do contexto histórico que esteve presente em todo desenvolvimento do pensamento científico, pois carrega em si meios que problematizam o saber científico, o que nos remete a quebra de paradigmas que se voltam às descobertas científicas.

Diante dessa perspectiva, o processo de ensino aprendizagem é um trabalho de construção cognitiva e contínua, mas apesar de estarmos ligados diretamente a ciência no mundo moderno, costumamos ver uma educação de ciências descontextualizada e de visão

simplista do ensino empregado pelo professor, no qual basta ter um bom conhecimento dos conceitos a serem ministrados, ter alguma prática e jeito para conduzir uma sala de aula. Essa visão de certa forma tornou-se um dos problemas atuais que o ensino por competências busca quebrar.

A abordagem HFC nos remete a natureza da ciência em uma perspectiva ampla e enriquecedora para o ensino de física, mostrando os processos envolvidos na criação científica e de evidências que sustentam uma teoria. Neste trabalho, utilizamos a HFC para uma interligação da natureza do calor com alguns episódios históricos de relevância na construção desse pensamento humano, com a intenção de desenvolver um ensino de física que não seja isolado e descontextualizado. Segundo Martins

Hoje em dia, o foco da história e filosofia da ciência no ensino de ciências é a discussão sobre a natureza da ciência (NdC) e, ciência, tecnologia, sociedade e as questões ambientais (CTSA). Os usos da história da ciência para melhorar a aprendizagem de ideias científicas, para aumentar a motivação dos alunos, o seu valor cultural intrínseco, e outros usos que foram propostos na década de 1970 e 1980, são hoje em dia raramente mencionados. (MARTINS, 2014, p.18).

Entender como era o pensamento aceito antes de sucessoras teorias não é concretizado na educação básica. O que acontecia no mundo naquele momento, as influências de uma ideia na sociedade e da sociedade no conhecimento sendo formado, são importantes para a formação de uma aprendizagem significativa e crítica a volta da ciência. Tal fundamentação obtém-se resultados analisando cautelosamente os passos seguidos pela ciência no desenvolvimento de suas hipóteses e não só pelo seu resultado final expresso nos livros didáticos.

Foi desempenhado um ensino de abordagem norteada por competências, utilizando da HFC no conteúdo de calor, na Escola Cidadã Integral Estadual de Ensino Fundamental e Médio Professor Crispim Coelho (Cajazeiras-PB), uma instituição pública de tempo integral que atende a zona humil da cidade, oferecendo a comunidade local uma formação interdimensional ao que toca os três eixos formativos expressos em seu modelo pedagógico: formação para a vida, formação acadêmica de excelência e formação das competências para o século XXI (ICE, 2019). Verificou-se a mudança conceitual dos alunos sobre o calor com a turma do segundo ano do ensino médio, abrangendo a quantidade de vinte e um estudantes. A disciplina foi ministrada de forma a não ser exclusivamente centrada no conteúdo, estabelecendo um ensino por problematizações que fortalecessem a linguagem e cultura científica do público.

2. HFC, COMPETÊNCIAS E AVALIAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

2.1 O ENSINO DE FÍSICA BASEADO NA HFC

Conhecer a natureza do calor, por exemplo, faz parte do conhecer o mundo em que vivemos. Ao refletir sobre a construção do conceito de calor o estudante irá (supostamente) entender como era o mundo, sua economia, cultura, ciência, relacionar-se com as ideias atuais e o contexto em que vivemos, incentivando então uma cultura científica no mesmo. Segundo Elio Ricardo

Para isso, é essencial que o professor tenha o domínio dos conteúdos que pretende ensinar e que não se prenda unicamente nos sumários de livros didáticos, mas que tenha condições de criar conexões e explorar novas abordagens para um mesmo conteúdo específico, favorecendo sua mobilização em diferentes situações e não apenas naquela situação escolar excessivamente didatizada. (Ricardo, 2005, p. 165).

O estudo histórico e filosófico da ciência se faz necessário para o desenvolvimento de uma cultura científica no ensino atual, tanto da educação básica como superior, entretanto, deve-se ressaltar que esta metodologia é uma complementação ao ensino científico que propicia um aprendizado significativo de equações e problemas. Este tipo de abordagem desmistifica o método científico, que é passado para os alunos como uma veracidade indubitável, criada instantaneamente por heróis da ciência e de fatos atemporais.

Contudo, é preciso ter bastante cuidado quando tratar de história da ciência para não cometer erros comuns na história, como omissão de fatos, erros de interpretações e julgamentos de quem lê e até por quem escreve os textos. Matthews (1995, p. 176) ressalta que “o problema é, obviamente, mais profundo do que simplesmente uma questão de a percepção ser afetada pela interpretação”. A história da ciência é produzida a partir de estudos de textos, documentos, notas, evidências e o raciocínio de análise, que de certo modo, o estilo, a linguagem, uma tradução, a época do autor, peculiaridades e crenças advindas de quem se debruça a HFC influenciam na interpretação dos fatos, assim como o estudo de qualquer outra pesquisa histórica.

De acordo com Martins (2007, p. 114) “a HFC pode ser pensada tanto como conteúdo (em si) das disciplinas científicas, quanto como estratégia didática facilitadora na compreensão de conceitos, modelos e teorias”. Entretanto, muitos professores imaginam a HFC como um conteúdo a mais e que não cabe no currículo exigido pelas instituições por demandarem enorme

tempo e planejamento; não a entendem como uma metodologia que complementa integralmente o currículo do ensino de Física e que está associada a ela naturalmente quando se coloca em mesa a NdC, sem que os conteúdos sejam substituídos por essa abordagem. O foco deste trabalho é colocar integralmente a HFC apoiada em competências e não só na introdução de um conteúdo como forma de apresentação do que o aluno irá estudar, prática comum e ingênua na educação básica.

A ideia de que professores de ciências devam ensinar não só ciências, mas também sobre ciências (i.e., a inclusão de um nível metacientífico), lançou um novo uso para a história e a filosofia da ciência no ensino de física (MARTINS, 2014, p. 10). Assim, a HFC tem a importância de contribuir para um bom entendimento das relações da ciência com a tecnologia, a cultura e a sociedade. Isto proporciona ao professor novos métodos de ensinar a física, como o desenvolvimento de experimentos históricos, episódios ocorridos na ciência, utilização de espaços como museus, peças produzidas através de episódios e quadrinhos, ou seja, meios que problematizam para o estudante o saber científico. Todas essas variações possuem “n” modos de serem aplicadas e podem tornar as aulas mais atrativas, desafiadoras e reflexivas, permitindo uma aprendizagem significativa, crítica e promovendo o protagonismo dos estudantes.

De acordo com a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel vários fatores são cruciais para a aprendizagem, mas se pudéssemos isolar um desses fatores, o que o indivíduo já sabe é o que mais influencia na obtenção significativa de novos conhecimentos. Esse fator é chamado por Ausubel de subsunçor, como descrito por Moreira:

O conhecimento prévio é, na visão de Ausubel, a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Isto é, se fosse possível isolar uma única variável como sendo a que mais influencia novas aprendizagens, esta variável seria o conhecimento prévio, os subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (MOREIRA, 2012, p. 7).

O subsunçor pode ter uma influência positiva como também de inibição, dificultando a compreensão do indivíduo para determinados assuntos, como por exemplo, quando entramos no mundo atômico da termodinâmica, seus modelos representados em livros podem causar um problema nas concepções que se deseja formar.

Os conceitos a serem trabalhados estão marcados no cotidiano dos alunos, porém, os indivíduos carregam argumentos um tanto equivocados para o contexto científico, pois a noção de calor apresenta ser algo “intuitivo”. Um exemplo prático é uma pessoa que tenta aferir o estado febril de um sujeito com apenas o toque da mão em partes do corpo do enfermo, prática

bastante usada e equivocada, logo que a temperatura da pessoa que afere interfere nessa leitura, não dando uma precisão a aferição, o que se faz necessário o uso de um termômetro que registra a temperatura e não a leitura do calor como se pensa popularmente. Esse tipo de concepção gera uma inibição na aprendizagem dos conceitos térmicos, pois o aluno possui subsunçores (Moreira, 2012) que podem estar equivocados, mas que não devem ser desprezados e sim reconstruídos. Como afirma Teixeira

“Finalmente, devemos salientar que os fenômenos térmicos são relativamente complexos de serem trabalhados em sala de aula, pois além de estar envolvido dois modelos, o calórico e o cinético molecular, requer a aquisição de uma elaborada rede conceitual que não é, de forma alguma trivial”. (TEIXEIRA, 2004, p. 58).

O calor passa a tornar-se um subsunçor que posteriormente pode ramificar a concepção do aluno sobre conservação da energia mecânica e energia térmica quando o assunto for evoluindo no decorrer de seus estudos, se tornando um conhecimento estabelecido no cognitivo do indivíduo (pode-se dar ainda mais significação sobre essa interação para o aluno quando se referir a equivalência mecânica do calor) permitindo-lhe dar sentido a outros conhecimentos prévios dessa linha de pensamento formado, o que configura “um conjunto hierárquico de subsunçores dinamicamente interrelacionados” (MOREIRA, 2012, p. 5).

A aprendizagem almejada neste trabalho pretende ser substantiva. Deseja-se que os estudantes compreendam a substantividade (não-literal) do conhecimento descrita por Moreira (2011), não o seu sentido literal, ou seja, o que está precisamente escrito. Decorar frases, leis e enunciados é uma armadilha dentro do ensino, resultando em uma aprendizagem mecânica em desencontro com as competências que se deseja atribuir. Moreira (2011, p.26) ressalta que “a essência do processo da aprendizagem significativa está, portanto, no relacionamento não-arbitrário e substantivo de ideias simbolicamente expressas a algum aspecto relevante da estrutura de conhecimento do sujeito”.

2.2 A CULTURA E A LINGUAGEM CIENTÍFICA

Incentivar uma cultura científica nos jovens em formação é um tema que se alterca desde a década de 80. Podemos ressaltar os Parâmetros Curriculares Nacionais (2002) ao que se trata do currículo em Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias:

[...] o aprendizado deve contribuir não só para o conhecimento técnico, mas também para uma cultura mais ampla, desenvolvendo meios para interpretação de fatos naturais, a compreensão de procedimentos e equipamentos do cotidiano social e profissional, assim como para a articulação de uma visão de mundo natural e social. Deve propiciar a construção de compreensão dinâmica de nossa vivência material de convívio harmônico com o mundo da informação, de entendimento histórico da vida social e produtiva, de percepção evolutiva da vida, do planeta e do cosmos, enfim, um aprendizado com caráter prático e crítico e uma participação no romance da cultura científica, ingrediente essencial da aventura humana. (BRASIL, 2002, p. 208).

O professor deve estar ciente que grande parte dos alunos não adentrará no mundo científico, porém todos exercerão a cidadania. É nesse ponto onde a ciência adentra como cultura, formando cidadãos autônomos e críticos influenciados por seus princípios e por questionamentos. O ensino por competências não admite uma física centrada apenas em resoluções de problemas numéricos, aliás, a física não é basicamente ilustrada de situações onde se é necessário o uso de números, mas trata-se de uma ciência (a mais fundamental) onde esclarece e questiona os princípios da natureza e do Universo.

Desenvolver um ensino da Física com um caráter cultural e de linguagem científica é um desafio. A compreensão de mundo necessita ir além da cópia de modelos teóricos e práticos submetidos em sala de aula, e para que ocorra de fato o conhecimento sobre determinado ponto é necessário a modificação do espaço por aquele pensamento. Becker em seu trabalho cita uma passagem de Piaget, que diz:

O conhecimento não é uma cópia da realidade. Para conhecer um objeto, para conhecer um acontecimento não é simplesmente olhar e fazer uma cópia mental, ou imagem, do mesmo. Para conhecer um objeto é necessário agir sobre ele. Conhecer é modificar, transformar o objeto, e compreender o processo dessa transformação e, conseqüentemente, compreender o modo como o objeto é construído. (1972, p. 1, apud BECKER, 2017, p. 11).

No ambiente de aprendizagem, diversos fatores influenciam na construção do conhecimento de forma significativa ou mecânica. Por exemplo, os conteúdos de muitos livros didáticos apresentam-se de modo anacrônicos: não exaltam a evolução das ideias da ciência e dos avanços científicos, dificultando sua compreensão e a deixando com aparência de uma verdade imutável, sem referenciar teorias e modelos que as antecederam, de modo a tratar os cientistas como heróis a frente de seus tempos. Essa fragilidade na física nos leva a refletir sobre a história das reformas e revoluções científicas como algo inseparável de sua aprendizagem de forma significativa. De acordo com Menezes (2009) isto pode ser percebido, por exemplo, na

existência de projetos de porte, mobilizando a comunidade, na pouca ênfase que se dá ao desenvolvimento da aprendizagem, mesmo sabendo que para a maioria dos que cursam a educação básica, o domínio de linguagens de caráter científico-tecnológico é talvez o maior sentido do aprendizado. O próprio autor ainda critica o sistema educacional que leva o aluno a cativar os efeitos e resultados científicos sem essencialmente compreendê-los, uma educação que não se importa em equipar o indivíduo a pensar e agir com os instrumentos da física, remetendo a concepções freirianas de uma “educação bancária”.

Embora tenhamos uma visão geral sobre didática e sobre metodologias de ensino, assim como a física, cada disciplina deve preocupar-se com as metodologias específicas e métodos mais apropriados para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem para cada conteúdo e isso deve levar o professor a uma reflexão de todo processo, o que não é simples. Como afirma Elio Carlos Ricardo:

[...] no contexto de suas escolhas didático-metodológicas o professor se depara com um paradoxo que deverá gerenciar se pretende que o aluno participe da construção do conhecimento: de um lado, no interior de uma situação de aprendizagem o professor não poderá tornar tudo explícito ao aluno, pois irá tirar deste a oportunidade de aprender; de outro lado, o aluno ainda não dispõe de instrumentos suficientes para se desvencilhar da situação. Haveria possibilidade de tratar didaticamente esse paradoxo? Ou ainda, seria satisfatória a compreensão de que a relação didática se estabelece em um contexto no qual há um projeto de ensino em que se dá a interação entre o professor, o aluno/alunos e o saber a ensinar? (Ricardo, 2005, p. 188).

“(...) a didática se caracteriza como mediação entre as bases teórico-científicas da educação escolar e a prática docente. Ela opera como que uma ponte entre ‘o quê’ e o ‘como’ do processo pedagógico escolar.” (LIBÂNEO, 2013, p. 27). Libâneo ainda destaca como temas fundamentais da didática: os objetivos sócio-pedagógicos, os conteúdos escolares, os princípios didáticos, os métodos de ensino-aprendizagem, as formas organizadas do ensino, aplicações técnicas e recursos, controle e avaliação de aprendizagem.

Todas essas variáveis estão ligadas a construção do desenvolvimento cognitivo do indivíduo. Para Piaget (1977), o desenvolvimento cognitivo acontece por meio de desequilíbrios e equilibrações, de modo que, quando um indivíduo entra em contato com algo novo, surge, naquele momento, um desequilíbrio, mas aparece, também, a necessidade de voltar ao equilíbrio. Esse processo de equilibração (passagem de uma condição de menor equilíbrio para uma de maior equilíbrio) envolve a relação entre esquema (estruturas mentais ou cognitivas), assimilação, acomodação (acontece quando o organismo tenta restabelecer um equilíbrio superior com o meio ambiente), adaptação (ocorre por meio da organização do

conhecimento), sendo que o desenvolvimento será progressivo e não linear. De acordo com sua teoria, o equilíbrio é o objetivo que o organismo visa alcançar, porém nunca alcança, visto que no processo de interação podem acontecer desajustes no meio capazes de desestabilizar o estado de equilíbrio, exigindo esforços para que a adaptação ocorra. Essa busca por novas formas de adaptação envolvem os dois mecanismos, distintos, porém indissociáveis e complementares: a assimilação e a acomodação. Para contribuir na construção do conhecimento o professor deve planejar suas ações considerando a forma como os alunos aprendem, bem como os conceitos que já trazem e todo o processo para que ocorra a aprendizagem deve ser executado com atenção, principalmente a avaliação da aprendizagem, que fará o professor adequar suas estratégias em envolver o aluno com os objetivos pretendidos.

