

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

ADENAURO MARTINI

**ESTUDO DA FÍSICA TÉRMICA A PARTIR DA CONSTRUÇÃO DE UMA
CHOCADORA ELÉTRICA: APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS**

MEDIANEIRA
2021



ADENAURO MARTINI

**ESTUDO DA FÍSICA TÉRMICA A PARTIR DA CONSTRUÇÃO DE UMA
CHOCADORA ELÉTRICA: APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS**

**Study of Thermal Physics from the construction of an electric brooder:
learning based on projects**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Dra. Elizandra Sehn

MEDIANEIRA

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica
Federal do Paraná Campus
Medianeira



ADENAURO MARTINI

ESTUDO DA FÍSICA TÉRMICA A PARTIR DA CONSTRUÇÃO DE UMA CHOCADORA ELÉTRICA: APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Física na Educação Básica.

Data de aprovação: 17 de dezembro de 2021

Prof.a Elizandra Sehn, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Cesar Vanderlei Deimling, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Fábio Ramos Da Silva, Doutorado - Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Paraná (Ifpr)

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço, em especial, à Sociedade Brasileira de Física pela oportunidade do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, possibilitando que os professores de Física deste país melhorem a sala de aula de forma efetiva.

À minha orientadora Profa. Dra. Elizandra Sehn, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória, por acreditar no meu potencial e me incentivar no desenvolvimento de minhas habilidades durante a pesquisa. Gratidão pela paciência e por me atender sempre prontamente.

Aos meus colegas de sala, em especial aos meus companheiros de viagem à Medianeira: Josemar, Débora e José Adriano. Obrigado pela parceria, amizade e colaboração.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, em especial aos meus filhos Andrey Daniel e Anny Carolina, a minha amiga e ex esposa Iraides, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil chegar até aqui.

Agradeço também aos outros profissionais da Física e da Educação no qual tenho muito apreço e admiração em especial, ao meu amigo professor Dr. Everton Ricardo Lozano que muito me incentivou. Obrigado pelos conselhos, auxílio nas correções, sugestões e orientações valiosas, que corroboraram para o bom desempenho desse trabalho. És um profissional e um ser humano inspirador.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa. Vocês moram no meu coração. Muito obrigado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Grato pelo incentivo e apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

“Ensinar não é transferir conhecimento, mas
criar as possibilidades para a sua própria
produção ou a sua construção.”
(PAULO FREIRE, 1981).

RESUMO

Estudantes do Ensino Médio na Escola do Campo, em sua maioria, apresentam dificuldades em compreender e relacionar os conteúdos de física trabalhados em sala de aula com a sua realidade, o que conseqüentemente pode promover desinteresse, evasão, reprovação e diminuição da aprendizagem. Neste contexto, foi desenvolvida uma seqüência de atividades com o objetivo do estudo do calor e da temperatura a partir da construção de uma chocadeira elétrica, utilizando a metodologia da Aprendizagem Baseado em Projetos, focando na aprendizagem significativa. A seqüência de atividades foi aplicada para estudantes de uma turma de 2ª série do Ensino Médio de uma escola de campo. Com o auxílio e análise do pré e pós testes aplicados à turma, observou-se que a apropriação dos conteúdos se deu de maneira mais efetiva do que pelo método tradicional. A construção da chocadeira elétrica caseira, possibilitou aos estudantes confrontarem questões e problemas mais significativos e desafiadores do mundo real. A busca por soluções a partir do trabalho cooperativo também contribuiu para o desenvolvimento de habilidades e principalmente da capacidade de envolver os estudantes na resolução de problemas. Os resultados obtidos mostraram que a abordagem da metodologia ativa aliada ao contexto em que o aluno se encontra, potencializa e facilita uma aprendizagem mais significativa dos conceitos e fenômenos físicos, neste caso conceitos relacionados ao calor e temperatura.

Palavras-chave: estudo do calor; chocadeira elétrica; aprendizagem baseada em projetos; aprendizagem significativa.

ABSTRACT

Mostly part of the high school students at Rural Schools have understanding and linking difficulties related to Physics knowledge contents worked in the class and their own reality; consequently, this condition may result in learning decline, disinterest, evasion, and failure. In this context, using the Methodology of Learning Based on Projects, an activity sequence was developed aiming to study the heat and temperature with the construction of an electrical poultry incubator. The activity sequence was implemented with the students from second-grade high school at the rural school. Through the assistance and analysis pre and post applied to the class group, it was observed, after the comparison, that the content appropriation was carried out more effectively than through the traditional method. The home electrical poultry incubator construction has allowed students to face more significant and challenging problems and issues from the real world. The search for solutions based on cooperative work also contributed to the development of skills and especially the ability to involve students in problem-solving. The obtained results have shown that the active methodology approach combined with the context in which the student is and lives enhances and facilitates significantly the learning process related to the concepts and physical phenomena, in this case, concepts concerned with heat and temperature.

Keywords: heat study; electrical poultry incubator; project-based learning; meaningful learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sentido da propagação de calor por condução.....	38
Figura 2 - Processos de transferência de calor no interior da chocadeira elétrica.....	39
Figura 3 - Propagação de calor por convecção de maneira natural.	41
Figura 4 - Propagação de calor por radiação.....	43
Figura 5 - Representação esquemática da garrafa térmica.....	44
Figura 6 - Chocadeira com revestimento em madeira.....	49
Figura 7 - Chocadeira com revestimento em papelão.....	49
Figura 8 - Chocadeira com revestimento em isopor.....	50
Figura 9 - Ovoscópio.....	50
Figura 10 - Revestimento interno da chocadeira.	56
Figura 11 - Colocação da tela e grelha de proteção na chocadeira.	57
Figura 12 - Aberturas para ventilação e visualização do espaço interno.	58
Figura 13 - Furos para oxigenação e saída de calor.....	58
Figura 14 - Colocação de recipientes com água na parte inferior da chocadeira.	59
Figura 15 - Instalação das lâmpadas.....	59
Figura 16 - Instalação do termostato e higrômetro.	60
Figura 17 - Recursos para melhorar a umidade desejada.....	60
Figura 18 - Movimentação dos ovos.....	61
Figura 19 - Pré-teste mapa mental 1	66
Figura 20 - Pré-teste mapa mental 2	66
Figura 21 - Pré-teste mapa mental 3	67
Figura 22 - Pré-teste mapa mental 4	68
Figura 23 - Cartaz produzido coletivamente para diferenciar calor e temperatura.....	70
Figura 24 - Processos de transferência de calor.....	71
Figura 25 - Como ocorre a transferência de calor.....	72
Figura 26 - Como ocorre a transferência de calor.....	72
Figura 27 - Garrafa térmica	73
Figura 28 - Resultado obtido na atividade realizada em duplas sobre calor	74
Figura 29 - Kit eletrônico: higrômetro/termostato com sensor	77
Figura 30 - Chocadeira 01 confeccionada pelos estudantes da equipe 01.....	78
Figura 31 - Chocadeira 02 confeccionada pelos estudantes da equipe 02.....	78
Figura 32 - Chocadeira 03 confeccionada pelos estudantes da equipe 03.....	79
Figura 33 - Chocadeira 04 confeccionada pelos estudantes da equipe 04.....	79
Figura 34 - Chocadeira 05 confeccionada pelos estudantes da equipe 05.....	80

Figura 35 - Registro do nascimento dos primeiros pintinhos na chocadeira caseira.....	81
Figura 36 - Mapa mental aluno X	83
Figura 37 - Mapa mental aluno Y	84
Figura 38 - Mapa mental aluno Z.....	85

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 REFERENCIAL PEDAGÓGICO	15
3.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	15
3.2 METODOLOGIAS ATIVAS	21
3.3 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS	22
4 TEMPERATURA E CALOR	26
4.1 CONTEXTO HISTÓRICO DE CALOR	26
4.2 TEMPERATURA <i>versus</i> CALOR	29
4.3 ABSORÇÃO DE CALOR POR SÓLIDOS E LÍQUIDOS	33
4.3.1 Capacidade Térmica.....	33
4.3.2 Calor específico	35
4.4 PROCESSOS DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR	37
4.4.1 Condução	37
4.4.2 Convecção.....	40
4.4.3 Radiação	42
4.5 CHOCADORA ELÉTRICA.....	44
5 METODOLOGIA	51
5.1 SÍNTESE DAS ATIVIDADES	52
5.3 CONSTRUÇÃO DA CHOCADORA	55
5.2.1 Manual de construção da chocadeira	56
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
6.1 QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO.....	62
6.2 AVALIAÇÃO DOS PRÉ-CONCEITOS - MOMENTO 1	65
6.3 ANÁLISE DO MOMENTO 2	69
6.4 ANÁLISE DO MOMENTO 3	73
6.5 ANÁLISE DO MOMENTO 4	75
6.6 ANÁLISE DO MOMENTO 5	76
6.7 ANÁLISE DO MOMENTO 6 – PÓS TESTE	82
7 CONCLUSÃO	89
REFERÊNCIAS	91
APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL	94

1 INTRODUÇÃO

O município de São João, localizado no sudoeste do Paraná, tem sua origem ligada à fertilidade de suas terras e à madeira em abundância. Estes foram os principais motivos que levaram a comunidade até então, pouco conhecida, à sua emancipação no ano de 1960. Atualmente, a cidade possui sua economia baseada na agricultura e pecuária, sendo berço de importantes instituições e empresas deste setor.

Segundo o IBGE (2019), estima-se que o município de São João tinha 10.241 habitantes em 2020, dos quais, aproximadamente 5.419 vivem na zona rural. Economicamente, o município possui dependência significativa do setor primário (54,8%), representados por: agricultura familiar, latifundiários e pecuaristas (produção de leite e carne). No âmbito educacional, o município conta com 11 escolas, sendo oito delas localizadas nos distritos do município que ofertam a modalidade Educação do Campo para crianças e adolescentes da Educação Infantil ao ensino Fundamental e, apenas uma delas oferta Ensino Médio.

Em 2001 concluí o curso de Licenciatura em Física e tive o privilégio de atuar numa destas escolas do campo, no Colégio Estadual do Campo São Luís – Ensino Fundamental e Médio, onde trabalho até os dias de hoje como professor de Física nas três turmas de Ensino Médio. O colégio atende em torno de 125 alunos, cerca de 80% deles residem no campo. Cabe salientar que a Educação do Campo está relacionada à vida no campo e de acordo com Sassi (2014, p.28) o ensino deve contemplar a realidade da escola, conhecendo-se o local, a cultura e as expectativas da comunidade. Nesse viés, o ensino da Física na Educação do Campo também deve estar voltado à formação de sujeitos que, em sua formação e cultura, agreguem a visão de natureza, das produções e de suas relações do cotidiano no campo.

Ao longo da caminhada como professor da disciplina de Física, constatou-se dificuldades por grande parte dos estudantes na compreensão de conceitos físicos e em relacionar esses conhecimentos teóricos trabalhados em sala de aula com a sua prática. Não é raro ouvir dos próprios alunos durante as aulas,

questionamentos do tipo: “Mas onde é que eu vou usar isso, professor?” ou “Por que temos que estudar esse conteúdo?”

Ao deparar com esta realidade, foram inevitáveis algumas inquietações, como: que conteúdos priorizar? Como relacionar estes conteúdos com o cotidiano dos estudantes? De que modo possibilitar a aprendizagem mais significativa, garantindo a construção dos conhecimentos científicos na disciplina de Física?

Ao considerar que os estudantes estão inseridos, em sua maioria, no meio rural e que possuem conhecimentos prévios sobre diversas situações cotidianas é importante a valorização desse histórico e a utilização de recursos concretos para significar situações de aprendizagem de conteúdos de Física.

Após esta constatação, foi necessário buscar alternativas para possibilitar a transformação no processo de ensino e aprendizagem, juntamente com outros professores, na possibilidade de unir teoria e prática por meio de metodologia ativa de aprendizagem.

A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) é uma estratégia em que os alunos trabalham em grupo na investigação e resolução de problemas, com objetivos bem definidos que contemplam os conteúdos previstos ao longo do projeto. A estrutura dessa metodologia leva os alunos a construir conceitos científicos em um âmbito contextualizado por um problema que imita o mundo real (SOUZA, 2010).

Diante desse contexto, levando em consideração o histórico dessa realidade, a experiência profissional na escola do campo e a necessidade de uma educação voltada às necessidades dos estudantes, a proposta deste trabalho foi a construção de uma chocadeira elétrica com materiais de baixo custo por meio de um projeto interdisciplinar.

Para a construção de uma chocadeira de fabricação caseira, alguns conhecimentos de Física, em especial de Termodinâmica/Calorimetria são de grande importância. Inicialmente deve-se definir os tipos de materiais para o revestimento da chocadeira. LANGE et al, (2011) sugere material de fácil isolamento térmico das paredes (contraplacado, fibras de vidro, madeira, papelão, isopor, plástico), com uma porta na parte dianteira, uma tampa na parte de cima e orifícios para facilitar a ventilação.

Importante destacar que bons isolantes térmicos são os materiais que conduzem o calor com mais dificuldade, ou seja, que possuem baixa condutividade térmica. Identificar e diferenciar os bons e maus condutores de calor, conhecer o calor específico e a capacidade térmica de alguns materiais podem auxiliar significativamente na escolha do material a ser utilizado no revestimento da chocadeira e nos resultados a serem obtidos no final do processo.

Além disso, vários aspectos físicos e conteúdos relacionados à Termodinâmica podem ser contemplados ao longo da construção da chocadeira como: temperatura e calor, termometria, condutores e isolantes térmicos, processos de transferência de calor, umidade do ar, movimentação dos ovos, a construção e funcionamento do ovoscópio, transformações de energia e conceitos de eletrodinâmica.

A incubação artificial de ovos ainda é uma tecnologia utilizada por grandes produtores e empresas. No entanto, quando adaptada pode se tornar acessível aos agricultores familiares, inclusive o uso de chocadeiras comunitárias e constituir uma ferramenta que irá potencializar a produção de galinhas caipiras.

Boas taxas de eclosão dependem dos cuidados na produção e manejo dos ovos embrionados (SÁ et al, 2017), que por sua vez são relacionados a conceitos de Física. Além de ovos de galinha, a incubadora pode ser empregada para chocar ovos de outras espécies de aves, inclusive de alguns répteis.

O projeto foi desenvolvido com os estudantes da 2ª série do ensino médio de uma escola do campo e contemplou durante o processo os conteúdos de termodinâmica, em especial os conceitos de temperatura e calor bem como alguns fenômenos relacionados a estas grandezas físicas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desse trabalho consiste em desenvolver uma proposta para o estudo do calor e da temperatura a partir da construção de uma chocadeira elétrica. Com a abordagem da metodologia da Aprendizagem Baseado em Projetos buscar potencializar a aprendizagem de maneira mais significativa

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mapear os possíveis conhecimentos prévios dos alunos por meio das atividades elencadas;
- Propor o estudo de conceitos de temperatura e calor a partir dos conhecimentos prévios averiguados;
- Construir uma chocadeira elétrica de baixo custo aplicando de maneira ativa os conceitos e conhecimentos abordados como elemento motivador de aprendizagem;
- Relacionar os conhecimentos teóricos ao cotidiano dos estudantes, favorecendo a aprendizagem significativa;
- Avaliar qualitativamente por meio de mapa mental a aprendizagem dos estudantes.