2.3 O ENSINO POR COMPETÊNCIAS E A CONTEXTUALIZAÇÃO

Queremos que os jovens formandos desenvolvam e produzam conhecimentos não efêmeros com o que lhes é ensinado. Para concretizar esse resultado decidiu-se realizar uma sequência didática entorno das competências e habilidades da BNCC (BRASIL, 2018), que se deseja desenvolver nos estudantes com a temática escolhida. A ideia de realizar um ensino por competência foi o pontapé para escolha dos saberes e das metodologias que viriam a ser utilizadas. Não é nada trivial discutir e refletir sobre um ensino por competências, muito menos realiza-la ou avalia-la. Desejou-se utilizar de problemas que instigassem o estudante a resolvê-los, possibilitasse o entusiasmo e que fosse distante de exercícios de execuções prontas e meramente de utilização de equações matemáticas para o ensino de física e isso necessita de uma reflexão sobre o porquê de ensinar determinado conteúdo (calor, por exemplo).

De acordo com o que diz Ricardo:

É comum as competências estarem expressas por verbos que indicam uma ação, o que pode parecer paradoxal, pois ao mesmo tempo em que estão associadas a recursos cognitivos e têm um uso social abstrato, revelam-se traduzidas em saber-fazer. Isso esconde uma preocupação exclusiva com o resultado, sem considerar o processo pelo qual foi atingido. (RICARDO, 2005, p. 139).

Hodiernamente há uma enorme discussão sobre o uso das competências na educação. Na própria escola alterca-se sobre o que é competência e muito se confunde com habilidade, pois seu conceito apresenta ser subjetivo. Ainda, segundo Ricardo “A noção de competências extrapola o campo teórico e da formação profissional para orientar a organização dos currículos

e dos programas escolares” (RICARDO, 2005, p. 142). Não é de hoje que as competências são utilizadas, documentos oficiais, por exemplo, trazem na íntegra quais competências o professor pode desenvolver em aula com cada conteúdo de sua disciplina.

Ainda sobre seu conceito, de acordo com Perrenoud (Perrenoud, 1999a, p.7), conforme citado por Ricardo (RICARDO, 2005, p. 147), competências são “uma capacidade de agir eficazmente em um determinado tipo de situação, apoiada em conhecimentos, mas sem limitar-se a eles”. Ou seja, as competências vão além do saber, ela está no processo, de como o saber é utilizado, na interação do objeto com o meio e mais que isso. Esse tipo de ensino vai de encontro a um dos princípios educativos do modelo da Escola Cidadã Integral, os quatro pilares da educação (aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver e aprender a ser), que estão ligados a noção de competências.

A realização deste trabalho está bem mais que no conteúdo; mesmo ele sendo de relevância, não é o centro do processo: não é o conteúdo que fará do estudante um sujeito autônomo, competente e solidário, de formação integral, mas o sujeito exclusivamente como centro. Esse menosprezo aos conteúdos, de acordo com Ricardo (2005), é uma das maiores críticas às competências. “Entretanto, a mudança de ênfase não se refere a outra coisa senão às escolhas metodológicas e de conteúdo a serem ensinados, não que estes tenham perdido a importância, ao contrário, conforme se verifica nas discussões precedentes.” (RICARDO, 2005, p. 150).

Para uma noção mais abrangente da relação das competências com conteúdo e metodologias, podemos destacar outra vez o que diz Perrenoud, citado na tese de Ricardo:

Uma competência pressupõe a existência de recursos mobilizáveis, mas não se confunde com eles, pois acrescenta-se aos mesmos ao assumir sua postura em sinergia com vistas a uma ação eficaz em determinada situação complexa. Ela acrescenta o valor de uso dos recursos mobilizados, assim como uma receita culinária engrandece seus ingredientes, pois ordena-os, relaciona-os, funde-os em uma totalidade mais rica que sua simples união aditiva. (1999a, p.28, apud Ricardo, 2005, p. 151).

A abordagem tende a um ensino da física que busca a compreensão do mundo através de uma educação científica cultural e para isso necessita de uma contextualização do que se pretende ensinar, com o mundo exterior e o uso desse conhecimento científico. Para Ricardo (2005) a contextualização existe em duas perspectivas: a sócio-histórica e a epistemológica. O autor ressalta que o seu sentido não se limita ao “cotidiano” e assim como as competências, possui um valor subjetivo de difícil entendimento.

Há aqueles que a entendem como uma articulação com o que seja próximo dos educandos ou o seu cotidiano. Mas, alguns a colocaram no campo epistemológico e lembram que a escola teria também o papel de oferecer aos alunos a capacidade de abstração e de entender a relação entre a teoria e a realidade. (Ricardo, 2005, p. 214).

Ainda existe um terceiro entendimento que o autor relaciona “com os processos sofridos pelos saberes escolares no transcurso da transposição didática”. (Ricardo, 2005, p. 214). Com perspectivas sócio-histórica ou epistemológica, o que se tem em comum em cada entendimento da contextualização é de sua transcendência no ensino, “[...] os próprios autores dos PCN+ reforçam a importância da contextualização e salientam que não se trata de uma simples aplicação dos conhecimentos escolares adquiridos, mas de dar sentido ao que se ensina para os alunos”. (Ricardo, 2005, p. 213). Efetivar um ensino de física que seja contextualizado, implica em levantar um conhecimento significativo para os estudantes por meio de situações-problemas e não por testes e exercícios. Ricardo (2005) ainda ressalta que uma das maneiras de ser feito isso é com o uso da história da ciência, pois configura um sentido ao processo de construção do conhecimento científico.

Geralmente o que se vê no ensino de física são abordagens que tratam conteúdos com exercícios descontextualizados, mas qual seria a diferença entre problemas e exercícios? Vamos analisar o exemplo que Macedo (2005) traz

Consideremos o ato de caminhar. Caminhar é um exercício quando já adquirimos essa habilidade. O exercício supõe, então, a repetição de uma aquisição - motora, no caso - de uma habilidade que, para aquele que a executa, não constitui um problema. [...] Porém, no decorrer do percurso, podem-se enfrentar problemas. Por exemplo: ter de atravessar uma rua movimentada e obrigar-se a estar atento aos veículos, para não se acidentarem; evitar o possível ataque de um cachorro, não se deixar distrair pelas coisas interessantes vistas ao longo do caminho, etc. Esses são exemplos de problemas porque implicam situações inesperadas, implicam resolver ou decidir sobre variáveis não previstas no esquema do caminhar. (MACEDO, 2005, p. 15).

Na maioria dos casos em escolas e até mesmo livros didáticos, exercício e problema não possuem distinção, mas um problema se caracteriza pela ação de algo novo ou diferente para o sujeito, necessita de estratégias e raciocínios que um exercício não necessita. É comum do professor de física aplicar exercícios que não careçam de um senso crítico e desafiador do aluno, para resolver determinada questão o aluno utiliza da equação que corresponde àquele conteúdo, retira os dados numéricos do enunciado e resolve as operações matemáticas concluindo com

sucesso a questão. Esse tipo de prática não se configura por competências e muito mesmo resulta em uma aprendizagem significativa.

2.4 AVALIAÇÃO NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM

A avaliação não é algo isolado. Ela deve estar sempre ligada ao conhecimento para ser mantida uma coerência epistemológica, como defende Álvarez Méndez (2002). A diferença entre verificação e avaliação na prática escolar é bastante complicada de ser distinguida, se pararmos para refletir, a avaliação é o mais difícil do processo de ensino-aprendizagem e quase totaliza uma verificação ao invés de uma avaliação. A questão de como será qualitativamente ou quantitativamente feita uma avaliação, como serão utilizados os resultados obtidos, dirão o quão eficiente é essa medida. De acordo com Luckesi (LUCKESI, 2011) na maioria dos casos o professor utiliza do que chama de avaliação para simplesmente registrar no diário ou para oferecer ao aluno uma nova oportunidade para melhorar a nota, o que causa uma exclusão do educando. Essa finalidade não é o objetivo deste trabalho e nem da avaliação em si, que deve visar a verificação da aprendizagem dos alunos e levá-los ao caminho da aprendizagem.

A avaliação também deve servir de reflexão para a prática docente como autoavaliação e se o método utilizado vai contribuir para a formação integral do aluno, pois na maioria das vezes, esse processo passa somente de uma verificação instantânea de algo que o aluno sabe no momento de um teste. A avaliação da metodologia se dará pelo comportamento dos estudantes durante todo o processo de ensino, e para isso o foco da avaliação estará, de acordo com Luckesi (2011), centralizada na aprendizagem e desenvolvimento do educando, não na atribuição de uma nota. E não é só isso, quando é utilizado corretamente da avaliação e ela for efetiva, a mesma deverá nortear as ações do professor antes, durante e após o processo de ensino-aprendizagem. “Contudo, esta não tem sido a nossa conduta habitual de educadores escolares; usualmente, estamos preocupados com a aprovação ou reprovação do educando, e isso depende mais de uma nota que de uma aprendizagem ativa, inteligível, consistente” (LUCKESI, 2011, p. 75).

O autor ressalta ainda mais a diferença entre avaliação e verificação. Esta última é usualmente a mais utilizada nas escolas e não promove uma aprendizagem efetiva, apenas registrando valores em diários ou fazendo que os estudantes passem por novas aferições atingindo uma nota que os levem a aprovação.

Em síntese, as observações até aqui desenvolvidas demonstram que a aferição da aprendizagem escolar é utilizada, na quase totalidade das vezes, para classificar os alunos em aprovados ou reprovados. E nas ocasiões onde se possibilita uma revisão dos conteúdos, em si, não é para proceder a uma aprendizagem ainda não realizada ou ao aprofundamento de determinada aprendizagem, mas sim para "melhorar" a nota do educando e, por isso, aprová-lo'. LUCKESI (2011, p. 75).

Porém isso não significa que o aluno não aprende nesse processo, mas que o objetivo dessa cultural prática não está focado no desenvolvimento do estudante, embora haja esse desenvolvimento. Podemos dizer que a avaliação atribui um valor, um significado à aprendizagem, e é estabelecida a partir de um processo longo com idas e voltas estabelecendo estratégias antes e depois de um objetivo; a verificação seria a atribuição de uma medida entre um objetivo, seja ele uma prova, atividade ou outra estratégia de ensino que resulta em um número, excluindo aqueles que possuem um bom rendimento, para o sistema, dos de baixo rendimento.

É um desafio promover a avaliação que seja coerente e efetiva, mas não impossível. Para que se concretize o processo de avaliação, isto deve ser contínuo durante a pedagogia do professor, ou seja, não se resumir ao exame bimestral. As formas de avaliações somativas, formativas que incluem e qualificam devem ser introduzidas a cada aula e essa avaliação não deve ser somente direcionada ao aluno, mas também a prática, a aquela aula específica e ao contexto ali existentes. No entanto, não é uma afirmação que a verificação/exame precisa ser abolido. Em determinadas situações faz-se necessário uma abordagem quantitativa do desempenho do aluno; o ideal seria o equilíbrio desta ciência de avaliar que só poderá ser alcançada com excelência a partir de uma boa formação, uma preparação coerente da prática pedagógica e da determinação do profissional. Portanto, a avaliação da sequência didática aplicada neste trabalho foi feita a cada aula buscando a formação integral do educando, assim como exige o modelo da Escola Cidadã Integral.

3. UMA ABORDAGEM HISTÓRICA SOBRE A NATUREZA DO CALOR

A ideia de calor nem sempre foi a mesma, esta foi uma discussão recheada de episódios que marcaram o desenvolvimento da sociedade e a concepção de mundo desde a Grécia Antiga. Diferentes teorias antecederam o conceito que se tem hoje e diferentes ideias conviveram durante o mesmo período desde a antiguidade como as ideias substancialistas de Empédocles, elementares de Aristóteles e a dos atomistas na Grécia Antiga; o flogístico e o calórico no século XVIII e o calórico e a teoria dinâmica, fortemente empregadas na termodinâmica do século XIX. Longo processo que resultou na compreensão atual do calor.

Na antiguidade o calor esteve associado diretamente a um dos quatro elementos fundamentais da natureza, o fogo. Essa concepção grega estava ligada a explicação do universo, de acordo com as ideias da época, como aponta Silva et al (2013):

“Empédocles não estava preocupado com questões como a temperatura dos corpos, funcionamento de instrumentos, ou qualquer causa de outros fenômenos em que o Fogo estivesse envolvido. Sua preocupação era explicar do que o Universo era constituído, ou seja, estava preocupado com a natureza dos seres e de tudo aquilo que formava o Universo, assim como vários outros filósofos do mesmo período. (SILVA, et al, 2013, p. 496).

Posteriormente, Aristóteles a partir dos quatros elementos e da quintessência buscava explicações para fenômenos da natureza e além dessa concepção haviam os atomistas, segundo eles “o calor seria produzido por átomos esféricos que se movimentariam livremente no espaço vazio entre os demais átomos” (SILVA, et al, 2013, p. 497). Na alquimia também haviam interpretações para fenômenos relacionados ao calor, com destaque para o *alcahest*² e a *terra pinguis*³, mas de acordo com os Silva et al (2013), não havia um consenso entre os estudiosos sobre um conjunto de elementos “exatos” para a associação de fenômenos do tipo. Não aprofundaremos a respeito sobre as compreensões alquimistas, mas ressaltamos a importância da compreensão do fenômeno abordado em cada contexto histórico para o desenvolvimento deste trabalho e de não correr o risco de negligenciar a história da ciência.

² Alcahest – substância associada ao elemento fogo, originalmente estabelecida por Paracelsus (1493-1541), reinterpretada por seus seguidores como Van Helmont (1579-1644) como um licor que lograsse dissolver toda substância existente e era compreendida como um elemento natural. Veja em Passos, 2009.

³ Terra pinguis – terra inflamável, existente em materiais combustíveis. Veja em Passos, 2009.

Durante o século XVIII surgiram duas ideias para a natureza do calor, uma delas era o flogístico, uma essência presente em materiais inflamáveis. Quanto mais inflamável fosse o material, mais flogístico ele possuía. Para o alemão George Ernest Stahl (1659–1734), havia a seguinte compreensão:

o flogístico é um elemento eterno na natureza, que passa de um ente para o outro, em qualquer um dos reinos, num ciclo eterno e também por meio de reações químicas. Isto respondia questões como a impossibilidade de ocorrer combustão de materiais no vácuo, onde não haveria ar para a transformação do flogístico. (SILVA, et al, 2013, p. 505).

Um importante ponto de discussão dessa teoria deu-se pelo questionamento em relação aos elementos naturais aristotélicos, a concepção de que tais elementos poderiam ser compostos de outros e não mais princípios elementares, levaram filósofos do século XVIII a novos entendimentos da natureza. Entre eles estava o inglês Henri Cavendish, de acordo com Silva et al (2013), o filósofo realizou experimentos que constatavam a presença de gotículas de água ao realizar combustão entre diferentes tipos de ar e que tinham suas massas alteradas. O episódio levou-o a questionamentos sobre a composição da água e conseqüentemente do ar, esta também questionadas posteriormente por outros filósofos, tais como Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794) em seus experimentos de calcinação e combustão. Lavoisier também realizou experimentos abordando as características dos seres vivos, registrados em seu trabalho junto a Pierre Simon, Marquês de Laplace (1749-1827) no século XVIII, com o “estudo sobre a fisiologia da respiração em um tratado sobre o calor (“Mémoire sur la Chaleur”)” (PASSOS, 2009, p. 3603-2). A partir desses estudos e de forte crítica ao flogístico o filósofo francês significou o calórico, um elemento presente no ar (fluido) composto com propriedades inflamáveis (propriedades atribuídas pelos historiadores da ciência que seria o elemento oxigênio), diferente do flogístico, este presente na matéria. Com esse pensamento ele conseguiu explicar os fenômenos químicos e físicos que a teoria flogística não era capaz.

Além dos conceitos de flogístico e do calórico havia ainda aqueles que julgavam o calor como movimento corpuscular, entre eles estava Benjamin Thompson, ex-adepto da teoria do calórico. O Conde Rumford (1753-1814) no fim do século XVIII e início do século XIX com sua noção intuitiva e seus vários experimentos, como a perfuração de solos com canhões e armamentos concluiu que o calor poderia ser gerado incessantemente, ajudando futuramente na contraposição à teoria do calórico que previa uma quantidade finita de calor. Esse processo realizado pelo Conde Rumford que resultava no surgimento do calor sem nenhuma fonte

flamejante ocorria devido ao atrito formado entre as brocas de seus aparatos com o solo e do desbastamento ocorrido no metal das armas.