3 REFERENCIAL PEDAGÓGICO

3.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Uma das teorias muito conhecidas e bastante utilizada no Brasil é a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Um modelo teórico que traz contribuições importantes tanto para o ensino como para a aprendizagem.

Enquanto profissionais da educação, um aspecto bem relevante no processo de aprendizagem e que merece atenção é o conhecimento acerca do contexto onde estão inseridos os estudantes, seja ele social, cultural ou cognitivo. Esse conhecimento é importante, pois ele auxilia na definição do modelo de aprendizagem a ser adotada pelo professor.

Para David Paul Ausubel (1918-2008), professor e médico-psiquiatra que dedicou sua carreira acadêmica à Psicologia Educacional, um dos pontos mais interessantes e que mais influencia a aprendizagem do educando é aquilo que ele traz consigo, o que ele já sabe. É tarefa do professor identificar isso e tomar como apoio para ensinar (MOREIRA, 1999).

Quando o professor consegue aproximar as novas ideias e informações à realidade do estudante esse conhecimento começa a fazer sentido e se torna mais significativo. Ausubel define a Aprendizagem Significativa como:

[...] um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, esse processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo (AUSUBEL, 1982 apud MOREIRA, 1999, p.155).

Segundo o autor, a aprendizagem significativa ocorre quando essa nova informação se apoia numa estrutura já existente, quando ela se ancora num conhecimento que o estudante já possui, denominado por ele de conceito subsunçor.

Em Física, por exemplo podemos relacionar essa ideia com a aprendizagem do conceito de calor. É preciso que o aprendiz tenha um certo domínio do conceito de Temperatura (conceito subsunçor) para poder relacionar o conhecimento novo e fazer relações entre eles.

Em sua teoria de aprendizagem, Ausubel (1982) defende fortemente a valorização e abordagem dos conhecimentos prévios dos estudantes por parte do professor, onde esses conhecimentos são relacionados a outras estruturas, hipóteses e novas expectativas são criadas.

Esses conhecimentos preexistentes ou conceitos subsunçores, propostos na teoria de Ausubel, podem ser muito desenvolvidos ou limitados. Isso depende da frequência com que ocorre a aprendizagem significativa em conjunção com um conceito preexistente (MOREIRA, 1999). Para ele, quanto mais o indivíduo souber, mais condições ele tem para aprender.

Ausubel reforça que:

a essência do processo de aprendizagem significativa é que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira substantiva (não-literal) e não arbitrária ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante para a aprendizagem dessas ideias. [...] (AUSUBEL 1978, p. 41)

Percebe-se que a aprendizagem é tão mais significativa à medida que o novo conhecimento é incorporado e adquire relação com as estruturas de conhecimentos preexistentes de um estudante. Essa nova informação terá relevância se ela estiver ancorada em um conhecimento já existente. Ausubel (1982), afirma que só é válida a aprendizagem para o estudante, quando ele consegue ampliar e reconfigurar aquilo que ele recebe.

É importante o professor ter contato com essas ideias e conceitos que os estudantes trazem, para ancorar os novos conhecimentos, dando sentido, significado aos novos conhecimentos.

O levantamento dessas informações relativas aos conhecimentos prévios pode ser obtido por meio de questionários, entrevistas, testes, mapas mentais e também questionamentos orais feitos diretamente ao estudante. Cabe ao professor escolher o meio mais apropriado dependendo da situação, sempre antes de apresentar qualquer conteúdo novo.

Do ponto de vista de Ausubel, a aprendizagem dos conceitos é facilitada quando as ideias mais amplas, os elementos mais gerais, são introduzidas primeiramente, e depois, então esse conceito é progressivamente diferenciado. O

professor deve levar isso em consideração ao programar o conteúdo a ser trabalhado (AUSUBEL, 1982, apud MOREIRA, 1995).

Sobre estes conceitos, Moreira (1995) afirma que, quando o estudante aprende um novo conceito por meio da interação e ancoragem em um conceito preexistente, este se modifica. O quão maior for a ocorrência dessa interação é que determina o que Ausubel chama esse processo de diferenciação progressiva do conceito subsunçor, processo este presente e caracteriza a aprendizagem significativa.

Uma técnica que pode ser abordada pelo docente para a aprendizagem e que favorece o relacionamento dos conceitos subsunçores com os novos conhecimentos é o uso de mapas mentais. Num sentido mais amplo, Galante (2013, apud BUZAN, 1996) define um mapa mental como sendo uma ferramenta pedagógica de organização de ideias por meio de palavras-chave, cores e imagens em uma estrutura que se irradia a partir de um centro.

Para o autor, trata-se de um instrumento poderoso pois ao desenhar um mapa mental a aprendizagem é beneficiada, e conseqüentemente há um aprimoramento da produtividade pessoal.

Conforme a proposta de Buzan (1996) a construção de um mapa mental, se apoia no encadeamento hierarquizado das informações de maneira não linear com formatação gráfica, colorida e contendo ilustrações que auxiliam na memorização e no aprendizado dos conteúdos abordados.

Os mapas mentais são representações de aprendizagem que demandam a utilização de uma linguagem mais livre, menos próxima da linguagem literal dos livros e das aulas, trazendo mais informações sobre a maneira como o estudante compreende os conceitos, podendo revelar os subsunçores.

Esta observação de Buzan coincide com o Construtivismo Piagetiano onde ele afirma que quanto mais e melhores forem as interações que os indivíduos tiverem com o mundo, mais capazes serão de criar conhecimentos sofisticados. Portanto, a qualidade das interações é responsável pela passagem de um estado de menor conhecimento para um maior, que por sua vez, depende das estratégias pedagógicas apropriadas e de como elas são conduzidas.

Partindo desse pressuposto, Ausubel, autor da teoria da aprendizagem significativa considera fundamental para esse processo dois pressupostos:

primeiro, que o estudante sempre traz algum aprendizado ao chegar à escola e isso deve ser levado em conta, porque ela não chega de maneira vazia e, segundo, considerar aquilo que ela tem e ampliar com as informações que o professor, os livros e que o contexto social pode fornecer. Fazendo a junção desses dois aspectos, pode-se chegar à ampliação e reconfiguração das estruturas cognitivas já existentes (MOREIRA, 1982).

Moreira (1982) destaca duas condições necessárias para que ocorra a aprendizagem significativa:

a) Disposição para aprender: É preciso que o aprendiz manifeste um interesse em relacionar de maneira substantiva e não arbitrária o material novo, dito potencialmente significativo aos seus conceitos subsunçores. Ele tem que ter disposição para aprender e o papel do professor é o de acolher as ideias prévias dos alunos e construir assim situações de aprendizagens significativas. É preciso manter o aluno motivado, que ele se sinta parte daquela aprendizagem e se identifique com o novo conteúdo.

b) Conteúdo significativo: o material a ser utilizado no processo de aprendizagem deve ser potencialmente significativo. Sobre essa condição, Moreira destaca:

[...] o material a ser aprendido seja relacionável (ou incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não-arbitrária e não literal. Um material com essa característica é dito potencialmente significativo. Essa condição implica não só que o material seja suficientemente não-arbitrário em si, de modo que possa ser aprendido, mas também que o aprendiz tenha disponível em sua estrutura cognitiva os subsunçores adequados. (MOREIRA, 1999, p.156)

O docente é o responsável pela mediação, atribuindo significado do material para o aluno. O autor reforça que, mesmo o material a ser aprendido sendo potencialmente significativo, não é garantia de uma aprendizagem significativa, se a disposição do aprendiz for apenas memorização, arbitrária e literal, a aprendizagem será mecânica. Da mesma forma que mesmo o indivíduo apresentando disposição, a aprendizagem poderá não ser significativa, se o material não for potencialmente significativo (MOREIRA, 1995).

De acordo com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, Moreira (1995) reforça que é papel do professor oferecer ao aluno contextos e situações

próximos à realidade do aprendiz para facilitar a construção de sentido sobre aquilo que vai ensinar.

Dessa forma, não é suficiente ter em mãos apenas um material significativo para que uma aula seja considerada potencialmente significativa. Um grande esforço do professor deve ser o de auxiliar o aprendiz a assimilar a estrutura apresentada e reorganizar a sua estrutura cognitiva já existente, mediante a compreensão de novos significados.

A Aprendizagem significativa proposta por Ausubel é vantajosa em relação a aprendizagem mecânica. Dentre as principais vantagens estão: os conhecimentos são aprendidos por um tempo maior; o aluno é ativo por um tempo mais longo; as informações assimiladas resultam num aumento, numa ampliação de informações a partir da ancoragem das novas ideias nas mais simples; essa aprendizagem pode ser aplicada em outros contextos, na sua vida cotidiana ou para adquirir novos conhecimentos; e as informações, mesmo que esquecidas, depois de assimiladas, têm efeito residual, dependendo do uso desses conceitos, mas uma vez retomadas essas ideias o aprendiz tem condições de lembrar.

É relevante considerar as experiências já vivenciadas pelo aluno anteriormente. Isto justifica a importância de o professor em sua prática pedagógica, levar também em consideração os aspectos sociais, históricos e culturais da realidade dos quais seus estudantes estão inseridos.

A Base Nacional Curricular Comum (BNCC) em documento publicado pelo Ministério da Educação sobre a nova proposta curricular nacional, enfatiza que as instituições de ensino devem “contextualizar os conteúdos dos componentes curriculares, identificando estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, com base na realidade do lugar e do tempo nos quais as aprendizagens estão situadas” (BRASIL, 2018)

Considerando que a escola precisa trabalhar e levar em conta esse conhecimento prévio e as experiências dos alunos, as aulas se tornarão mais atrativas e menos alheias aos seus interesses. Cabe ao professor buscar alternativas que conduzam os estudantes a um aprendizado construído e familiarizado às suas experiências de vida.

Uma alternativa que pode contribuir e potencializar uma aprendizagem significativa, inclusive nos conhecimentos de Física, é a abordagem da metodologia

de Aprendizagem Baseada em Projetos. Ela potencializa o trabalho colaborativo, o desenvolvimento de habilidades e tem seu foco na resolução de problemas reais colocando o estudante como protagonista da sua própria aprendizagem.

3.2 METODOLOGIAS ATIVAS

Tradicionalmente se conhece o ensino e a aprendizagem como o processo pelo qual o professor transmite os seus conhecimentos aos alunos. Ele é visto como o detentor do conhecimento, o principal protagonista do processo e os estudantes passivamente aprendem ouvindo o professor. Porém, existem algumas alternativas que invertem esse cenário e colocam o aluno no centro do processo, tornando-o mais participativo e que complementam essa forma tradicional de ensinar e aprender, são as denominadas metodologias ativas de aprendizagem.

Como o próprio nome sugere, as metodologias ativas colocam o aluno como sujeito mais ativo no processo de aprender, ao invés de ficar sentado numa cadeira ouvindo professor.

Para José Moran (2017), as metodologias ativas são estratégias de ensino que focam na participação efetiva dos estudantes durante a construção do processo de aprendizagem de forma interligada e flexível. Essa abordagem traz contribuições relevantes para a representação de soluções reais para os aprendizes dos dias de hoje.

As metodologias ativas de aprendizagem não substituem os métodos tradicionais de ensino, elas devem complementar, diferenciar, oferecer novas oportunidades para os estudantes. O papel do professor dentro desse contexto, segundo Moran (2017), é o de um mediador avançado e não se encontra centrado no papel de transmissões de informações. Cada vez mais se compara esse papel como o de um *coach*, a pessoa que auxilia, ajuda, orienta os estudantes em seu aprendizado.

São várias as possibilidades de Metodologias Ativas, com potencial de levar os estudantes a aprendizagens para a autonomia. Dentre as mais conhecidas estão: o estudo de caso, o método de projetos, a metodologia da problematização, sala de aula invertida, gamificação, mão na massa e ensino híbrido.

Os benefícios do trabalho com as metodologias ativas são muitos, inclusive par aos professores, uma vez que elas promovem mais satisfação com as aulas possibilitando desenvolver melhor a prática pedagógica e com menos interrupções nas suas aulas

Além disso elas fortalecem a confiança, a autonomia, a criatividade e os estudantes aprendem a trabalhar melhor com a colaboração, empatia e responsabilidade.

3.3 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

Uma das metodologias ativas muito conhecida e difundida no âmbito da prática pedagógica, que atualmente tem ganhado destaque neste cenário por colocar o estudante como protagonista do processo de aprendizagem é a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP).

Grandes desafios são enfrentados anualmente por escolas no mundo todo na busca de modelos de ensino mais eficientes, com orçamentos reduzidos e que permitam que os estudantes confrontem situações do seu cotidiano, ou seja, do mundo real, que consideram significativos abordando-os cooperativamente na busca de soluções.

Muitos estudiosos da área têm apontado a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) com uma abordagem de ensino com resultados satisfatórios resultando em bons níveis de desenvolvimento, engajamento e desempenho dos estudantes (BENDER, 2014).

A origem desse trabalho pedagógico com projetos costuma ser relacionada ao ensino por investigação e influenciada pelas ideias do pedagogo americano Jhon Dewey. Jorge Santos Martins define o termo “projeto” como:

Etimologicamente, o termo projeto vem de “projetar”, que quer dizer arremessar, atirar para longe, por extensão, delinear, planejar algo que se quer realizar. Em sentido amplo, “projeto é o caminho que uma pessoa quer seguir para realizar alguma coisa”. (MARTINS, 2007, p.32)

Dewey defendia a ideia de que o projeto deveria ser uma iniciativa conjunta entre o estudante e o professor como uma atividade intencional (KNOLL, 1997, *apud* PASQUALETTO, 2017). Para ele, o projeto não deveria ser o objetivo final do processo educacional e sim o meio utilizado para a aprendizagem.

Bender (2014, p.86) define a metodologia de aprendizagem baseada em

projetos como sendo “um modelo de ensino em que consiste em permitir que os alunos confrontem as questões e os problemas do mundo real que consideram significativos” e agindo cooperativamente buscam em conjunto as soluções.

A ABP é uma metodologia que tem demonstrado bons resultados no desenvolvimento de habilidades, principalmente a capacidade de envolver os estudantes na resolução de problemas reais. Para Bender,

[...] A ABP pode ser definida pela utilização de projetos autênticos e realistas, baseados em uma questão, tarefa ou problema altamente motivador e envolvente, para ensinar conteúdos acadêmicos aos alunos no contexto do trabalho cooperativo para a resolução de problemas. (BENDER, 2014, p. 15)

Segundo o autor, essa característica permite criar em sala de aula algumas situações de aprendizagem mais envolventes e desafiadoras, experiências que ao serem vivenciadas pelos estudantes geram, de fato, impactos com resultados positivos em suas vidas. Assim, a utilização da APB contribui no desenvolvimento de habilidades úteis e necessárias ao mercado atual.