Em um de seus experimentos, Rumford notou o seguinte:

[...] 1 hora e 30 minutos após a máquina ter sido posto em movimento, o calor da água na caixa foi de 142° [medição na escala Fahrenheit].
Ao fim de 2 horas, contando a partir do início da experiência, a temperatura encontrada para a água aumentou para 178° [medição na escala Fahrenheit].
Às 2 horas e 20 minutos, foi de 200° [medição na escala Fahrenheit] e após 2 horas e 30 minutos ela [a água] DE FATO FERVEU! (1798, p. 92, apud SILVA et al, 2013, p. 526).

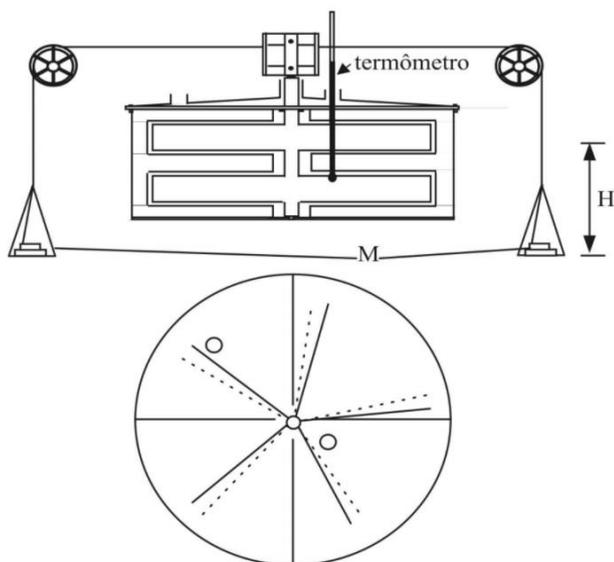
Muitos estudiosos da época “mesmo após as observações empíricas de Rumford a teoria do calórico ainda continuou sendo admitida por diversos pesquisadores, como Carnot e Kelvin” (PASSOS, 2009, p. 3603-3), até porque a teoria do calórico também era conveniente com a explicação de diversos fenômenos, entre eles a dilatação térmica, a mudança de fase, a condução por calor, entre outros, de fato era uma teoria consolidada e que nos leva a conjectura da subsistência de mais de uma teoria no mesmo período por um bom tempo. “Porém, os séculos XVIII e XIX são muito ricos quanto ao desenvolvimento da termodinâmica e torna-se impossível abarcá-los por completo”. (SILVA et al, 2013, p. 531).

O holandês e médico Julius Robert von Mayer (1814 – 1878) foi um dos cientistas que associou, de acordo com Passos (2009) a energia mecânica do corpo humano a energia química dos alimentos, suas observações com a oxidação sanguínea humana o levou a essa afirmação, mostrando o que futuramente viria a ser o princípio da conservação da energia e da equivalência mecânica do calor.

Um ponto didaticamente interessante sobre esse conhecimento está no experimento produzido por James Joule (figura 1), sobre a natureza do calor que após vários testes e um árduo estudo, determinou o valor exato para o equivalente mecânico do calor. O aparato consiste em um recipiente com água termicamente isolado, composto por um sistema de pás que giram devido ao impulso das massas presas a roldanas, de acordo com a figura 1. As forças exercidas nas massas fazem girar as pás, por sua vez causando o aumento da temperatura no interior do recipiente em consequência do aumento da energia cinética do sistema. Esse experimento histórico foi utilizado nas aulas de forma demonstrativa, o ensaio foi confeccionado utilizando materiais de baixo custo (garrafa pet, madeira, fio de nylon, etc.). O designio com esta experimentação foi de apresentar aos estudantes a relação do calor com a

energia mecânica (energia cinética), esta sendo compreendida pelos conhecimentos prévios dos estudantes.

Figura 1: Esquema do experimento de Joule



Fonte: Passos, 2009.

O propósito desta discussão não é de apontar quem determinou a teoria atual do calor ou de sua equivalência energética, mas fundar-se na asserção de que a formulação desse conhecimento foi de modo não linear com dessemelhantes julgamentos a se chegar no conceito atual obtido pela contribuição de diversas mentes humanas, influenciadas por aspectos sociais, culturais e políticos.

3.1 O estudo do calor no livro didático

O livro adotado pela instituição durante este triênio é o Física: Termodinâmica, Óptica e Ondulatória, volume 2, do autor Bonjorno et al. editado pela FTD. O livro traz textos de leituras agradáveis com representações gráficas que facilitam a compreensão de fenômenos. A sua primeira unidade contempla os conteúdos de termologia, com ênfase ao assunto do calor, no primeiro capítulo é abordado em dois parágrafos relacionando-o ao equilíbrio térmico e a diferença de temperatura existente entre dois corpos, ocorre uma interpretação breve sobre o conceito, pois o objetivo deste capítulo é apresentar aos alunos a ideia de temperatura, sua medida e as escalas termométricas com abordagens em Ciência Tecnologia e Sociedade CTSA,

além de trazer uma prática experimental simples e de possível realização feita pelos estudantes, todos os capítulos da edição trazem esse tipo de abordagem, com exercícios matemáticos e problematizações que estimulam a curiosidade imberbe.

No capítulo seguinte a discussão sobre calor é retomada, os autores abordam o tema introduzindo nas duas primeiras páginas a evolução do conceito do calor, assentando brevemente sobre as concepções do calórico classificadas por Lavoisier, cita também o trabalho de Benjamin Thompson na perfuração com canhões e o experimento de Joule para o equivalente mecânico do calor que foi explorado nesta obra. O capítulo traz a HFC de maneira introdutória, de pouca intencionalidade e reduzida, que de fato pode levar o aluno a concepções errôneas sobre a construção do conhecimento, motivo de crítica para muitos especialistas da HFC. Esse problema do uso da HFC no ensino se dá devido

[...] (1) a carência de um número suficiente de professores com a formação adequada para pesquisar e ensinar de forma correta a história das Ciências; (2) a falta de material didático adequado (textos sobre a História da Ciência) que possa ser utilizado no ensino; e (3) equívocos a respeito da própria natureza da História da Ciência e seu uso na educação (Siegel, 1979 apud MARTINS, 2006, p. 27).

Foram encontrados erros temporais já no início do capítulo, o autor afirma que o calórico foi considerado até o fim do século XVIII, outro erro grotesco é do emprego que “O conceito que associa calor e a temperatura ao movimento de átomos e moléculas só apareceria no século XIX” (BONJORNO, 2016, p. 21). A teoria do calórico ainda era adepta por parte da comunidade científica no início do século XIX e talvez o autor queira expressar quando fala de calor e temperatura relacionada ao movimento de átomos a atual teoria que compreende o calor, mas deixa a impressão que qualquer teoria que associe calor a movimento só foi desenvolvida no século XIX, todavia teorias dinâmicas existiram desde os atomistas. Erro comum que negligencia a história da ciência.

Mais um ponto que chamou atenção é uma seção de dois pequenos parágrafos que aborda a física em outras áreas, no capítulo supracitado foi explorado as influências de Joseph Black (1728-1799), um dos principais criadores da teoria do calórico (fato não abordado no livro didático), nos avanços da calorimetria como a distinção dos conceitos de temperatura e calor e a determinação da capacidade calorífica. Essa temática é ainda problematizada com uma atividade que até consegue concernir à história do calor.

Diante desta análise, concluímos que o uso exclusivo do livro didático não seria totalmente eficaz para uma aprendizagem significativa adepta a formação de uma cultura

científica, pois a história da natureza do calor possui diversos episódios, abordagens mais diversas possíveis e essenciais de serem abordadas para a aplicação do conhecimento do calor com uma abrangência coesa da história da ciência. Portanto faz-se necessário que o professor procure fontes de textos originais e de pesquisadores da área e do tema, além de entregar-se de corpo e alma na reflexão dos saberes, para que não haja negligência em conhecimentos construídos.

4. A ESTRUTURA PEDAGÓGICA DA ESCOLA CIDADÃ INTEGRAL

O modelo pedagógico da Escola Cidadã Integral (ECI) possibilita um tipo de prática que vai de encontro aos seus princípios (Protagonismo, Os Quatro pilares da Educação, A Pedagogia da Presença e a Educação Interdimensional). Estes princípios norteiam a missão da escola em formar cidadãos autônomos, solidários e competentes, instruir alunos com uma visão de futuro a respeito de seu projeto de vida, não somente com a finalidade acadêmica de colocar um profissional capacitado no mercado de trabalho, mas com um potencial de transformar sua realidade no âmbito das três dimensões de sua vida: pessoal, social e produtiva, dimensões que configuram o projeto de vida de cada estudante (ICE, 2019).

O modelo da Escola Cidadã Integral ocorre da concepção do modelo da Escola da Escolha¹ que surgiu no Ginásio Pernambucano (antiga e renomada escola que passava por degradação estrutural e pedagógica) em Recife, no início do ano 2000, com a revitalização do Ginásio, o qual possuía um passado de referência na educação brasileira. Com o pioneirismo do governo de Pernambuco e do ICE (Instituto de Corresponsabilidade pela Educação) essa concepção de educação consolidou-se no estado pernambucano expandindo para outros estados, municípios e entidades, com vários nomes e peculiaridades em seus modelos. Atualmente o número de escolas com o modelo Cidadã Integral na Paraíba é de 302 (Escolas Cidadãs Integrais, Cidadãs Integrais Técnicas e Cidadãs Integrais Socioeducativas), e essa rede tem crescido a cada ano: no ano de 2021 foram 73 novas escolas implementadas, correspondendo a 100% das cidades paraibanas com aproximadamente 95 mil estudantes dentro do sistema integral de ensino.

Para entendimento da ascensão desse modelo é necessário compreender o panorama do país na entrada do novo milênio e os desafios advindos do século XXI, no que se trata ao desequilíbrio entre o desenvolvimento econômico e equidade social, refletido diretamente na educação brasileira que tem o papel fundamental de reverter essa situação. No entanto, nosso ensino encontra-se com altos índices de analfabetismo e abandono escolar, mesmo esse número tendo diminuído ao longo dos anos durante as últimas décadas, esse fator ainda é alto e alarmante. Dados do IBGE (IBGE, 2019) “no Brasil, em 2018, haviam 11,3 milhões de pessoas com 15 anos ou mais de idade analfabetas, o equivalente a uma taxa de analfabetismo de 6,8%”, além do mais, a maior taxa está na região nordeste com 13,87% para essa faixa etária. Mesmo

¹Escola de Escolha – modelo pedagógico e de gestão implantado nas Escolas cidadãs Integrais e várias outras no país.

reduzindo esse número ao longo dos anos, estamos distantes do índice esperado, se levarmos em conta que a meta de 2015 era de 6,5% para se alcançar a erradicação em 2024. A desigualdade aumenta quando fatores como raça, gênero e abandono escolar são levados em consideração.

Tratando-se do abandono escolar, o caderno de formação do ICE trás os seguintes dados:

O Brasil ainda tem 2,5 milhões de crianças e jovens fora da escola, a maioria tem entre 15 e 17 anos, não porque não se matricularam, mas porque desistiram de estudar tendo em vista que a escola é irrelevante em suas vidas, porque ela nada acrescenta, porque não tem sentido nem significado para eles. [...] O Brasil é detentor da terceira maior taxa de abandono escolar entre os cem países com maior IDH. Há 4 anos o abandono era de 1,6 milhões de crianças e adolescentes durante o ano letivo. É como se a cada minuto daquele ano, três estudantes tivessem deixado a escola (ICE, 2019, p. 20).

Os desafios para o século XXI são extensos. A educação é o norte para a construção de uma sociedade que se preocupa com um desenvolvimento sustentável e equidade nos direitos humanos. A ECI busca, em sua proposta, formar jovens autônomos, solidários e competentes em todas as vertentes da vida. Conceber um modelo educacional atraente para o aluno e que seja eficaz ainda é um desafio diante dos avanços instantâneos da nova geração.

O modelo pedagógico é arquitetado através da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018) e da base diversificada. Seus princípios e valores possibilitam as metodologias inovadoras e enriquecedoras do ensino que dão total apoio ao desenvolvimento de habilidades e competências dos alunos, considerando fatores como o desenvolvimento de dimensões cognitivas, sociais e produtivas e que devem estar centradas no projeto de vida do indivíduo. “Aqui, a função socializadora da escola transcende os conteúdos formais das ciências, pois está a serviço de uma visão clara do tipo de sociedade e de pessoa que pretende formar, expressa na própria concepção do Modelo da Escola da Escolha” (ICE, 2019, p. 9).

A proposta de uma sequência didática com o uso da HFC no ensino da física configura-se dentro do modelo como uma metodologia de êxito e pode ser executada diretamente em diferentes eixos possíveis, como nas disciplinas de Física, Estudo Orientado, eletivas e Prática Experimental. Mas o que seria essa metodologia de êxito? Vejamos o que diz o caderno de formação do ICE (Instituto de Corresponsabilidades pela Educação):

As Metodologias de Êxito são componentes curriculares da Parte Diversificada que exercem o papel de articuladores entre o mundo acadêmico e as práticas sociais, ampliando, enriquecendo e diversificando o repertório de

experiências e conhecimentos dos estudantes. Elas são executadas por meio de aulas e procedimentos teóricos e metodológicos que favorecem a experimentação de atividades dinâmicas contextualizadas e significativas para os estudantes em distintas áreas. (ICE, 2019, p. 16).

As metodologias de êxito precisam estar ligadas à BNCC, e inserem-se dentro do modelo da escola nos mais diversos eixos e disciplinas da base diversificadas, como projeto de vida, eletivas, estudo orientado, práticas experimentais, pós-médio, protagonismo e pensamento científico, configurando um elo com o currículo a ser formado. A estrutura pedagógica abrange todos os âmbitos da escola, indo além da sala de aula, e os ambientes de convivência (refeitórios, pátios, clubes de protagonismo) são também locais pensados para potencializar a formação dos jovens. Além das três aulas semanais por série destinadas para a física, a disciplina pode ser trabalhada em outras da parte diversificada, como eletivas, estudo orientado e prática experimental. Vejamos como esses configuram-se dentro da escola.

Eletivas: são disciplinas semestrais de caráter optativo onde o aluno matricula-se na eletiva que lhe agrada mais, o número de disciplinas eletivas ofertadas em uma escola deve ser o mesmo número de turmas existentes. A disciplina é de caráter interdisciplinar em colaboração de no mínimo dois professores de diferentes áreas, que criam a ementa, articulam a participação de cada um em diferentes momentos no semestre letivo e nomeiam a disciplina, como por exemplo a disciplina eletiva – “Mulheres da Ciência” que pode ser composta pelas disciplinas de Física, química e história, ou por outras disciplinas que abordem a temática estabelecida no momento da criação da ementa.

Estudo Orientado: é uma metodologia de êxito integrada na parte diversificada do currículo, tem o objetivo de fazer com que o aluno “aprenda a aprender” por meio de rotinas de estudos, orientações e monitoria realizada por estudantes da turma. As aulas de estudo orientado não se resumem a fazer tarefas, ler ou copiar onde os jovens se mantem livres sem orientações nas atividades de estudo, mas um caminho para o autodidatismo e desenvolvimento de habilidades emocionais e sociais.

Práticas experimentais: ocorrem em todas as turmas de forma rotativa (toda semana os professores da área de matemática e ciências da natureza ministram suas aulas de práticas experimentais em uma turma diferente) durante o mesmo horário para todas as séries separadamente. São duas horas/aulas semanalmente realizadas nos laboratórios ou em outro ambiente de aprendizagem e não devem ser descontextualizadas com os conteúdos de cada disciplina. Durante as aulas, os jovens aprendem o método científico por meio da

experimentação, do erro e de contato direto com fenômenos do cotidiano, sob um olhar crítico e focado em suas teorias.