A abordagem da ABP é considerada uma tarefa desafiadora, Bender (2014) afirma que a elaboração de projetos nunca deve ser de forma ingênua. Ela exige uma atenção cuidadosa principalmente por parte do professor, no que diz respeito aos componentes essenciais de um projeto. Para o autor, os principais componentes são:

a) Uma âncora do projeto: refere-se a algum tipo de apoio para introduzir um projeto e para estimular os estudantes a se interessarem pelo assunto. Elas podem ser desde uma simples narrativa, trechos de um filme, vídeos, noticiários, uma reportagem que descreva uma questão a ser considerada. O objetivo maior da âncora é despertar o interesse dos educandos. Ela deve proporcionar um bom motivo para que os estudantes queiram realizar um projeto ou solucionar um problema real.

b) Uma questão motriz: A questão motriz é o foco principal do projeto, ela pode ser desenvolvida com antecedência pelo professor. Em conjunto com a âncora, a questão motriz deve tanto despertar o interesse dos estudantes quanto focar seus esforços nas informações específicas de que eles necessitam para resolver um problema. A ideia dela é motivar os estudantes e ajudá-los a delinear

parâmetros que orientem o seu trabalho. A questão motriz deve estimular outras questões mais específicas. Resumidamente seria uma boa pergunta que orienta o desenvolvimento do projeto.

c) Voz e escolha do aluno: Para se obter a participação ativa e apropriação do projeto, é crucial a escolha do aluno em realizar algumas experiências que fazem parte do projeto. Além disso, quando os estudantes veem que estão tratando de um problema do mundo real e buscando uma solução real, eles ficam ainda mais motivados. A quantidade de escolhas que devem ser oferecidas aos alunos pode ser determinada pelo nível de experiências anteriores com ABP.

d) Processos de investigação e pesquisa: Vários procedimentos de ensino podem ser utilizados pelos professores na fase de investigação do processo da ABP. O professor assume o papel de facilitador e usar todos os meios disponíveis para estimular a investigação e recompensar o pensamento inovador a medida que os alunos avançam em sus processos de planejamento, pesquisa e desenvolvimento dos artefatos.

e) Cooperação e trabalho em equipe: Saber trabalhar em conjunto na busca de uma solução de um problema, é uma das mais importantes habilidades que os estudantes podem desenvolver adquiridas na ABP para cenário atual em que vivemos. Procedimentos de ensino como a instrução cooperativa, a tutoria de colegas e o ensino recíproco caracterizam a ABP.

f) Oportunidades para reflexão: É uma poderosa ferramenta para a melhoria do próprio trabalho. É importante o professor criar essas oportunidades em praticamente todos os proponentes do modelo de ensino ABP. Estruturar esses momentos para o pensamento reflexivo prepara os estudantes para que desenvolvam mais ativamente habilidades desse tipo de pensamento. Também é fortemente recomendado a reflexão individual por meio de registros em diário.

g) Feedback e revisão: É um componente crucial do ensino na ABP e como o professor desempenha o papel de facilitador é importante reservar momentos para dar feedbacks individuais e para o grupo. Estes, devem ser baseados em avaliações feitas pelo professor, auto avaliações e avaliações de colegas. O ensino por ABP proporciona muitas oportunidades para essas avaliações. A oportunidade de refazer ou revisar um artefato também é de extrema importância, já que os estudantes

sabem que seu trabalho terá um resultado autêntico e será publicado de alguma forma para turma ou escola.

h) Apresentações públicas dos resultados do projeto: Os projetos na ABP devem ser exemplos autênticos do tipo de problemas enfrentados no cotidiano dos estudantes, de modo que algum tipo de publicação ou apresentação dos resultados é imprescindível. Essa apresentação é uma forma de valorizar o trabalho de sala de aula as outras pessoas.

Pode-se afirmar que a forma de aplicar a ABP é bastante simples. Conforme BLOG LYCEUM (2019), em linhas gerais os seus principais passos são:

- 1 - Sugerir um problema aos estudantes;
- 2 - Na sequência são investigadas as suas possíveis causas e elaboração de hipóteses;
- 3 - Após conhecer o desafio e suas origens se definem as estratégias de resolução do problema;
- 4 - Estabelecimento de um plano de ação;
- 5 - Execução do plano de ação podendo apresentar os resultados depois;
- 6 - Avaliação de todo o processo e dos resultados obtidos.

O imprescindível é que os estudantes sejam capazes de interagir com a realidade, identificando possíveis erros e pensar no que precisa ser melhorado ou resolvido e partir daí, sugerir possíveis soluções para o problema.

Quanto aos recursos tecnológicos utilizados no ensino na ABP, Bender (2014) considera crucial saber quais recursos tecnológicos estão disponíveis, visto que a tecnologia desempenha papel significativo na aprendizagem. Mesmo que na realidade de muitas escolas o acesso seja ainda restrito, é possível iniciar um trabalho com o ensino na ABP e não se deve poupar esforços para que a ABP seja construída com base no uso inovador de tecnologias.

Buscando maior envolvimento de todos estes aspectos mencionados e na tentativa de aproximar os estudantes dos conhecimentos da física de uma forma mais lúdica, estimulante e significativa, optou-se pelo ensino por projetos. Acredita-se que este tipo de atividade potencializa o desenvolvimento de habilidades, de resolução de problemas de forma que os conceitos de física se aproximem da realidade do estudante.

4 TEMPERATURA E CALOR

4.1 CONTEXTO HISTÓRICO DE CALOR

Desde antes do início das civilizações o homem já fazia uso do calor utilizando o fogo como fonte de luz e calor, para se manter aquecido e cozinhar alimentos. Atualmente, a ideia de calor também é bastante familiar para a maioria dos estudantes. É comum ouvir que alguém está sentindo calor num dia de verão, que a sala superlotada está quente, que a xícara de café fornece calor. Também se ouve com frequência relatos de situações de um dia muito frio, um sorvete que está gelado demais e o frescor de uma noite. Mas o que é o calor? Qual é o conceito mais apropriado e qual é a sua relação com a temperatura? Essas são as dúvidas mais frequentes entre os estudantes em sala de aula quando se estuda conceitos fundamentais da Física térmica.

Mesmo como toda essa importância, o calor só passou a ser objeto de estudo em meados do século XVIII com a invenção do termômetro. Ao longo do tempo, as concepções e hipóteses que permeiam a definição de calor foram sendo construídas e reconstruídas com muitas dificuldades. Segundo Silva; Farato; Gomes (2013) para muitos pensadores a ideia de calor estava associado ao elemento fogo e este assumiu vários significados. Algumas dessas principais concepções e hipóteses foram:

(493 - 433 a.C) – O filósofo pré-socrático Empédocles de Agrigento acreditava que o fogo correspondia à um dos elementos primordiais, como a terra, o ar e a água e que juntos, em quantidades diferentes formavam todas as coisas;

(384 – 322 a.C) – Aristóteles também adotou a ideia dos quatro elementos e associou à eles as propriedades de umidade e secura, quentura e frieza, além de sugerir o quinto elemento para explicar o mundo natural, o éter.

(341 – 270 a.C) – Epicuro defendia o atomismo, segundo o qual, todo o universo era constituído de minúsculas partículas de diferentes formatos, os átomos, que formavam toda a matéria existente. De acordo com os atomistas, o calor seria produzido por átomos que se movimentariam livremente no espaço vazio.

Outros pensadores como Bacon, considerava o calor como o movimento de partículas do corpo sob ação do fogo. Descartes já considerava que a sensação do calor estava ligada ao movimento entre partículas que era comunicada aos nervos.

A partir do século XVIII, várias mudanças na forma de se fazer ciências aconteceram, inclusive a forma de se estudar ciências em razão, principalmente das necessidades criadas pela revolução industrial. Surgem nesta época, duas interpretações para o calor: flogístico e calórico.

George Ernst Stahl (1669- 1734) – chamou de flogístico o princípio inflável que alguns corpos possuíam. Tentou explicar fenômenos que envolviam a combustão (baseada na presença de uma substância combustível que quando aquecida gerava calor) e calcinação (que seria a transformação da substância a partir do seu aquecimento).

No final do século XVIII vários filósofos desenvolveram diversos tipos de termômetros e realizados medições. Essa compreensão na evolução dos termômetros auxiliou na compreensão da natureza do calor. Exemplo disso foram os estudos de Joseph Black (1728-1799) sobre calor específico e calor latente, onde ele evidencia em seus estudos a ideia de calor como sendo a quantidade de algo.

Em 1736 na França, a academia de Ciências de Paris anunciou até um prêmio para quem apresentasse a melhor produção discutindo a “Natureza do fogo e sua propagação”. Os trabalhos enviados apresentavam visões primordiais como a ideia de Aristóteles e também visões próximas ao do calor como movimento entre a matéria.

Neste contexto, viveu Antonie Lavoisier (1743 – 1794) que juntamente com Black construíram um calorímetro e dedicaram seus estudos ao comportamento dos gases e a decomposição de substâncias. Experimentos permitiram que eles descobrissem um elemento presente na atmosfera que permitia a combustão. Lavoisier chamou o elemento de calórico.

Os dilemas quanto a natureza do calor no século XVIII não são associados apenas ao flogístico e ao calórico. Duas associações dadas na época eram: a de o calor como fluído e calor como movimento.

Benjamin Thompson (1753 – 1814) foi um dos defensores da hipótese do calor como movimento e apresentou argumento convincentes através de experimentos. Outras tentativas para eliminar a teoria do calórico surgiram no

século XIX com Humphry Davy (1778 – 1829) e Thomas Young (1773 – 1829), período em que se destacam as buscas para entender as máquinas, juntamente com os trabalhos de Sadi Carnot em 1824, cujos resultados se aproximam da hipótese do movimento.

No século XIX Julius Robert Mayer (1814-1878) e James P. Joule (1818-1889) apresentam a hipótese que associa o calor a algum tipo de trabalho.

Em 1851, Thompson introduziu o conceito de energia mecânica de um corpo. Nesse período se estabelecia a ideia de conservação de forças e o termo energia, é introduzido. Supondo que o calor era concebido como movimento, gradativamente passou-se a adotar o calor como energia.

A hipótese de energia e movimento (teoria cinética) ocuparam um grande espaço no final do século XIX e início do século XX. Porém ainda ficam indagações que não permitem que esta seja a resposta final. Como por exemplo qual a natureza da energia?

A cultura e visão de mundo de cada época influenciaram na forma de observação e interpretação dos fenômenos, portanto na construção do conhecimento científico. Hoje, aprende-se rapidamente que calor é energia. Mesmo esta afirmação não sendo errônea, é preciso discutir melhor, pois tal compreensão não é suficiente para caracterizar essa grandeza física.

Muitos dos livros didáticos trazem o calor está presente em situações em que existe uma diferença de temperatura entre dois sistemas que são colocados em contato térmico. Esse contato, não exige necessariamente de um contato físico entre os dois sistemas, pois o calor pode se propagar por diferentes processos que exigem ou não contato físico.

Segundo Halliday (2016) a diferença de temperatura entre dois sistemas é a razão para o surgimento do calor:

Se a temperatura de um sistema é maior que a temperatura do ambiente, como em (a), certa quantidade Q de calor é perdida pelo sistema para o ambiente para que o equilíbrio térmico (b) seja restabelecido. (c) Se a temperatura do sistema é menor que a temperatura do ambiente, certa quantidade de calor é absorvida pelo sistema para que o equilíbrio térmico seja restabelecido. Chegamos, portanto, à seguinte definição de calor: “Calor é a energia trocada entre um sistema e o ambiente devido a uma diferença de temperatura” (HALLIDAY; RESNICK. 2016, p. 410).

Tipler (1978 p. 399) define a grandeza calor como sendo: "...é a energia transferida graças a diferenças de temperatura". Keller (1999, p.449) conceitua calor como sendo "...a energia transferida entre um sistema e sua vizinhança, devido exclusivamente a uma diferença de temperaturas entre o sistema e alguma parte de sua vizinhança".

Conforme citam os autores Tipler e Keller, o calor só pode ser usado para indicar uma energia térmica em trânsito, ou seja, a energia térmica que está se transferindo em razão de uma diferença de temperatura.

Essa transferência pode ser notada por exemplo quando observamos uma xícara de café quente e um copo de água gelada sobre uma mesa, numa temperatura ambiente. Observa-se que o café vai esfriando e a água aquecendo de modo que as temperaturas fiquem próximas a temperatura do ambiente. Isso evidencia que a temperatura não varia espontaneamente, é preciso que esteja em contato com outro corpo e a energia térmica se transfira do corpo mais quente para o mais frio. (RESNICK, et all. 2016)

Portanto, não faz sentido utilizar a expressão "o calor está contido em determinado corpo" para se referir a energia de um corpo em decorrência da agitação de suas partículas, costuma-se utilizar o termo energia térmica (TORRES, 2016).

Ainda conforme o autor, afirmamos que a energia térmica foi transferida de um corpo para outro sem que haja calor com o meio externo até que eles atinjam uma temperatura comum, ou seja, entrem em equilíbrio térmico.

4.2 TEMPERATURA *versus* CALOR

Em se tratando dos conceitos de calor e temperatura, existe consenso entre os educadores que os estudantes encontram dificuldades em diferenciar essas duas grandezas físicas. Da mesma forma, é de crucial importância como requisito básico para o entendimento de outros conceitos fundamentais da física a compreensão dos mesmos.

Niaz (2006) afirma que os adolescentes carregam inúmeras dificuldades para diferenciar temperatura e calor. Segundo o autor, essas dificuldades são de difícil superação, pelo fato de que a maioria dos estudantes, mesmo estudando durante alguns anos, persistem nas concepções espontâneas sobre calor.

Historicamente esses conceitos sofreram mudanças ao longo do tempo e com muita dificuldade se chegaram às conceituações utilizadas atualmente. Sobre a importância desses conceitos:

Os conceitos mais fundamentais na descrição dos fenômenos térmicos são a temperatura e o calor. Foi necessário um tempo incredivelmente longo da História da ciência para que esses conceitos fossem distinguidos, mas uma vez feita esta distinção, resultou em rápido progresso (EINSTEIN; INFELD, 1980, p.39).

A temperatura é uma grandeza física que faz parte do cotidiano e está presente em diversas situações. Um exemplo bem comum são os boletins meteorológicos que informam temperaturas máximas e mínimas em diferentes regiões. Essa ideia remete à uma comparação do quanto está frio ou quente um corpo em relação a outro.

Halliday e Resnick (2016) consideram importante, antes de tratar e conceituar a temperatura estabelecer o conceito de equilíbrio térmico, que considera a temperatura de dois corpos serem iguais ou não. Para melhor entendimento, os autores sugerem como exemplo, utilizar-se de dois sistemas A e B que podem ser dois blocos confinados, isolados entre si e também da vizinhança, de modo que nem energia, nem matéria podem entrar ou sair do sistema pois o sistema está isolado. Quando os dois sistemas são colocados em contato que permite a passagem de calor, as propriedades de ambos podem variar.

As variações de energia são relativamente rápidas no início, mas tornam-se lentas à medida que o tempo decorre, até que finalmente todas as propriedades de cada sistema aproximam-se de valores constantes. Quando isso ocorre, diz-se que os sistemas estão em equilíbrio térmico um com o outro, conforme exposto por Halliday e Resnick,

Quando um termômetro e outro objeto são postos em contato eles atingem, depois de algum tempo, o equilíbrio térmico. Depois que o equilíbrio térmico é atingido, a leitura do termômetro é considerada como a temperatura do outro objeto. O processo é coerente por causa da lei zero da termodinâmica: Se dois objetos A e B estão em equilíbrio térmico com um terceiro objeto C (o termômetro), os objetos A e B estão em equilíbrio térmico entre si (HALLIDAY; RESNICK, 2016, p. 413).