As disciplinas da base diversificada, assim como as da BNCC, estão ligadas ao projeto de vida do aluno e aluna, apoiado como o centro do modelo por todos que fazem parte da comunidade escolar (professor, gestor, porteiro, auxiliar de cozinha, pais, etc.). Todos estão envolvidos no objetivo de apoiar o desenvolvimento do estudante. Além do mais, desde o aluno, pais, funcionários e professores passam por uma formação de apropriação do modelo pedagógico, com a finalidade de total apoio ao projeto de vida dos jovens.

Muitas concepções de educação para o novo século abordadas nos textos formativos da escola da escolha e desenvolvidos pelo ICE, baseiam-se no “Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI” realizado no ano de 1996, composta por uma comissão de educadores mundialmente renomados. Nota-se ainda a enorme influência na educação brasileira ao definir os quatro pilares da educação: aprender a conhecer – adquirir os mecanismos da compreensão; aprender a conviver – a fim de participar e cooperar com os outros indivíduos nas variadas atividades humanas; aprender a ser – via essencial que integra as três precedentes. O texto retrata a educação como instrumento de ataque para as adversidades sociais e que busque o respeito pelo pluralismo cultural, principalmente daqueles que são minorias, servindo de encontro entre todas as variantes da sociedade. “Neste contexto, a definição de uma educação adaptada aos diferentes grupos minoritários surge como uma prioridade. Tem como finalidade levar as diferentes minorias a tomar nas mãos o seu próprio destino” (DELORS et al., 2003, p. 58). O relatório então propõe práticas a serem exercidas pelas instituições de ensino com o objetivo de promover o desenvolvimento pelo viés da inclusão.

Em resposta ao relatório da UNESCO a educação contemporânea deve ultrapassar as ideias puramente instrumentais da educação, considerada fundamental para o alcance de certas metas (de saber fazer, sociais, econômicas, etc.), para considerá-la em sua plenitude, ou seja, capaz de atuar sobre a totalidade do ser. Partindo desse pressuposto, o ensino da física deve criar condições que garantam a aprendizagem de conteúdos úteis para a convivência em sociedade, oferecendo, pelos diversos meios físicos, possibilidade de compreensão da realidade, bem como a facilitação na participação dos indivíduos nas variadas instâncias da sociedade com a qual interagem.

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho pretendeu desempenhar com a utilização da HFC uma aprendizagem significativa e que exige sistematização dos conteúdos trabalhados com estratégias adequadas as peculiaridades existentes em cada aluno, fazendo com que cada aula provoque um pensamento de insatisfação dos subsunsores descritos por Ausubel (MOREIRA, 2012) e satisfação ao que se aprende.

Utilizamos aqui, como técnica de pesquisa, o que se chama de pesquisa-ação (MARCONI; LAKATOS, 2019). Trata-se de uma estratégia que engloba dois fatores centrais: a pesquisa e consequentemente a ação, priorizando o envolvimento dos sujeitos de forma democrática, sendo uma das características fundamentais deste tipo de pesquisa a colaboração entre as partes envolvidas, promovendo assim o diálogo entre teoria e prática na ação educacional. Por ser voltada para a educação, cumpre o papel de levar informações e contribuir nas transformações sociais.

Neste sentido, Tozoni-Reis (2009, p.32) considera que:

Os fundamentos da pesquisa-ação referem-se à possibilidade de radicalizar a participação dos sujeitos, valorizando suas experiências sociais a ponto de tomá-las como ponto de partida – e de chegada – na produção de conhecimento para a educação. (TOZONI-REIS, 2009, p. 32).

Enquanto à forma de abordagem, trata-se de um projeto de caráter qualitativo, por analisar por meio da avaliação diagnóstica e da avaliação formativa o conhecimento dos estudantes acerca da natureza do calor e depende de variáveis como a colaboração e interesse da turma durante todo trabalho.

Este trabalho foi desenvolvido na Escola Cidadã Integral de Ensino Fundamental e Médio Professor Crispim Coelho, localizada no centro da cidade de Cajazeiras, sertão da Paraíba, escola onde o autor desempenha o papel de professor de Física em turmas do ensino médio. Os participantes desta pesquisa foram os alunos do segundo ano do ensino médio, totalizando cerca de 21 estudantes. A turma de segundo ano foi escolhida devido aos temas das aulas propostas, os quais são inerentes à esta série.

O projeto foi executado nas seguintes etapas: Primeiro foi realizado um pré-teste com os estudantes, composto por questões objetivas (APÊNDICE A), com o objetivo de identificar a noção dos estudantes sobre conceitos térmicos, mais precisamente da natureza do calor. Os dados obtidos foram analisados qualitativamente e representados em tabelas e gráficos, como

propõe Bardin (1977, 2011); a segunda etapa se configurou na ministração de aulas abordando o tema com o uso do texto referenciado no plano de aula (APÊNDICE B). A finalidade dessa etapa foi de levar o debate à cerca da construção científica de uma teoria trazendo em debate as contribuições de Rumford, Mayer, Joule, entre outros, com a perspectiva de causar impacto nas concepções contextualmente errôneas dos estudantes. Ao final da aula foi realizada a demonstração do experimento de Joule sobre o equivalente do calor, suas contribuições e o papel de Rumford nesse episódio da ciência. Os resultados de todo processo foram analisados, refletidos e compartilhados com a comunidade escolar, a fim de colaborar com a evolução da prática de ensino da instituição.

Devido ao momento pandêmico o presente trabalho desenvolveu-se com uma dinâmica bastante diferente do pretendido de um ensino presencial, marcada por uma Educação a Distância e tornando-se um desafio para toda comunidade escolar. A pandemia nos trouxe uma nova perspectiva, uma mudança de visão de mundo, resultado de um momento de incertezas. Especificamente, o ensino vem sendo influenciado de maneira exponencial pelas tecnologias de informação e comunicação (TICs) em suas tendências pedagógicas. Mesmo vivenciando a década do desenvolvimento tecnológico, foi notável descortinar as dificuldades vigentes da comunidade escolar com o uso das TIC para fins didáticos. Por outro lado, a utilização cada vez maior de recursos tecnológicos já traz benefícios manifestos durante o período pandêmico para o contexto educacional como times mais colaborativos, gestão de tempo, compartilhamento de informações, dinamicidade das aulas e outros são fatores de evolução. Baseado no momento atual esta abordagem buscou acompanhar as transformações tecnológicas, que inovam e reinventam as questões metodológicas num processo contínuo ocupando um papel relevante nas modificações ocorridas na sociedade.

O ensino a distância é uma modalidade presente desde antes da Lei de Diretrizes e Bases de 1996 (LDB, 1996) e vem evoluindo até mais que as outras modalidades. Diante da globalização, das competências para o século XXI e do crescente tamanho de informações nesse novo panorama, a educação em geral vem sendo influenciada positivamente. Durante esse momento de pandemia esses fatores são cada vez mais visíveis e necessários, logo a EAD (Educação a Distância) que já foi muito discriminada quando comparada ao ensino presencial, vem ganhando espaço e dinamicidade própria, possui predicados capazes de desenvolver competências e habilidades com os estudantes em uma perspectiva diferente do ensino presencial, como o autodidatismo, a gestão e controle de tempo, a determinação pessoal e a organização. Mesmo diante de problemas como a indisponibilidade de recursos tecnológicos e

seus imprevistos observados durante esse tempo e da difícil interação direta pelos agentes o que comuta a dinâmica do ensino-aprendizagem, acrescentando os diferentes ambientes virtuais e a tela de aparelhos eletrônicos entre o aluno, o professor e o saber, é a área de maior potencial no desenvolvimento educacional. A EAD já transcorre a longa data, mas na educação básica é a primeira vez em que sobrevém em enorme proporção e inesperadamente, que de certa forma encontrou estudantes descomedidos ao autodidatismo e profissionais mal preparados ao adventício.

Durante esse período a Secretaria Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia (SEECT) da Paraíba disponibilizou para a comunidade escolar pública, acesso gratuito à internet para os que possuem aparelhos eletrônicos pela plataforma Paraíba Educa, com direcionamento em sua interface aos Google Classroom, Meet, Gmail e diário virtual, porém pouquíssimos alunos utilizam o recurso gratuito por não fornecer acesso de qualidade.

Todo processo de contato com os estudantes ocorreu virtualmente, as aulas ocorreram remotamente e com distribuição de atividades impressas entregues àqueles estudantes que não possuem acesso à internet. Esse público, que possuía internet acessível acompanhara as aulas online no turno da manhã, denominadas como aulas síncronas. Outra etapa ocorrida foram as aulas assíncronas, os estudantes que participavam das aulas online realizaram atividades fornecidas na plataforma virtual, Google Classroom. Além disso, aqueles inacessíveis a essa tecnologia obtiveram uma atividade impressa, disponibilizada na escola aos pais ou responsáveis desses discentes. A atividade (APÊNDICE C) precisou ser repensada para atender as necessidades específicas dos alunos e alunas que não poderiam de maneira alguma ser assistidos com as aulas síncronas. Foi proposto uma atividade a promover a instigação da curiosidade dos estudantes desenvolvendo habilidades além da ciência, em língua portuguesa (H1 - Interpretar com base no texto).

De acordo com Libâneo (2013, p.164) “os métodos de ensino são determinados pela relação objetivo-conteúdo e referem-se aos meios para alcançar objetivos gerais e específicos do ensino, englobando as ações a serem realizadas pelo professor e pelos alunos para atingir os objetivos e os conteúdos”. Em outras palavras, seria o caminho a ser percorrido para alcançar determinado objetivo. São meios procedimentais, ações, passos, que devem ser assimilados a métodos de reflexão, compreensão e transformação. Além do mais, Libâneo (2013) nos fala que cada ramo do conhecimento tem seus métodos: matemáticos, pedagógicos, científicos, de transformação da realidade, de difusão cultural, etc.

Nesta proposta de ensino foi considerado como ponto de partida o conhecimento prévio dos alunos, respeitando as peculiaridades da turma, de maneira a não desprezar as concepções errôneas que carregam, mas modelando seu conhecimento. Isto deve gerar insatisfação ou, como é empregado por Piaget, desestabilizar o estado de equilíbrio do indivíduo exigindo esforço para que a adaptação ocorra com aquilo que ele conhece. Mesmo sua teoria estando ligada diretamente ao conhecimento e não ao ensino, suas ideias possuem um caráter pedagógico e trazem subsídios que auxiliam o professor no entendimento da aprendizagem juvenil, baseada em uma epistemologia internacionalista e construtivista.

Por fim, como parte desta pesquisa envolve seres humanos, inicialmente este projeto de pesquisa foi encaminhado ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do CFP/UFCG situado à Rua Sergio Moreira de Figueiredo s/n/ - Casas Populares- Cajazeiras – PB. Este trabalho seguiu as exigências éticas e científicas da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) e suas complementares, assegurando aos participantes, sigilo e privacidade das informações que serão coletadas, firmando o compromisso de utilizar essas informações para fins científicos e acadêmicos. Considerando que os sujeitos devem ter a escolha de participar ou não da pesquisa, assim como a desistência a qualquer momento, a eles foi encaminhado um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE D) que garantiu tal liberdade, bem como esclareceu o objetivo e metodologia da pesquisa, e lhe assegurou ressarcimento a possíveis danos decorrentes da mesma. Caso o participante seja menor de idade, foi apresentado um Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) (APÊNDICE E). Em anexo (ANEXO A) apresentamos o parecer de aprovação do projeto no CEP/CFP/UFCG.

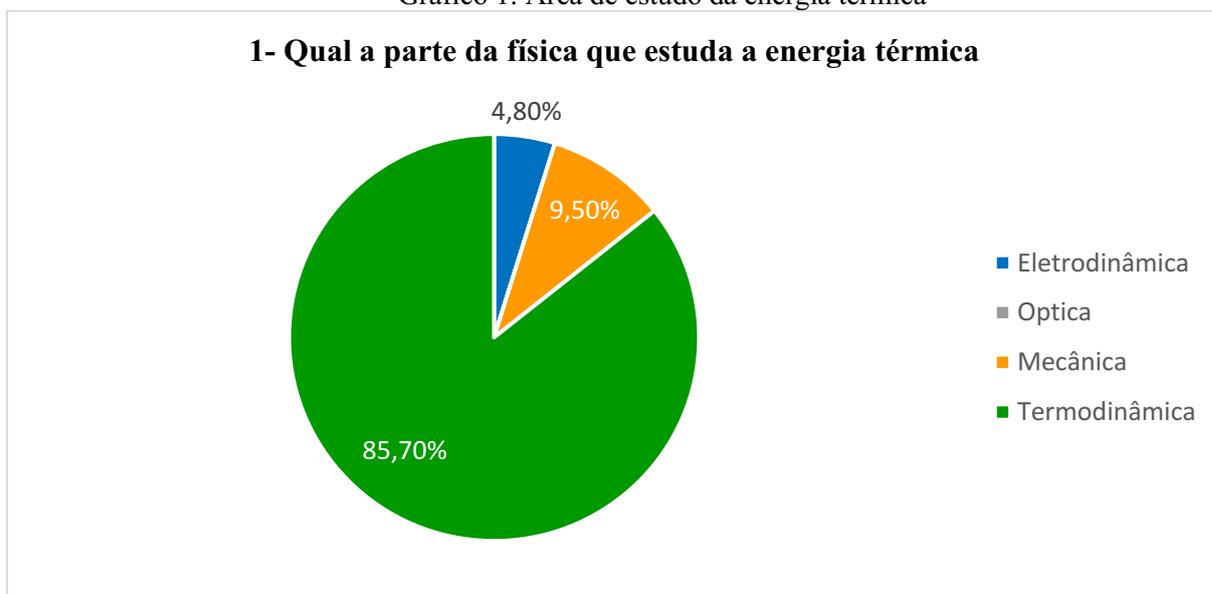
6. RESULTADOS: ESTRATÉGIAS, POSSIBILIDADES E DESAFIOS

6.1 AS CONCEPÇÕES DOS SUJEITOS ACERCA DOS CONCEITOS TÉRMICOS

A Pesquisa contou com um total de vinte e um participantes, inicialmente os estudantes participaram de uma avaliação diagnóstica a fim de colher informações a respeito do entendimento do público aos conceitos térmicos. Os discentes receberam um link da plataforma Google forms em seus e-mails institucionais, com o questionário diagnóstico (ANEXO A) contendo questões objetivas e subjetivas. Procedemos uma análise minudenciada das respostas para então porvir a estratégia a ser desempenhada em aula. Vejamos a práxis dos estudantes e a análise realizada pelo pesquisador:

Na primeira questão (gráfico 1), os estudantes relacionaram corretamente o estudo da energia térmica com a área da Termodinâmica, onde 85,7% souberam responder a proposta corretamente; a partir do primeiro momento percebe-se as condições iniciais da turma a respeito do conteúdo, classificada como satisfatória. Uma porcentagem de 9,5 dos entrevistados escolheu a Mecânica como correta, onde acreditamos que a escolha se deu pelo fato de terem estudado energia mecânica no ano letivo anterior, construindo essa descrição a respeito da energia. Uma porcentagem mínima (4,8%) marcou a Eletrodinâmica relativa à energia térmica, compreendemos a escolha pela concepção do senso comum de que energia está exclusivamente ligada a eletricidade.

Gráfico 1: Área de estudo da energia térmica



Fonte: Próprio autor, 2021.

A tabela 1 evidencia o notório saber dos estudantes acerca do tema, a familiarização com os conceitos da terminologia demonstrou que os estudantes em anos anteriores ou por busca própria já estavam habituados com alguns entendimentos sobre o calor. De todas as respostas, apenas quatro explicaram o motivo de terem escolhido tal sentido da propagação do calor. Respostas como *o calor é a energia térmica que passa de um corpo com maior temperatura para outro com menor temperatura, afim de atingir o equilíbrio térmico. Assim, o fluxo de calor passa do corpo que tem maior temperatura (a mão) em direção ao corpo que tem menor temperatura (a superfície). Então, significa que ao tocarmos com as mãos uma superfície fria é a mão que transmite energia para a superfície*, evidencia que os subsunçores que se pretendem construir, como citados por Ausubel (Moreira, 2012) já estão formados no cognitivo de parte dos sujeitos. O que se caracteriza como um fator positivo, logo logrou ser trabalhado de maneira aprofundada a evolução do estudo do calor.