Após a compreensão sobre equilíbrio térmico, é oportuno discutir o conceito físico de temperatura diferenciando do conceito de calor, pois é comum essas duas palavras serem utilizadas nas mesmas circunstâncias sem esclarecer as diferenças. Em outras vezes, não é incomum essas expressões serem utilizadas com conceitos trocados ou errôneos. Por exemplo, não é raro ouvir um estudante dizer que “A tarde está muito quente!” usando a palavra calor para se referir a temperatura ambiente.

Para compreender o conceito de temperatura deve-se partir da ideia de que toda a matéria é constituída por partículas (átomos e moléculas) e que essas partículas e moléculas estão em constante movimento (Teoria Cinética da Matéria) podendo apresentar movimento de translação no caso dos fluídos (líquidos e gases).

As partículas de um objeto com alta temperatura se diferem das de um objeto de baixa temperatura no grau de agitação. A temperatura de um corpo está associada à intensidade dessa agitação. Ou seja, a temperatura é uma grandeza física caracterizada pelo estado térmico de um corpo ou sistema, é uma medida estatística do nível de agitação das moléculas, relacionado à energia cinética (TORRES, 2016).

Embora ela seja percebida nas sensações quente e frio, a temperatura pode ser aferida através de termômetros graduados principalmente nas escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin. É possível fazer conversões entre uma escala e outra. As conversões se dão através das Equações (1) e (2).

$$T_C = T_K - 273,15 \quad (1)$$

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9} \quad (2)$$

Onde:

T_C : Temperatura na escala Celsius ($^{\circ}\text{C}$),

T_F : Temperatura Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$),

T_K : Temperatura kelvin (K).

A temperatura é uma das sete grandezas físicas fundamentais. A escala adotada pelos físicos conforme o Sistema Internacional de Unidades (SI) é a Kelvin, cujo símbolo é (K). O limite superior para temperatura ainda não se conhece, mas o limite inferior existe, essa temperatura é tomada como zero na escala Kelvin e equivale a $273,15^{\circ}\text{C}$ na escala Celsius. (HALLIDAY; RESNICK, 2016).

A temperatura de um corpo pode ser averiguada usando um instrumento conhecido como termômetro que contém uma substância com uma propriedade mensurável, como comprimento ou pressão, que varia de forma regular quando a substância é aquecida ou resfriada. Quando um corpo está em contato térmico com um corpo mais frio, a energia transferida do corpo mais quente para o corpo mais frio em razão da diferença de temperatura entre os dois corpos é chamada de calor (TIPLER; MOSCA, 2006).

Assim pode-se concluir que a temperatura está associada ao nível de agitação média das moléculas que constituem um corpo e o calor como sendo a energia transferida entre dois corpos em razão da diferença de temperatura.

A energia térmica também pode ser transportada por convecção, esse tipo de transferência de calor acontece quando um fluido, como ar ou água, entra em contato com um corpo cuja temperatura é maior que o fluido. A temperatura dele aumentando, parte deste fluido se expande, ficando menos denso e, na maioria dos casos, a força do empuxo o faz subir. O fluido, mais frio escoar para tomar o lugar do quente que subiu e o processo pode continuar indefinidamente, (HALLIDAY; RESNICK. 2016).

Um exemplo desse processo é o sistema de ar condicionado em ambientes climatizados. Já num processo de radiação do calor, Halliday e Resnick (2016) afirmam que “um sistema e o ambiente podem trocar calor por ondas eletromagnéticas (a luz visível é um tipo de onda eletromagnética). As ondas que transferem o calor são também chamadas de radiação térmica.” Não é necessária a existência de um meio material para que o calor seja transferido por radiação, ou seja, ela pode ocorrer inclusive no vácuo. Um exemplo pode ser, quando você se aproxima de uma fogueira, você é aquecido pela radiação térmica proveniente do fogo.

4.3 ABSORÇÃO DE CALOR POR SÓLIDOS E LÍQUIDOS

A unidade de medida de calor adotada é a mesma do trabalho, o joule(J), adotado pelo Sistema Internacional de Unidades e Medidas, porém a medida caloria (cal) também é bastante usual. Outra unidade de medida para o calor bastante conhecida, é a unidade americana Btu (*British thermal unit* = unidade térmica britânica) que é definida como a quantidade de energia necessária para aumentar a temperatura de uma libra de água em 1°F. A relação entre o Btu, a caloria e o joule é: 1 Btu = 252 cal = 1054 KJ (TIPLER, 2017).

A unidade histórica de calor, a caloria, foi definida originalmente como a quantidade de calor necessária para aumentar a temperatura de um grama de água em um grau Celsius. Como reconhecemos, agora, que calor é uma medida de transferência de energia, podemos definir caloria em termos de unidade SI de energia, o joule: 1 cal = 4,184 J (TIPLER, 2017, p. 601).

Essa quantidade de calor (1cal), se refere a quantidade de calor necessária para um grama de uma substância elevar ou baixar sua temperatura em um grau Celsius, está diretamente relacionada a definição de calor específico. [...] “o calor específico é a capacidade térmica específica, ou a capacidade térmica por unidade de massa.” (TIPLER 2017, p. 600)

4.3.1 Capacidade Térmica

Por conveniência, se define a capacidade térmica C de um corpo como sendo a razão entre a quantidade de energia transferida para um corpo em forma de calor em um processo qualquer e a sua variação de temperatura correspondente. Essa relação é expressa pela Equação 3.

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad (3)$$

Onde:

C : Capacidade térmica de um corpo, (J/°C ou cal/°C),

Q : Quantidade de calor cedida ou recebida (J),

ΔT : Variação de temperatura (°C).

A partir dessa equação, também se define a quantidade de calor (Q) que um corpo de massa (m) e calor específico (c) absorve ou libera para variar sua temperatura em certo valor (ΔT).

Para calcular a quantidade de calor, basta isolar Q na Equação (3), obtendo a expressão para o calor (Equação 4).

$$Q = m c \Delta T \quad (4)$$

Onde:

Q : quantidade de calor cedida ou recebida (J),

c : calor específico (cal/g.°C ou J/Kg.K)

m : massa (g ou Kg)

ΔT : variação de temperatura (°C).

O calor recebido pelo sistema pode ser considerado positivo e a quantidade de calor cedido pelo sistema pode ser considerado negativo.

O calor é positivo se a energia é transferida do ambiente para a energia térmica do sistema (dizemos que o calor é absorvido pelo sistema). O calor é negativo se a energia é transferida da energia térmica do sistema para o ambiente (dizemos que o calor é cedido ou perdido pelo sistema (HALLIDAY; RESNICK, 2016, p. 36)

A capacidade térmica de um corpo pode ser medida em J/K, no Sistema Internacional de Unidades (SI), ou em cal/°C.

É errôneo pensar na palavra capacidade como sendo a quantidade de calor que um corpo pode conter. A capacidade térmica, também conhecida como capacidade térmica específica ou simplesmente calor específico, é uma característica de cada material e de cada substância e sugere a transferência de energia térmica por grau de variação na temperatura na forma de calor. É falso pensar que um objeto “contém” calor ou possui capacidade limitada para absorver calor (HALLIDAY; RESNICK. 2016).

4.3.2 Calor específico

Para compreender o calor específico de uma substância podemos usar uma analogia: Imagine os alimentos no horário do almoço que são retirados do fogão e servidos no prato. Alguns deles você pode consumir imediatamente, outros é necessário esperar um pouco para que esfriem e depois degustá-los. Não é raro queimar a língua com recheio de uma empada ou torta, embora a crosta esteja em temperatura adequada. Por que há esta diferença?