Claramente, é possível também notar a descrição que os estudantes fazem do calor com a diferença de temperatura entre corpos, explícita em algumas respostas como *toda vez que dois corpos ou objetos de temperatura diferentes entram em contato a tendência é se igualar*, o estudante expressa o equilíbrio térmico, mesmo sem dá menção. Das vinte respostas, duas delas citam o equilíbrio térmico, a resposta *a energia que se desloca da minha mão para a superfície fazendo com que haja um equilíbrio térmico* e também a conclusão *o calor presente na minha mão se desloca para a superfície fria, a fim de atingir o equilíbrio térmico*, esta manifesta também uma leve noção do calor como substância, expressão da teoria do substancialista, pois cita o calor como algo pertencente ao corpo. Apenas um estudante admite o sentido oposto da propagação da energia: *eu acredito que seja o frio que se desloca para a sua mão*. Essa questão nos concedeu o discernimento dos diferentes julgamentos dos estudantes acerca do assunto, constatando ademais que existe no cognitivo de alguns a ideia calórica da natureza do calor e também compreensões distantes do condizente.

Tabela 1: respostas da questão – “Quando você toca uma superfície fria, é o frio que se desloca da superfície para sua mão ou a energia que se desloca de sua mão para a superfície fria? Explique”.

2- Quando você toca uma superfície fria, é o frio que se desloca da superfície para sua mão, ou a energia que se desloca de sua mão para a superfície fria? Explique.	
20 respostas	
A energia da mão que se desloca para a superfície fria, por haver uma diferença de temperatura e os corpos tem a necessidade de estabelecer um equilíbrio térmico, da a impressão que a mão “absorveu o frio”, quando na verdade foi o calor passando de um corpo para outro.	A mão que transmite energia para superfície.
	A energia que se desloca de sua mão para a superfície fria.
	A mão quem transmite energia pra superfície pelo fato da mão ter mais energia em forma de calor.
O calor presente na minha mão se desloca para a superfície fria, a fim de atingir o equilíbrio térmico.	A energia que se desloca da minha mão para a superfície fria.
A energia que se desloca da minha mão para superfície, pois depois de um tempo com a mão sobre a superfície ela irá ficar quente.	A Energia se desloca da minha mão para a superfície, pq, ocorre uma troca de calor.
a energia é o calor, o calor é transferido de um corpo para o outro sempre do quente para o frio.	A energia que se desloca da minha mão para a superfície, tendo assim uma sensação térmica.
A energia que se desloca para a superfície.	a energia que desloca da sua mão para a superfície fria. Porque
O calor é a energia térmica que passa de um corpo com maior temperatura para outro com menor temperatura afim de atingir o equilíbrio térmico. Assim, o fluxo de calor passa do corpo que tem maior temperatura (a mão) em direção ao corpo que tem menor temperatura (a superfície). Então,significa que ao tocarmos com as mãos uma superfície fria é a mão que transmite energia para a superfície.	A energia que se desloca da minha mão para a superfície fazendo com que haja um equilíbrio térmico.
	Eu acredito que seja o frio que se desloca para a sua mão.
	Toda vez que dois corpos ou objetos de temperatura diferentes entram em contato a tendência é se igualar.
	A energia da mão que se desloca.

Fonte: Próprio autor, 2021.

A terceira questão revela um conhecimento superficial sobre o calor, a palavra chave entre as respostas foi “energia”. Os estudantes não detalharam como seria essa energia, mas isso também não foi algo exigido na pergunta, contudo algumas respostas carregam uma contextualização errônea do calor como *forma de energia determinada pela agitação de partículas* (14,3% das respostas), *temperatura quente, quanto mais quente mais calor* (4,8% das respostas), *grau de agitação dos átomos* (4,8% das respostas), *energia térmica com uma temperatura mais elevada* (4,8% das respostas), *uma sensação térmica* (4,8% das respostas) e *sensação térmica de quando um lugar está muito frio ou quente* (4,8% das respostas). Mesmo havendo equívocos conceituais, as respostas convergem com a temática da termologia e outras respostas demonstraram maior integridade com o calor como *energia térmica que passa de um corpo com maior temperatura para outro com menor temperatura* (14,3% das respostas) ou

energia térmica em movimento/transfêrencia de energia de um corpo para outro (24% das respostas), correspondente a um número persuasivo dos pesquisados.

Tabela 2: Respostas dos estudantes sobre o conceito de calor

3. Na sua opinião o que é o calor?	
Tipos de respostas	Quantidade
Forma de energia, determinado pela agitação de partículas	3
Energia térmica em movimento/transfêrencia de energia de um corpo para outro	5
Energia térmica que passa de um corpo com maior temperatura para outro com menor temperatura	3
Temperatura quente, quanto mais quente mais calor	1
Tipo de energia cinética, que está presente na termodinâmica	1
Grau de agitação dos átomos	1
Energia térmica com uma temperatura mais elevada	1
Uma forma de energia	2
Uma sensação térmica	1
E uma sensação térmica de quando um lugar está muito frio ou quente	1
Transfêrencia de energia térmica a outra superfície	1
Não respondeu	1
TOTAL	21

Fonte: Próprio autor, 2021.

Na tabela 3 aferimos um número menor de respostas, demonstrando um grau maior de dificuldade da pergunta para os estudantes. Nenhum(a) aluno(a) conceituou energia ou conseguiu distingui-lo dos outros pronomes, o que já era esperado, logo não há um conceito exato para energia e até mesmo para físicos é complexa uma conceitualização simples. Entretanto, obtivemos uma quantidade razoável de desenlaces para o calor como transfêrencia de energia e da temperatura como grau de agitação de moléculas, já outras respostas denotaram o consenso popular de quente e frio, além de uma confusão entre calor e temperatura como *o calor é uma temperatura quente, ou seja, quanto mais quente, mais calor. Temperatura é o que distingue se está quente ou frio*, como também outras conjecturas errôneas como *o calor é externo ao objeto, provoca aumento de temperatura e vaporização da água e a temperatura é interna ao objeto como a sensação de quente e frio ou a medição deles*. Constatamos gradativamente a superficialidade do entendimento da turma com os temas o que nos permite traçar estratégias sobre a evolução dos conceitos, como a distinção entre calor e temperatura feita por Becher.

Tabela 3: Respostas dos estudantes sobre a distinção entre temperatura, calor e energia

4. Faça uma distinção entre calor e temperatura	
15 respostas	
O calor é compreendido a partir do trânsito de energia entre corpos e pode ser medido em calorias (cal) ou joules (j). Já a temperatura é medida em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$), Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) ou Kelvin (K) e está relacionada com o nível de agitação de moléculas.	Calor é a transferência de energias de um corpo para outro Temperatura é a agitação das moléculas
Temperatura é a medida de agitação das partículas, quanto maior a agitação, maior a temperatura. Calor é a agitação das partículas que a temperatura mede.	calor é uma sensação, já temperatura é a medição do calor.
Temperatura é a medida de agitação das partículas, quanto maior a agitação, maior a temperatura. Calor é a agitação das partículas que a temperatura mede.	Temperatura é o que sentimos quando chegamos perto de algo super aquecidos, ou algo muito frio e etc...já o calor e a transferência de energia entre corpos. (temperaturas dif.)
Temperatura é um grandeza escalar que pode ser medida pelo grau de agitação das moléculas presente no corpo. Já o calor é a energia transferida de um corpo para quando há uma diferença entre eles.	Calor é uma temperatura quente ou seja quanto mais quente mais calor. Temperatura é o que distingi se está quente ou frio.
calor é a transferência de dois corpos cujo a temperatura é diferente e temperatura é uma grandeza física para medir a energia cinética ou agitação de um corpo.	Calor é a energia que nosso corpo transmitir ao entre em contato com algum objeto, já a temperatura, é uma sensação térmica do ambiente
Temperatura: Grau de agitação das moléculas Calor: energia térmica em trânsito, entre corpos com diferença de temperatura	calor é a energia e temperatura é quando essa energia é medida.
Calor é uma forma de energia que é transferida a algo com uma temperatura mais baixa. E a temperatura é o que define os graus térmicos de alguma coisa	Calor é a transferência de energia térmica para outra superfície. Temperatura é o calor que certa superfície se encontra.
Calor e o que o ser vivo sente em questão ao ambiente, e temperatura e o "calor" do ambiente	temperatura e vaporização da água, e a temperatura é interna ao objeto, como a sensação de quente e

Fonte: Próprio autor, 2021.

A quinta questão é um exemplo de sensação térmica, de acordo com a tabela 4, observa-se a diversidade de resoluções que além das confusões feitas como *o alumínio é um condutor melhor do que a madeira, então a temperatura ambiente, ele dará a impressão que está mais frio, pois 'ele não absorve calor como uma tábua de madeira'* e erros comuns como *acredito que seja por conta da chapa reter mais frio do que a tábua*, são respostas criativas de mentes férteis e demonstram a inhomogeneidade do conhecimento prévio, que posteriormente problematizadas em aula com os conflitos existentes no cognitivo dos indivíduos buscou-se a rearquitetura com o conhecimento científico.

Em particular duas resoluções atraíram aos holofotes do pesquisador. As respostas: *porque o alumínio tem mais capacidade de receber calórico que a madeira. Assim, como a mão perde mais calórico para o alumínio do que para a madeira, sua temperatura diminui mais e mais rapidamente na interação com o alumínio, aumentando a sensação de frio e o alumínio tem mais capacidade de receber calórico do que a madeira, assim a mão perde mais calor quando toca o alumínio do que quando toca a madeira*, são concepções condizentes da teoria

do calórico, que o calor fosse uma quantidade de um fluido que se transfere de um corpo para o outro. Mesmo acreditando-se que os estudantes não tenham dispostos de qualquer tipo de aproximação com a antiga teoria é algo que concerne em parte da concepção comum.

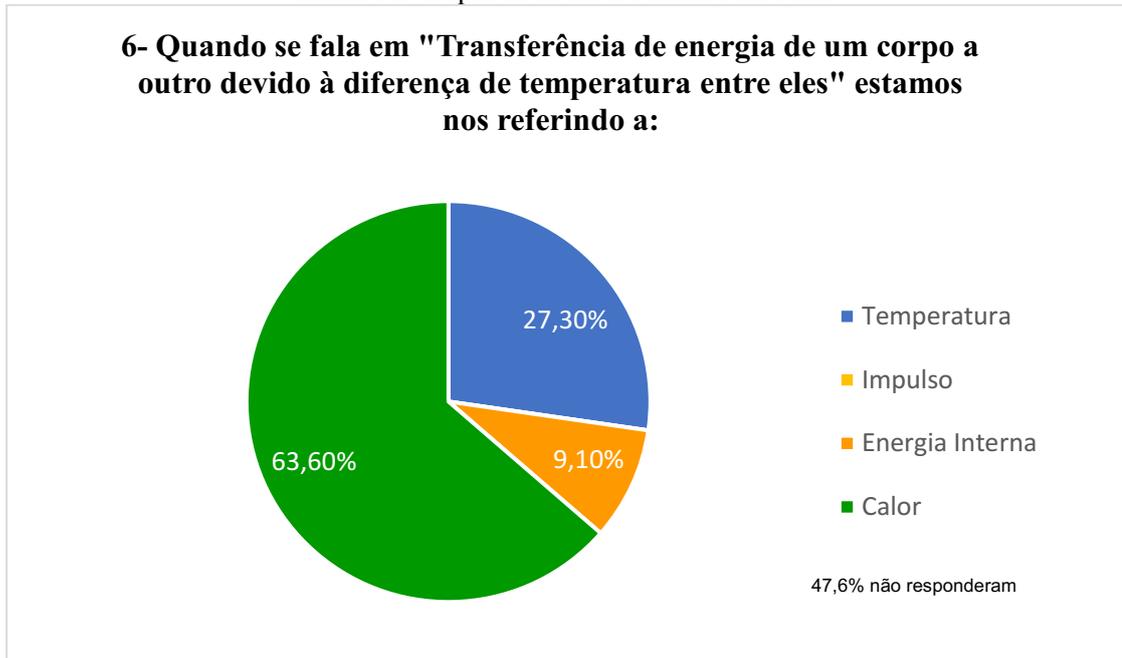
Tabela 4: Respostas dos estudantes sobre sensação térmica

5- Quando você toca uma chapa de alumínio e uma tábua de madeira, ambas à temperatura ambiente, a chapa parece mais “fria” do que a tábua. Como se explica a diferença de sensação?	
14 respostas	
Por que o alumínio tem mais capacidade de receber o calórico que a madeira. Assim, como a mão perde mais calórico para o alumínio do que para a madeira, sua temperatura diminui mais e mais rapidamente na interação com o alumínio, aumentando a sensação de frio.	<p>porque a chapa transfere o calor mais rápido que a tábua.</p> <p>A chapa de alumínio é mais "moldavel" a temperatura q a madeira</p>
O alumínio é um condutor melhor do que a madeira, então a temperatura ambiente, ele dará a impressão que está mais frio, pois ele não absorve calor como a tábua de madeira.	O calor flui de diferentes maneiras, dependendo da superfície e do material em questão, por isso alguns apresentam a sensação fria.
Por a madeira não ser uma condutora de energia não sentimos a troca que a entre o corpo e a tábua. Já o alumínio por ser um condutor de energia podemos sentir a troca de energias entre o corpo e o alumínio.	pq a chapa é um alumínio, ou seja um contudo de corrente elétrica, já a tua não é um contudo, por isso sentimos uma diferença
A diferença é que na chapa de alumínio há uma transferência de energia, assim tendi uma sensação térmica muito maior que na madeira que não é um condutor de energia.	Pois se vc encostar numa tábua logo com a energia térmica da mão logo a tábua ficará quente depois ao encostar num alumínio ela será mais fria que a tábua.
Podemos supor que a chapa absorve menos calor do que a tábua ou então que a energia interna da chapa é menos a movimentada (mais fria) do que a da tábua.	Eu acho que requer uma quantia correta pra se sentir total sensação e diferença.
o alumínio tem mais capacidade de receber o calórico do que a madeira, assim a mão perde mais calor quando toca o alumínio do que quando toca a madeira	<p>Eu acredito que seja por conta da chapa reter mais frio do que a tábua.</p> <p>O calor flui mais devagar na madeira</p>

Fonte: Próprio autor, 2021.

O gráfico 2 ascende o contraste da tabela 3, da confusão que os alunos têm dos conceitos de calor, energia e temperatura. Apesar de um número significativo para as onze respostas (33,3% do número total) admite o calor como transferência de energia entre dois corpos de temperaturas diferentes, nota-se o entendimento superficial expresso na tabela 3.

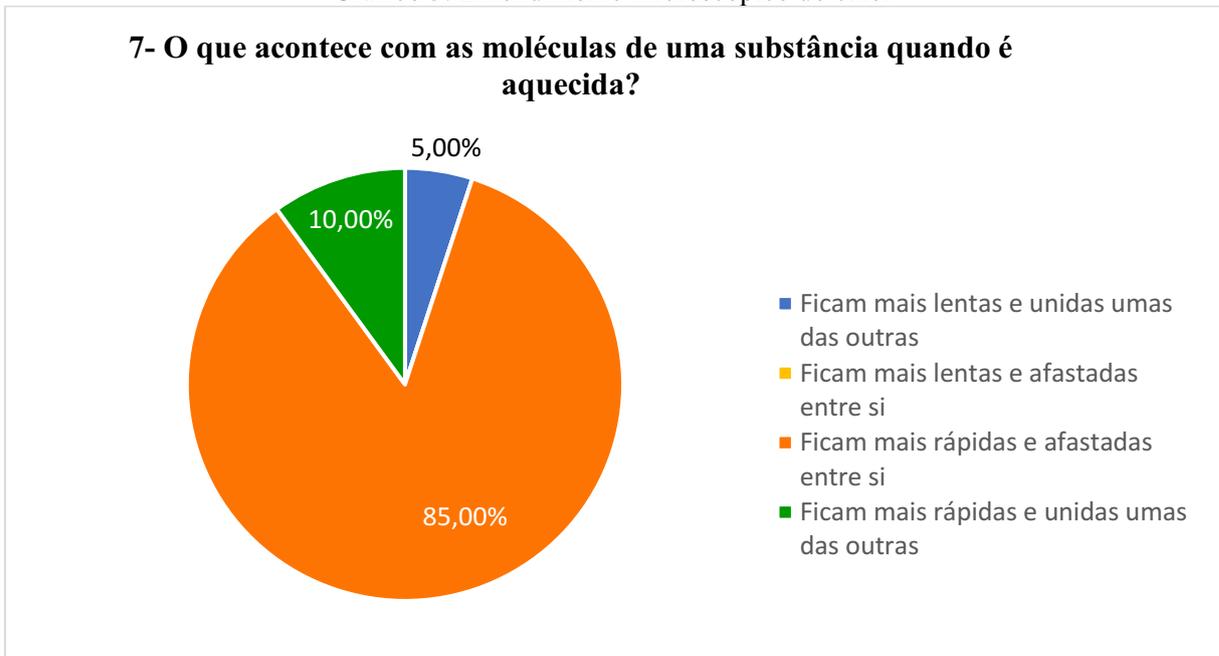
Gráfico 2: respostas sobre o conceito de calor



Fonte: Próprio autor, 2021.

O gráfico 3 além de salientar a compreensão cinética pelos estudantes, traz o entendimento da existência das duas concepções no cognitivo dos estudantes à teoria substancialista e a teoria do movimento.

Gráfico 3: Entendimento microscópico do calor



Fonte: Próprio autor, 2021.

Esta etapa transparece a importância de uma avaliação diagnóstica para se entrar em campo de conflito, conhecer o sujeito e suas peculiaridade, seu entendimento de mundo é e deve ser sempre considerados para superar visões descontextualizadas da física. O processo configurou-se de modo diagnóstico e de controle permitindo uma reflexão de como o professor poderia contribuir na estrutura formativa dos indivíduos com um caráter intencional acompanhando os processos de aprendizagem e facilitando a compreensão de como a própria aprendizagem se concretiza.

6.2 RELATO DE EXPERIÊNCIA NA APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A intervenção pedagógica foi dividida em duas etapas, aulas síncronas e assíncronas. Foram ministradas duas aulas acerca da temática do calor, de maneira síncrona o professor e a turma reuniram-se diante da tela de seus dispositivos eletrônicos para prestação das aulas. Na primeira aula online foi enfatizado pelo professor a evolução do conceito de calor desde a Grécia Antiga, até a denominação da combustão como reação química no século XVIII, que explicava o aumento do peso material experimentada por Lavoisier no desenvolvimento do calórico.

Perante o primeiro momento os estudantes foram questionados sobre *qual a primeira coisa vem em sua mente quando vê ou ouve a palavra calor?* Respostas como *fogo, sol e quente* foram as mais colocadas, em primeira instância demonstra a relação intuitiva ao fogo, e norteou a discussão quanto à conformidade primordial do elemento fogo com a explicação de fenômenos térmicos, na visão de “fogo tênue” de Empédocles e da natureza elementar aristotélica, bem como a primeira perspectiva da teoria dinâmica proposta pelos atomistas. Essa visão atomista deixou a turma admirada, toda via a relação que tinham de estudo dos movimentos estava associada a época de Galileu e sucessivamente Newton.

Figura 2: Início da aula síncrona realiza pelo professor no Google Meet.



Fonte: Próprio autor, 2021.

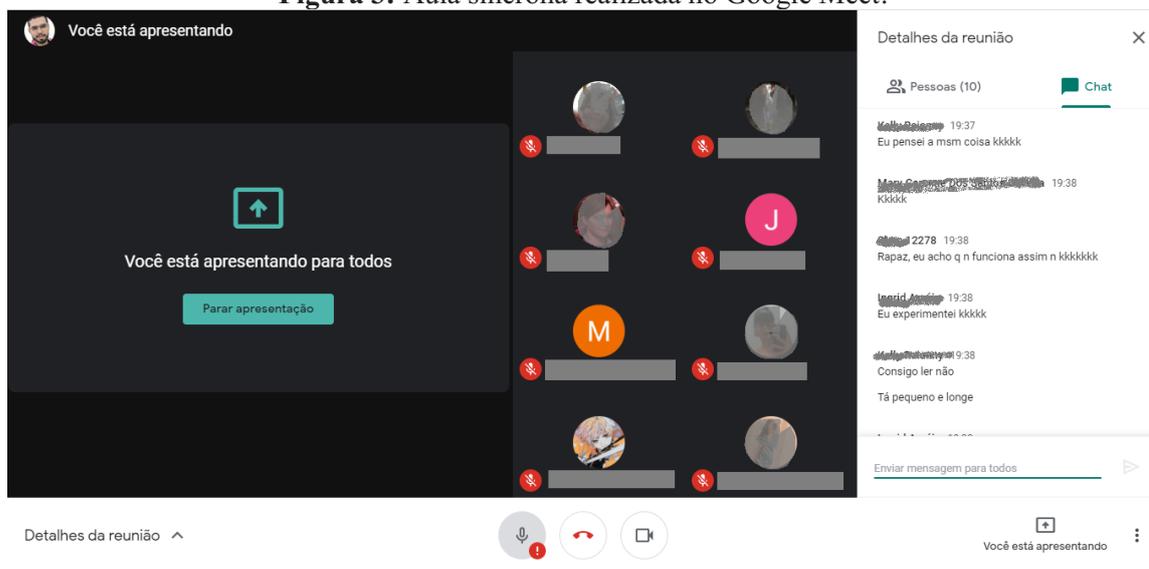
Posteriormente foi tratado sobre o flogístico atribuída por Ernst Stahl seguindo as ideias de Joachim Becher, como ingrediente intrínseco de materiais inflamáveis. O entendimento de Stahl estava centrado em dois fenômenos, a calcinação do calcário em cal e a combustão de matérias. “Tanto a combustão quanto a calcinação seriam devidas à presença de um princípio inflamável (flogístico), presente no fenômeno: quanto mais combustível o material, mais flogístico ele possui” (SILVA et al, 2013, p. 505). O professor evidenciou os problemas dessa teoria quanto a questão na mudança em massas ocorridas nas reações químicas como exposto por Silva et al. (2013):

Se ele era o princípio da combustibilidade, então toda vez que uma substância arde, ela perde flogístico, e como este tem massa, a substância resultante deveria ter uma massa menor, o que não ocorre. Por exemplo, o carvão seria riquíssimo em flogístico, pois queima facilmente, deixando pouco resíduo. Carvão aquecido adicionado à cal, que resultou do metal na calcinação, regenera o metal, cedendo flogístico para a cal, já que o metal seria o composto de cal e flogístico. O resíduo da queima do carvão tem um peso menor do que ele. Mas, a cal tem um peso maior que o metal que a originou, perdendo flogístico – se perdeu flogístico, que tem massa, porque a massa da cal é maior? Mesmo que naquela época os conceitos de peso, massa e densidade não fossem consensuais entre esses filósofos naturais, era uma situação difícil de explicar. (SILVA et al, 2013, p. 506).

As explicações fornecidas pelos adeptos ao flogísticos a esse problema estavam afeiçoados em questões culturais, religiosas e sociais da época, a falta de observações empíricas também contribuíram para sua desestabilização, meio a uma ciência que aluía o etéreo. Ainda por cima os discentes foram questionados sobre *se é sempre necessário o fogo para existir*

calor. Poucos foram os que responderam oralmente à pergunta, os que responderam deram o *não* como resposta, o professor solicitou uma justificativa e algum exemplo, somente um aluno argumentou usando como exemplo o micro-ondas uma forma de aquecimento que não utiliza o fogo. Mesmo com uma única explicação sobre o questionamento, a problemática atendeu às expectativas do docente estabelecendo uma zona de confronto com as ideologias gregas e até mesmo com a ideia do flogístico.

Figura 3: Aula síncrona realizada no Google Meet.



Fonte: Próprio autor, 2021.

No terceiro momento da primeira etapa, a discussão foi conduzida a respeito da teoria do calórico, que explicava os fenômenos de maneira mais convincente que o flogístico e fundamental no desenvolvimento em diversas áreas da termodinâmica. Foram esclarecidas as contribuições de Black, antes adepto do flogístico e após o conhecimento dos estudos de Lavoisier, ajudou a desenvolver a teoria calórica. Outro ponto discursivo foi o fato entre temperatura e calor ter ganhado distinção com os próprios trabalhos do Black. Não foi adentrado perspicazmente no campo da temperatura, no entanto ficou explícito a disparidade conceitual entre os termos. A temática da temperatura foi abordada no material impresso direcionado aos estudantes que não possuíam acesso à internet.

Esta etapa configurou-se para que os sujeitos compreendessem que o calor ainda é pensado pelo senso comum com perspectiva das teorias antigas. Os discentes deixaram explícito o comum uso da palavra calor sem uma compreensão de concerne científico, mas modificada no desenvolvimento no qual o ensino ia intensificando-se.

A segunda aula entrou no campo de desestabilização do calórico. Etapa onde o professor destacou a importância de Benjamin Thompson, Robert von Mayer e James Joules. A temática foi trabalhada afim de desenvolver uma linguagem científica, competências e habilidades presentes na BNCC (BRASIL, 2018). A aula foi iniciada com o texto *Entrevista com o Conde Rumford: da teoria do calórico ao calor como uma forma de movimento* (MEDEIROS, 2009), a produção conta com um roteiro narrativo e cômico, nos quais personagens fictícios entrevistam o falecido Conde para desvendar as complexidades do calor, a partir das contribuições empíricas e intuitivas de Benjamin Thompson e de outras figuras consideráveis no desenvolvimento da história do calor.

Figura 4: Recorte do texto - Entrevista com o Conde Rumford: da teoria do calórico ao calor como uma forma de movimento.



Fonte: Medeiros, 2009.

O texto na íntegra é direcionado a professores e historiadores da ciência, para uso em aula foi necessária adaptação, assim não ocorrendo o desgaste e insatisfação da turma com a leitura. Os estudantes receberam um QR code direcionando-os ao texto adaptado, por diante o conjunto realizou uma leitura compartilhada, os personagens foram divididos entre os estudantes para ocorrer uma dinamicidade e o texto que se aparentava enorme e exaustivo para o público apresentou uma relação tênue e divertida para os participantes. Essa atividade caracterizou-se como o momento de maior interação e interesse dos estudantes, os alunos e alunas puderam interagir e descobrir juntos sobre a vida e obra do Conde Rumford.

Na aula seguinte, as discussões acerca do texto foram retomadas enfatizando alguns dos vários experimentos realizados por Thompson sobre o calor como forma de movimento, entre eles estavam os testes com armamentos na antiga Baviera. “Thompson observou que a temperatura das balas, logo após deixarem as armas, era muito alta, e parece ter suposto que seria mais alta do que a temperatura causada apenas pela explosão” (SILVA et al, 2013, p. 523).

Diferente do que é exposto em diversos livros didáticos, o Conde não derrubou a teoria do calórico, ele foi precursor do que mais adiante viria a sua ruptura, com os trabalhos de Mayer, Joule e até mesmo Hermann von Helmholtz. Os dois primeiros foram evidenciados na abordagem com a determinação do equivalente mecânico do calor.

Figura 5: experimento do calor por atrito realizado por alunos.



Fonte: Próprio autor, 2021.

Ainda durante a aula, os estudantes desenvolveram um experimento simples análogo as experimentações do Conde Rumford. A prática experimental contou com o uso de uma panela de alumínio e de uma lã de aço, os discentes atritaram a lã na panela em movimento contínuo. Sem que o professor alertasse o que poderia ocorrer, os próprios alunos e alunas constataram o aumento da temperatura, dado pela transformação da energia cinética em energia térmica, uma transferência de energia entre os corpos atritados.

Figura 6: experimento de Joule.



Fonte: Youtube.com, 2021.

Antes de conceituar a teoria atual do calor foi discutido sobre o equivalente mecânico do calor e os trabalhos de Mayer e Joule na obtenção de um valor que relacionasse o trabalho mecânico e o calor. A discussão girou entorno dos resultados experimentais de Joule atribuindo-lhe a homenagem na unidade para energia. Nesse sentido, de forma assíncrona o docente disponibilizou um vídeo (figura 6) de sua autoria, ressaltando o experimento realizado por Joule na obtenção do valor de 4,184 J para elevar de 1 °C a temperatura de 1 g de água.

Figura 7: Instrumentos utilizados para compor o experimento produzido.



Fonte: Próprio autor, 2021.

O experimento foi construído com materiais de baixo custo por um estudante do curso de Licenciatura em Física do CFP (a quem destinamos os créditos da possibilidade para realização deste trabalho). O professor gravou um curta-metragem (imagem 9) realizando uma demonstração de como Joule calculou em seu minucioso experimento a relação entre a mecânica e a termodinâmica.

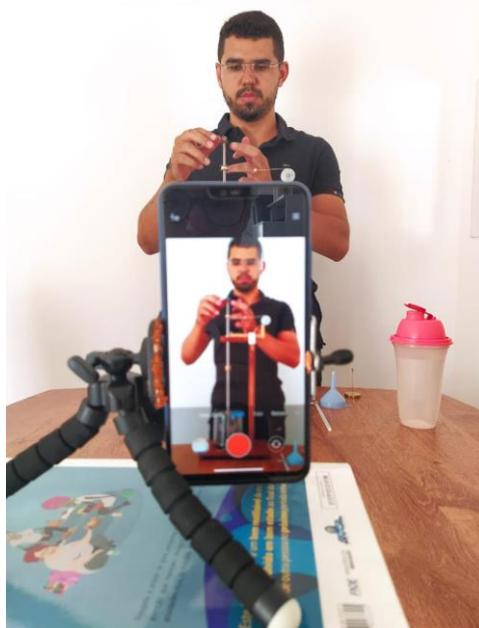
Figura 8: Versão do experimento de Joule com materiais alternativos.



Fonte: Próprio autor, 2021.

O vídeo foi uma produção simples como complementação e suporte das aulas síncronas. O curta-metragem ainda foi compartilhado no Youtube como divulgação científica, para que em outros momentos os alunos consigam revê-lo ou outros sujeitos possam utiliza-lo para fins didáticos, em aulas acerca da temática ou assisti-lo por curiosidade relacionada ao feito experimental de James Joule, como contribuição na ciência e na sociedade em geral.

Figura 9: Gravação da aula assíncrona.



Fonte: Próprio autor, 2021.

Foi elaborado ainda, uma atividade (APÊNDICE C) a ser conduzida ao público que não possui nenhum acesso à internet, porém não foram obtidos resultados acerca desta atividade devido a fatores externos, responsáveis pela antecipação de conclusão deste trabalho, mas ressaltamos que não interferiu no produto final, logo os objetivos pretendidos foram conquistados. Deixamos registrado que esta etapa será concluída e analisada, afim de sequenciarmos com metodologias idôneas na própria instituição de ensino abrangendo a esta categoria “moderna” estudantil.

Este trabalho foi compartilhado com a comunidade escolar durante cada fase de sua implementação, em reuniões de área, encontros pedagógicos e reuniões de alinhamento. Os demais profissionais da educação da ECI Professor Crispim Coelho fizeram parte desta obra e como responsabilidade os resultados serão divulgados e acompanhados em um conjunto de ações que evitem dissimulação dos objetivos atingidos.

Diante do que foi desempenhado os objetivos pretendidos foram alcançados, perante a apropriação de uma avaliação contínua, contando com o desempenho em sala de aula e distante

de uma atribuição de valores quantitativos, o professor observou as transformações nas ideias errôneas dos estudantes e o conceito de calor foi empregado gradativamente ao longo das intervenções, assumindo um papel significativo na compreensão dos fenômenos naturais de cada indivíduo. Este processo também serviu como uma reflexão qualitativa da prática docente com atitudes de analisar, escolher, elaborar, quantizar, qualificar, compreender, corrigir, errar, reorganizar, ensinar e aprender, pertencentes ao primor do magistério.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A educação precisa cada dia mais de mudanças, impondo novos métodos que possam aumentar o interesse dos estudantes e proporcione o significado dos conteúdos. A Física, por exemplo, tem um papel fundamental na formação integral dos cidadãos, pois seu uso está presente em todas as nossas atividades.

A realização deste trabalho foi única e de grande proveito, pois foram alcançadas grandes experiências, muito conhecimento pessoal e coletivo. São vários os desafios enfrentados pelo professor e na educação pública em geral. Percebeu-se durante esse período que cabe ao docente a maneira como estar enxergando essa situação, pois dependendo de seu modo de utilizar as práticas docentes, esses desafios podem ser vencidos.

Mesmo com as adversidades propiciadas pela pandemia, as ações desta obra foram em trajetória ao protagonismo juvenil, prática da essência pedagógica da ECI, o estudante como centro do processo de ensino aprendizagem, o agente da ação. Tornar o protagonismo uma prática realizada por todos no espaço de aprendizagem é de acordo com Costa (2000, p.2) contribuir “para o desenvolvimento do senso de identidade, da autoestima, do autoconceito, da autoconfiança, da visão do futuro, do nível de aspiração vital, do projeto e do sentido da vida, da autodeterminação, da autorrealização e da busca de plenitude humana por parte dos jovens”. Para uma atuação ligada as vertentes dos quatro pilares da educação e de uma formação integral do sujeito, se queremos desenvolver jovens autônomos, competentes e solidários nas participações sociais, esses jovens precisam ser protagonistas nas ações do meio e um ensino de física articulado com competências propicia essa diligência.

Entendemos que esta abordagem didática aprimorou a alfabetização científica dos envolvidos e contribuiu na formação integral dos indivíduos desenvolvendo a autonomia e competência. A partir do cenário explorado, percebemos a importância de uma abordagem didática elaborada nos cânones de um ensino transformador, e o emolduramento da revisão literária proporcionou uma consideração sobre a defasagem no ensino de física da educação básica. As concepções errôneas a respeito do calor foram identificadas com o uso de uma avaliação diagnóstica e o processo de mudanças conceituais efetivaram-se com a sequência didática escolhida. Portanto o uso da HFC foi de importante relevância na obtenção dos resultados, estimados como discerníveis.

Vários instrumentos foram utilizados direta ou indiretamente na realização da pesquisa, TICs, experimentações, HFC, entre outros. Diversas possibilidades poderiam ser abrangidas de

maneira eficiente, mas o que diferencia essa sequência didática é o significado às concepções dos estudantes, pois não adianta uma metodologia construtivista e teoricamente ativa sem proporcionar a significação da realidade e do que condiz com a ciência. A discussão será levada adiante e o ensino de física significativo abre espaço para outras abordagens no âmbito da HFC e de um ensino por competências em outras situações, almejando que este raciocínio será conduzido em práticas futuras, com o discernimento de um agente transformador da educação.

8. REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **L'Analyse de Contenu**. Paris: Presses universitaires de France, 1977.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BECKER, F. **PAULO FREIRE E JEAN PIAGET: TEORIA E PRÁTICA**; Schème-
Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas, vol 9, número especial, 2017.
Disponível em: www.marilia.unesp.br/scheme.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**: Lei n. 9.394/96. Disponível em:
<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf>.

BRASIL, Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Básica (SEB). **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: ensino médio. Brasília: Ministério da educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.

COMISSÃO EXECUTIVA DE EDUCAÇÃO INTEGRAL. **Diretrizes Operacionais das Escolas Cidadãs Integrais, Escolas Cidadãs Integrais Técnicas e Escolas Cidadãs Integrais Socioeducativas da Paraíba**. João Pessoa, 2020.

COSTA, A. C. G. **Protagonismo juvenil**: adolescência, educação e participação democrática. Salvador: Fundação Odebrecht, 2000.

DELORS, J. et al. Educação: um tesouro a descobrir. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o Séc. XXI. 8a ed. São Paulo: Cortez 2003.

IBGE. **PNAD contínua da educação 2018**. v. 2018, n. 2, p. 1–12, 2019. Disponível em:
http://biblioteca.ibge.gov.br/livros/liv101657_informativo.

ICE – Instituto de corresponsabilidade pela Educação. **Inovação Em Conteúdo, Método E Gestão**. Metodologias de Êxito. 2a Edição - Instituto de Corresponsabilidade pela Educação. Recife-PE, 2019 www.icebrasil.org.br.

ICE – Instituto de corresponsabilidade pela Educação. **Memória e Concepção do Modelo**. Concepção do Modelo da Escola da Escolha. 2a Edição - Instituto de Corresponsabilidade pela Educação. Recife-PE, 2019. www.icebrasil.org.br.

ICE – Instituto de corresponsabilidade pela Educação. **MODELO PEDAGÓGICO**. CONCEPÇÃO DO MODELO PEDAGÓGICO - ENSINO MÉDIO. 2a Edição - Instituto de Corresponsabilidade pela Educação. Recife-PE, 2019. www.icebrasil.org.br.

ICE – Instituto de corresponsabilidade pela Educação. **MODELO PEDAGÓGICO**. EIXOS FORMATIVOS - ENSINO MÉDIO. 2a Edição - Instituto de Corresponsabilidade pela Educação. Recife-PE, 2019. www.icebrasil.org.br.

ICE – Instituto de corresponsabilidade pela Educação. **MODELO PEDAGÓGICO. PRINCÍPIOS EDUCATIVOS - ENSINO MÉDIO.** 2ª Edição - Instituto de Corresponsabilidade pela Educação. Recife-PE, 2019. www.icebrasil.org.br.

LIBÂNEO, J. C. **Didática.** 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2013.

LUCKESI, C. C. **Verificação ou avaliação:** o que pratica a escola? In: LUCKESI, Cipriano Carlos. Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições; 22. Ed. São Paulo: Cortez, 2011, p. 70-80.

MACEDO, L. **Competências e habilidades:** Elementos para uma reflexão pedagógica. In: J. S. Moraes. (Org.). Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): Fundamentação teórico-metodológica. Brasília: O Instituto (INEP/MEC), 2005.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. V. **Metodologia Científica.** 7 ed. São Paulo: Atlas, 2019.

MARTINS, R. A. **Como Não Escrever Sobre História da Física – Um Manifesto Historiográfico.** Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 23, no. 1, p. 113 – 129. Março, 2001.

MARTINS, R. A. **Introdução: a história das ciências e seus usos na educação.** In SILVA, C.C. (Org). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física, p. 17-25, 2006.

MARTINS, R. A.; SILVA C. C.; PRESTES M. E. B. **History and Philosophy of Science in Science Education, in Brazil.** In: MATTHEWS, M. R.(editor). International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching. 1ª ed. University of New South Wales, Sydney, NSW, Australia. Editora: Springer 2014.

MATTHEWS, M. R. **HISTÓRIA, FILOSOFIA E ENSINO DE CIÊNCIAS: TENDÊNCIA ATUAL DE REAPROXIMAÇÃO.** Caderno Catarinense De Ensino De Física, v. 12, n. 3, p. 164–214, 1995.

MEDEIROS, A. **ENTREVISTA COM O CONDE RUMFORD: DA TEORIA DO CALÓRICO AO CALOR COMO UMA FORMA DE MOVIMENTO,** Recife, PE: Física na Escola, v. 10, n. 1 - 2009.

MENEZES, L. C. **Ensino de Física:** reforma ou revolução? Física ainda é cultura? In MARTINS, A. F. P. – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa:** Um Conceito Subjacente. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – v. 1, n. 3, p. 25–46, 2011.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Instituto de Física – UFRGS. Caixa Postal 15051 – Campus. Porto Alegre – RS, 1999. Disponível em: www.if.ufrgs.br/~moreira.

PASSOS, J. C. **Os experimentos de Joule e a primeira lei da termodinâmica.** Revista Brasileira de Ensino de Física, Florianópolis, v. 31, n. 3, p. 8, Outubro 2009.

PIAJET, J. **Psicologia da inteligência**. Rio de Janeiro: Zahar Editores. 1977.

RICARDO, E. C. **COMPETÊNCIAS, INTERDISCIPLINARIDADE E CONTEXTUALIZAÇÃO**: dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma compreensão para o ensino das ciências. Tese (Doutorado em em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 257. 2005.

ROSA, C. W., ROSA, A. B. **Ensino da Física**: tendências e desafios na prática docente. Revista Iberoamericana de Educación, Passo Fundo, n. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), p. 12, Maio 2007. ISSN 1681-5653.

ROSA, C. W.; ROSA, A. B. D. **O ensino de ciências (Física) no Brasil**: da história às novas orientações educacionais. Revista Iberoamericana de Educación, Passo Fundo, n. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), p. 12, Fevereiro 2012. ISSN 1681-5653.

SILVA, A. P. B. et al. **CONCEPÇÕES SOBRE A NATUREZA DO CALOR EM DIFERENTES CONTEXTOS HISTÓRICOS**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 30, n. 3, p. 492-537, agosto 2013.

TEIXEIRA, O.P.B.; CARVALHO, A.M.P. **O ensino de calor e temperatura**. In: NARDI, R. (org.) Pesquisas em Ensino de Física. 3ed. São Paulo: Escrituras, 2004. Educação para a Ciência.

TOZONI-REIS, M. F. C. **Metodologia da Pesquisa**. 2 ed. Curitiba: IESDE, 2009.

VIANA, D. M. **Formação cidadã para nossos alunos** – um contexto cultural para o ensino de física. Física ainda é cultura? In MARTINS, A. F. P. – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.

APÊNDICES



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG
CENTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES - CFP

APÊNDICE A – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA / ALUNO

- 1- Qual a parte da física que estuda a energia térmica?
 - a. Eletrodinâmica
 - b. Óptica
 - c. Termologia
 - d. Cinemática

- 2- Quando você toca uma superfície fria, é o frio que se desloca da superfície para sua mão, ou a energia que se desloca de sua mão para a superfície fria? Explique.

- 3- Na sua opinião o que é o calor?

- 4- Faça uma distinção entre temperatura, energia térmica e calor.

- 5- Quando você toca uma chapa de alumínio e uma tábua de madeira, ambas à temperatura ambiente, a chapa parece mais “fria” do que a tábua. Como se explica a diferença de sensação?

- 6- Quando se fala em “Transferência de energia de um corpo a outro devido à diferença de temperatura entre eles,” estamos nos referindo a:
 - a. Temperatura
 - b. Impulso
 - c. Energia interna
 - d. Calor

- 7- O que acontece com as moléculas de uma substância, quando é aquecida?
 - a. Ficam mais lentas e unidas umas das outras
 - b. Ficam mais lentas e afastadas entre si
 - c. Ficam mais rápidas e afastadas entre si
 - d. Ficam mais rápidas e unidas umas das outras

APÊNDICE B — PLANOS DE AULA

PLANO DE AULA - I

INFORMAÇÕES GERAIS

Escola: Cidadã Integral Estadual de Ensino Fundamental e Médio Professor Crispim Coelho

Disciplina: Física

Professor: Renato Nunes Ramalho

Público alvo: 2º ano

Duração da Aula: 1 horas/aula

Tema: Calorimetria

Conteúdos:

- Calor

HABILIDADES DA BNCC

(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

HABILIDADES EM PORTUGUÊS E MATEMÁTICA

Língua Portuguesa: H01- Interpretar com base no texto;

Matemática: H10 – Ler e interpretar dados apresentados em tabelas e gráficos.

OBJETIVOS

Objetivo Geral:

- Despertar a curiosidade do aluno;
- Fazer com que o jovem conheça o processo ao longo da história sobre o conceito do calor e a importância da contribuição de nomes da ciência por trás das teorias;
- Compreender a importância da teoria do calor no desenvolvimento da sociedade;

Objetivos Específicos:

- Compreender a evolução e mudanças em uma teoria a partir de evidências;
- Gerar o debate sobre o calor e suas aplicações no cotidiano;

METODOLOGIA (SEQUÊNCIA DIDÁTICA)

Debate sobre a concepção grega e os quatro elementos da natureza;

Debate sobre a conceitualização do calor (Fazer uma análise imediata dos conhecimentos contextualmente errôneos dos estudantes, buscando transformar as ideias prévias em conhecimentos científicos a partir do debate e interação na aula);

Discussão da evolução do conceito do calor: flogisto e o calórico;

O desenvolvimento do calórico: os estudos de Lavoisier e Becher.

AVALIAÇÃO

Avaliação concretizada a partir do envolvimento dos alunos com a temática, de perguntas feitas pelo professor e como eles reagem aos questionamentos.

RECURSOS

Notebook, internet.

BIBLIOGRAFIA

HEWITT, P. G. **FÍSICA CONCEITUAL**; tradução: Trieste Freire Ricci; revisão técnica: Maria Helena Gravina. – 11 ed. – Porto Alegre: Bookman, 2011.

SILVA, A. P. B. et al. **CONCEPÇÕES SOBRE A NATUREZA DO CALOR EM DIFERENTES CONTEXTOS HISTÓRICOS**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 30, n. 3, p. 492-537, agosto 2013.

PLANO DE AULA – II

INFORMAÇÕES GERAIS

Escola: Escola Cidadã Integral Estadual de Ensino Fundamental e Médio Professor Crispim Coelho

Disciplina: Física

Professor: Renato Nunes Ramalho

Público alvo: 2º ano

Duração da Aula: 1 horas/aula

Tema: Calorimetria

Conteúdos: Calor e o equivalente mecânico do calor

HABILIDADES DA BNCC

(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

HABILIDADES EM PORTUGUÊS E MATEMÁTICA

Língua Portuguesa: H01- Interpretar com base no texto;

Matemática: H10 – Ler e interpretar dados apresentados em tabelas e gráficos.

OBJETIVOS

Objetivo Geral:

- Conhecer o processo ao longo da história sobre o conceito do calor;
- Compreender empiricamente o processo de calor por atrito;
- Compreender a relação estabelecida entre energia e calor: o equivalente mecânico do calor;

Objetivos Específicos:

- Identificar o calor como forma de transferir energia de um ou para um sistema (ou partes do mesmo) unicamente por diferença de temperaturas para outro sistema;
- Associar as unidades entre calor e energia;

METODOLOGIA (SEQUÊNCIA DIDÁTICA)

Introdução ao conteúdo inserindo a leitura do texto “Entrevista com o Conde Rumford: da teoria do calórico ao calor como uma forma de movimento”. Neste momento os estudantes acessaram o documento com a leitura de um QR code, disponibilizado pelo professor;

Discutir as implicações entre calor e energia;

O equivalente mecânico do calor: uma discussão entre as contribuições de Mayer e Joule;

O experimento de Joule;

AVALIAÇÃO

Avaliação concretizada a partir do envolvimento dos alunos com a temática, de perguntas feitas pelo professor e como eles reagem aos questionamentos;

RECURSOS

Lápis, quadro, apagador e o experimento de Joule.

BIBLIOGRAFIA

HEWITT, P. G. **FÍSICA CONCEITUAL**; tradução: Trieste Freire Ricci; revisão técnica: Maria Helena Gravina. – 11 ed. – Porto Alegre: Bookman, 2011.

MEDEIROS, A. **ENTREVISTA COM O CONDE RUMFORD: DA TEORIA DO CALÓRICO AO CALOR COMO UMA FORMA DE MOVIMENTO**, Recife, PE: Física na Escola, v. 10, n. 1 - 2009.

PASSOS, J. C. **Os experimentos de Joule e a primeira lei da termodinâmica**. *Revista Brasileira de Ensino em Física*. v. 31, n. 3, p. 3603(1-8) - Florianópolis, 2009.

SILVA, A. P. B. et al. **CONCEPÇÕES SOBRE A NATUREZA DO CALOR EM DIFERENTES CONTEXTOS HISTÓRICOS**. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 30, n. 3, p. 492-537, agosto 2013

APÊNDICE C: ATIVIDADE IMPRESSA

Disciplina: Física	Professor: Renato Ramalho
Conteúdo: Temperatura	
Aluno:	

A primeira noção que se tem de temperatura é a sensação de frio ou de quente, verificada ao se tocar um corpo. Ao tocarmos diversos objetos, na maioria das vezes, conseguimos colocá-los em ordem crescente de temperatura, dizendo qual está à temperatura maior e à temperatura menor. O sentido do tato nos proporciona a mais simples noção de temperatura de um corpo. Porém, nossos sentidos se enganam com muita frequência, não podendo ser utilizados como medida precisa para a temperatura, pois eles são diferentes de uma pessoa para outra e dependem do estado em que ela se encontrava anteriormente. Por exemplo, se mergulharmos a mão direita em água quente e a esquerda em água fria, e em seguida mergulharmos as duas em água a uma temperatura intermediária, esta água nos parece mais fria na mão direita e mais quente na mão esquerda (você pode realizar este experimento em casa com o auxílio de um adulto).

Imagem 1: experimento de sensação térmica



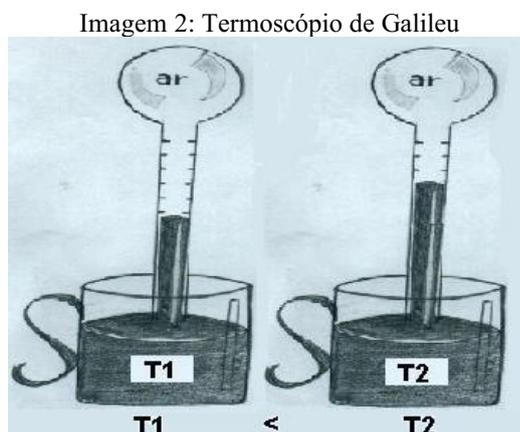
Fonte: webquestfacil, 2010.

Embora o tato nos dê uma primeira noção do estado térmico, ou da temperatura de um corpo, a experiência anterior deixa claro que ele não é muito útil para propósitos científicos.

A conceituação de **temperatura** é fundamental para o estudo da Física Térmica. (webquestfacil.com.br).

Questão 1. A partir da leitura acima, aponte uma maneira eficiente para ler-se o estado térmico (temperatura) de maneira correta e eficiente de um corpo.

Você consegue identificar as imagens abaixo? A figura mostra dois termoscópios com diferentes alturas da coluna de líquido, sendo que maior será a temperatura quanto maior for a altura. O termoscópio foi um instrumento que antecedeu o termômetro. “Por volta de 1592, Galileu Galilei idealizou o termoscópio. De acordo com o relatório de um estudante, ele ligou um recipiente de vidro a um tubo, também de vidro, com um bulbo em uma das extremidades. Aqueceu o bulbo nas mãos para que parte do ar saísse e inverteu o recipiente de modo que o tubo pudesse ser mergulhado na água contida no outro recipiente, conforme a figura ao lado. Logo que o bulbo esfriava, a água subia no tubo forçada pela pressão atmosférica até a altura de um palmo acima do nível do recipiente”. (UFRGS, 2020).



Fonte: Instituto de Física da UFRGS

Questão 2. Qual a importância do termômetro?

Questão 3. Cite quatro exemplos em que é necessário a aferição (leitura) de temperatura.

O termoscópio era um instrumento impreciso, pois não fornecia valores exatos a condição térmica dos corpos. Com o desenvolvimento do termômetro e das escalas termométrica foi possível ter uma precisão para a temperatura. Para a medida da temperatura de um corpo com um termômetro, é preciso esperar o equilíbrio térmico, isto é, quando em contato com o corpo, precisamos esperar alguns minutos para que o termômetro e o corpo estejam a mesma temperatura, e assim, podermos medir seu valor. Um exemplo seria quando se usa em alguém febril um termômetro clínico como na imagem abaixo para aferir sua temperatura, em contato com o corpo e após um determinado tempo em contato com o enfermo

o líquido do termômetro entra no que chamamos de equilíbrio térmico com corpo da pessoa, registrando em valores de escalas termométricas convencionais (escalas de Celcius - °C, Fahrenheit - °F ou Kelvin – K).

Imagem 3: Termômetro clínico



Fonte: Blog e física

Questão 4. Porque o contato de nossa pele não nos dá uma boa medida para a temperatura de um corpo? Tenha como exemplo uma mãe aferindo a febre de sua filha com a mão.

APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado para participar do projeto de pesquisa “DO CALÓRICO A TEORIA ATUAL DO CALOR: UMA ABORDAGEM HFC NUMA ESCOLA CIDADÃ INTEGRAL”. Temos como objetivo propor o aplicar um ensino de Física abordando a História e Filosofia da Ciência no conteúdo de terminologia na Escola Cidadã Integral Estadual de Ensino Fundamental e Médio Professor Crispim Coelho da cidade de Cajazeiras e verificar a mudança conceitual sobre calor e temperatura adquirida pelos alunos ao serem submetidos a um ensino de abordagem construtivista. O referido estudo é justificado pela relevância que as pesquisas que propõe novos recursos metodológicos são de fundamental importância para o Ensino de Física. Você responderá a um questionário semiestruturado que contém perguntas a respeito de sua vivência escolar. São perguntas simples que não vão exigir um conhecimento aprofundado sobre o tema em questão.

Toda pesquisa que envolve seres humanos pode acarretar em riscos. No entanto, devido à natureza desta pesquisa, poderá apenas ocorrer um pequeno constrangimento do participante ao responder o questionário apresentado; este risco será minimizado, a todo momento, pelo responsável, como intervenções durante o período da aplicação dos questionários, por exemplo. Por outro lado, como benefício, a pesquisa permitirá motivar, condicionar e potencializar a melhoria do ensino da Física na educação básica. São investidas de sentidos múltiplos, ultrapassam os limites do tradicionalismo com a utilização apenas do quadro, giz e livro didático apenas, instauram diferenças quantitativas e qualitativas nas práticas pedagógicas.

Enfatizamos que a qualquer momento da pesquisa você poderá desistir de participar, retirando seu consentimento, sem qualquer penalização. Garantimos sigilo e privacidade a você e aos dados obtidos em todas as fases da pesquisa, pois estes dados serão usados exclusivamente para fins científicos. Se em algum momento (durante ou depois da realização da pesquisa) houver a necessidade de acompanhamento ou assistência, você poderá requerer isto ao responsável da pesquisa, bem como se houver a necessidade de ressarcimento ou indenização por algum dano decorrente da mesma.

Por fim, garantimos que você terá acesso aos resultados desta pesquisa, bem como ao registro do consentimento sempre que solicitado. Este termo de consentimento será impresso em duas vias: uma ficará com você e a outra com o responsável pela pesquisa.

Esta pesquisa atende às exigências do Conselho Nacional de Saúde (CNS) através da resolução 466/2012 e de suas complementares, as quais estabelecem diretrizes e normas regulamentadoras para pesquisas envolvendo seres humanos. Qualquer dúvida ou reclamação, você deve procurar o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro de Formação de Professores (CFP) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado na rua Sérgio Moreira de Figueiredo, S/N, Casas Populares, Cajazeiras-PB, 58900-000, Fone: 3532-2075, horário de atendimento das 8:00h às 13:00h. O CEP/CFP/UFCG é um comitê, formado por professores e representantes da sociedade, que delibera sobre pesquisas envolvendo seres humanos na região de Cajazeiras e adjacências.

O participante declara que leu este termo de consentimento e que concorda em participar da pesquisa.

Cajazeiras-PB, ___/___/_____

Assinatura do participante: _____

Assinatura do pesquisador responsável: _____

Pesquisador responsável: Heydson Henrique Brito da Silva

Professor Doutor, lotado na UACEN/CFP/UFCG – área de Física

Endereço Profissional: Sala 5 do Ambiente de Professores Maria Ilzanete (CFP/UFCG)

Horário disponível: 08:00h às 17:00h (segunda-feira a sexta-feira)

Endereço pessoal: Rua Severina Mariz, 78, Colorado, Cajazeiras-PB

Fone: (83) 99984-0716 / e-mail: heydson.brito@ufcg.edu.br

APÊNDICE E – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

Você, menor, está sendo convidado para participar do projeto de pesquisa “DO CALÓRICO A TEORIA ATUAL DO CALOR: UMA ABORDAGEM HFC NUMA ESCOLA CIDADÃ INTEGRAL”. Temos como objetivo propor o aplicar um ensino de Física abordando a História e Filosofia da Ciência no conteúdo de termologia na Escola Cidadã Integral Estadual de Ensino Fundamental e Médio Professor Crispim Coelho da cidade de Cajazeiras e verificar a mudança conceitual sobre calor e temperatura adquirida pelos alunos ao serem submetidos a um ensino de abordagem construtivista. O referido estudo é justificado pela relevância que as pesquisas que propõe novos recursos metodológicos são de fundamental importância para o Ensino de Física. Você responderá a um questionário semiestruturado que contém perguntas a respeito de sua vivência escolar. São perguntas simples que não vão exigir um conhecimento aprofundado sobre o tema em questão.

Toda pesquisa que envolve seres humanos pode acarretar em riscos. No entanto, devido à natureza desta pesquisa, poderá apenas ocorrer um pequeno constrangimento do participante ao responder o questionário apresentado; este risco será minimizado, a todo momento, pelo responsável, como intervenções durante o período da aplicação dos questionários, por exemplo. Por outro lado, como benefício, a pesquisa permitirá motivar, condicionar e potencializar a melhoria do ensino da Física na educação básica. São investidas de sentidos múltiplos, ultrapassam os limites do tradicionalismo com a utilização apenas do quadro, giz e livro didático apenas, instauram diferenças quantitativas e qualitativas nas práticas pedagógicas.

Enfatizamos que a qualquer momento da pesquisa você poderá desistir de participar, retirando seu consentimento, sem qualquer penalização. Garantimos sigilo e privacidade a você e aos dados obtidos em todas as fases da pesquisa, pois estes dados serão usados exclusivamente para fins científicos. Se em algum momento (durante ou depois da realização da pesquisa) houver a necessidade de acompanhamento ou assistência, você poderá requerer isto ao responsável da pesquisa, bem como se houver a necessidade de ressarcimento ou indenização por algum dano decorrente da mesma.

Por fim, garantimos que você terá acesso aos resultados desta pesquisa, bem como ao registro do consentimento sempre que solicitado. Este termo de consentimento será impresso em duas vias: uma ficará com você e a outra com o responsável pela pesquisa.

Esta pesquisa atende às exigências do Conselho Nacional de Saúde (CNS) através da resolução 466/2012 e de suas complementares, as quais estabelecem diretrizes e normas regulamentadoras para pesquisas envolvendo seres humanos. Qualquer dúvida ou reclamação, você deve procurar o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro de Formação de Professores (CFP) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado na rua Sérgio Moreira de Figueiredo, S/N, Casas Populares, Cajazeiras-PB, 58900-000, Fone: 3532-2075, horário de atendimento das 8:00h às 13:00h. O CEP/CFP/UFCG é um comitê, formado por professores e representantes da sociedade, que delibera sobre pesquisas envolvendo seres humanos na região de Cajazeiras e adjacências.

O participante declara que leu este termo de consentimento e que concorda em participar da pesquisa.

Cajazeiras-PB, ___/___/_____

Assinatura do responsável do participante: _____

Assinatura do pesquisador responsável: _____

Pesquisador responsável: Heydson Henrique Brito da Silva

Professor Doutor, lotado na UACEN/CFP/UFCG – área de Física

Endereço Profissional: Sala 5 do Ambiente de Professores Maria Ilzanete (CFP/UFCG)

Horário disponível: 08:00h às 17:00h (segunda-feira a sexta-feira)

Endereço pessoal: Rua Severina Mariz, 78, Colorado, Cajazeiras-PB

Fone: (83) 99984-0716 / e-mail: heydson.brito@ufcg.edu.br

ANEXOS

ANEXO A: PARECER DE APROVAÇÃO DO CEP/UFMG

UFMG - CENTRO DE FORMAÇÃO DE
PROFESSORES - CAMPUS DE
CAJAZEIRAS DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE CAMPINA GRANDE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: DO CALÓRICO A TEORIA ATUAL DO CALOR: UMA ABORDAGEM HFC NA ESCOLA CIDADÃ INTEGRAL

Pesquisador: Heydson Henrique Brito da Silva

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 38218620.3.0000.5575

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.322.323

Apresentação do Projeto:

O presente projeto tem como finalidade a elaboração de Trabalho de Conclusão de Curso, no que se diz respeito ao ensino de calor e temperatura na educação básica e a construção desse conhecimento ao longo da história humana. O objetivo central aqui será o de usar uma abordagem Histórica e Filosófica da Ciência (HFC) para o ensino da Física, discutindo alguns aspectos da Natureza da Ciência (NdC), ao passo que os conceitos físicos tomam significado. A Ciência e o Ensino da Física se baseiam em observações e inquietações (uma teoria científica não surge do nada, por exemplo), e essa abordagem nos remete à quebra de paradigmas que se voltam às descobertas científicas e suas revoluções, desmistificando a ideia de um único método científico, passado para os alunos como uma verdade imutável, criado instantaneamente de fatos atemporais. A aplicação deste trabalho remete a NdC em uma perspectiva ampla e enriquecedora para o ensino de física de uma turma de segundo ano do ensino médio na Escola Cidadã Integral Estadual de Ensino Fundamental e Médio Professor Crispim Coelho, cidade de Cajazeiras, sertão da Paraíba, mostrando os processos envolvidos na criação científica. Na realização deste trabalho será trabalhado a HFC fazendo uma interligação do conteúdo de calor com alguns episódios históricos (a determinação do equivalente mecânico do calor, a atribuição do “Joule” como unidade para energia, a importância de Rumford na evolução da teoria do calor e a confecção do

Endereço: Rua Sérgio Moreira de Figueiredo, s/n

Bairro: Casas Populares

UF: PB

Telefone: (83)3532-2075

CEP: 58900-000

Município: CAJAZEIRAS

E-mail: cepcfufcgcz@gmail.com

UFCG - CENTRO DE FORMAÇÃO DE
PROFESSORES - CAMPUS DE
CAJAZEIRAS DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE CAMPINA GRANDE



Continuação do Parecer: 4.322.323

Termoscópio de Galileu), desenvolvendo uma prática de ensino que não seja isolada e descontextualizada.

Objetivo da Pesquisa:

Usar um ensino de abordagem construtivista, por meio da História e Filosofia da Ciência, no conteúdo de Termologia, na Escola Cidadã Integral Estadual de Ensino Fundamental e Médio Professor Crispim Coelho (Cajazeiras-PB) e verificar a mudança conceitual dos alunos sobre Calor e Temperatura.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: devido à natureza desta pesquisa, poderá apenas ocorrer um pequeno constrangimento do participante ao responder o questionário apresentado;

Benefícios: devido à natureza desta pesquisa, poderá apenas ocorrer um pequeno constrangimento do participante ao responder o questionário apresentado.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto de pesquisa apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Física junto a Unidade Acadêmica de Ciências Exatas e da Natureza do Centro de Formação de Professores da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial ao desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os documentos estão apresentados de forma adequada.

Recomendações:

Não há recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Considerando o que foi exposto, sugerimos a APROVAÇÃO do projeto DO CALÓRICO A TEORIA ATUAL DO CALOR: UMA ABORDAGEM HFC NA ESCOLA CIDADÃ INTEGRAL.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO P	18/09/2020		Aceito

Endereço: Rua Sérgio Moreira de Figueiredo, s/n

Bairro: Casas Populares

UF: PB

Telefone: (83)3532-2075

CEP: 58900-000

Município: CAJAZEIRAS

E-mail: cepcfpufcgcz@gmail.com

UFCE - CENTRO DE FORMAÇÃO DE
PROFESSORES - CAMPUS DE
CAJAZEIRAS DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE CAMPINA GRANDE



Continuação do Parecer: 4.322.323

Básicas do Projeto	ETO_1632950.pdf	11:17:29		Aceito
Folha de Rosto	folharostopreenchida.pdf	18/09/2020 11:14:15	Heydson Henrique Brito da Silva	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.pdf	17/09/2020 14:39:16	Heydson Henrique Brito da Silva	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	17/09/2020 14:39:03	Heydson Henrique Brito da Silva	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto.pdf	17/09/2020 14:38:39	Heydson Henrique Brito da Silva	Aceito
Orçamento	orcamento.pdf	17/09/2020 14:38:22	Heydson Henrique Brito da Silva	Aceito
Declaração de Pesquisadores	termodados.pdf	17/09/2020 14:38:02	Heydson Henrique Brito da Silva	Aceito
Declaração de Pesquisadores	termocomprom.pdf	17/09/2020 14:37:40	Heydson Henrique Brito da Silva	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	anuencia.pdf	17/09/2020 14:37:29	Heydson Henrique Brito da Silva	Aceito
Cronograma	cronograma.pdf	17/09/2020 14:36:48	Heydson Henrique Brito da Silva	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CAJAZEIRAS, 06 de
Outubro de 2020

Assinado por:
Paulo Roberto de Medeiros
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Sérgio Moreira de Figueiredo, s/n
Bairro: Casas Populares
UF: PB
Telefone: (83)3532-2075

CEP: 58900-000
Município: CAJAZEIRAS
E-mail: cepcfpufcgcz@gmail.com

64