A explicação é que o resfriamento dos alimentos não se dá na mesma rapidez. Para sofrer a mesma redução de temperatura, alguns alimentos precisam de um intervalo de tempo maior até atingir o equilíbrio térmico. Essa característica de perder ou ganhar energia térmica mais rapidamente é o que chamamos de calor específico da substância.

Para exemplificar, alguns calores específicos à temperatura ambiente são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Calor específico para algumas substâncias à temperatura de 20°C.

Substância	Calor Específico (cal/g °C)
Ferro	0,113
Prata	0,056
Álcool etílico	0,580
Alumínio	0,217
Água	1

Fonte: MAGNO; A. TORRES, 2016.

Pode-se observar na Tabela 1 que o calor específico do ferro é 0,113 cal/g°C, esse valor indica que, para sofrer uma variação de um grau celsius, na sua temperatura, cada 1 grama de ferro precisa trocar (receber ou perder) uma quantidade igual a 0,113 calorias.

Ainda em relação a Tabela 1 se compararmos os valores dos calores específicos da prata com o ferro, podemos concluir que a prata por ter um calor específico menor, necessita de menos calorias para variar um grau celsius na sua temperatura em relação ao ferro. A água em seu estado líquido por sua vez, tem

um dos maiores calores específicos da natureza, sendo assim, ela necessita de maiores quantidades de calor para aquecer ou resfriar.

Esse fator, segundo Torres (2016), faz com que a presença ou ausência de água em algumas regiões defina características climáticas. Em virtude do seu alto calor específico, ela funciona como um regulador climático. Regiões desérticas onde há escassez de água apresentam grandes oscilações na temperatura num período de 24h, os dias são muito quentes e as noites são muito frias.

O calor específico de uma substância depende do seu estado físico. Por exemplo, sob pressão normal os valores de calor específico da água podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2 - Calor específico de algumas substâncias no estado líquido.

Água sólida (gelo)	$c = 0,50 \text{ cal/g.}^\circ\text{C}$
Água líquida	$c = 1 \text{ cal/g.}^\circ\text{C}$
Água gasosa (vapor)	$c = 0,48 \text{ cal/g.}^\circ\text{C}$

Fonte: MAGNO A. TORRES, 2016.

Estabelecendo uma relação entre o calor específico e capacidade térmica, conclui-se que, diferente do calor específico, o qual depende somente da substância, a capacidade térmica depende diretamente da substância e da massa do corpo.

Simplificando, a capacidade térmica (C) é uma grandeza física característica de corpo, ou seja, ela intervém na sua massa. Já o calor específico (c) é uma grandeza física característica de substância. Esta relação pode ser expressa através da Equação 5.

$$C = m c \text{ ou } c = \frac{C}{m} \quad (5)$$

Com relação a chocadeira elétrica, podemos utilizar como exemplo a transferência de calor que ocorre no seu interior durante o processo de chocar os ovos. Parte do calor absorvido pela casca do ovo (sólido) é transferido para o interior do ovo (líquido). A quantidade de calor necessária para elevar em 1°C a temperatura de 1g do ovo, poderíamos chamar de calor específico do ovo.

Como a capacidade térmica é uma propriedade dos corpos, e não das substâncias, os corpos feitos do mesmo material podem sofrer variações de temperatura diferentes, mesmo quando submetidos à mesma fonte de calor. Como dito anteriormente, isso ocorre porque a variação de temperatura também depende de outro fator, a massa do corpo.

Portanto, quanto maior a massa de um corpo e dependendo da sua forma também, maior a quantidade de calor necessária para variar sua temperatura, ou seja, um ovo de maior massa, tem uma capacidade térmica maior que ouro de menor massa, mesmo compostos de mesma substância e submetidos a mesma temperatura.

4.4 PROCESSOS DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

Em situações do nosso cotidiano nos deparamos com muitos fenômenos que envolvem trocas de calor entre dois ou mais corpos ou sistemas. Ao colocarmos um alimento numa panela para cozinhar no fogão, por exemplo, poderíamos nos perguntar como é que o calor da chama do fogo chega até o alimento?

Já é conhecido que a energia térmica pode se transferir de um local para outro, espontaneamente no sentido do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura. Os mecanismos pelos quais essa transferência ou mudança de local podem ocorrer de três maneiras diferentes, denominadas de condução, convecção e radiação.

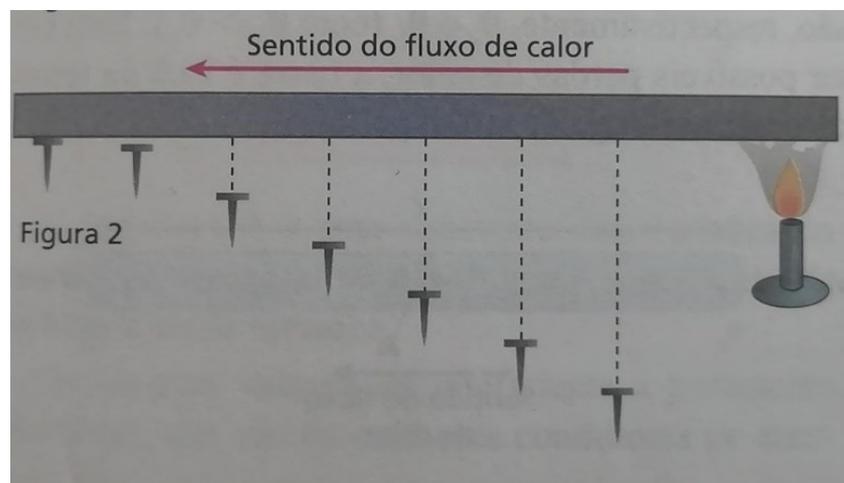
4.4.1 Condução

Para compreender esse processo de transferência de calor, pode-se utilizar de uma situação do cotidiano. Segundo Halliday e Resnick (2016) se você deixa no fogo, por algum tempo, uma panela com cabo de metal, o cabo da panela pode ficar tão quente ao ponto de queimar sua mão. A energia é transferida da panela para o cabo por condução. Os elétrons e átomos da panela vibram intensamente por causa da alta temperatura a que estão expostos. Essas vibrações, e a energia associada, são transferidas ao longo do cabo por colisões entre os átomos. Dessa forma, uma região de temperatura crescente se propaga em direção ao cabo.

Isso ocorre de modo geral nos sólidos. Corpos mais densos, com mais partículas livres, podem ser portadores de energia cinética, por isso são denominados bons condutores. Os metais são bons exemplos disso. Já o plástico, a madeira, o isopor e a borracha, entre outros, são maus condutores de energia na forma de calor, ou seja, isolantes térmicos. Essa transferência pode variar, dependendo da espessura, da área e da condutividade do material. Assim, a energia térmica se propaga ao longo do cabo até alcançar a mão de quem segura.

Sendo assim, a condução térmica é um processo de transporte de energia sem que ocorra o transporte de matéria. Ela necessita de um meio para se propagar. Veja na Figura 1 uma representação da ocorrência da condução no sentido da extremidade de maior temperatura para a de menor temperatura ao longo da barra. Nota-se que as tachinhas vão se soltando neste sentido também, a medida que a parafina vai derretendo.

Figura 1 - Sentido da propagação de calor por condução.



Fonte: VILAS BOAS, 2010.

A quantidade de calor que é transferida entre dois pontos do interior de corpos, a cada segundo, é chamada de fluxo de calor. Esse conceito diz respeito à rapidez em que o calor é transferido no interior de um corpo. Alguns materiais apresentam grande capacidade de transferência de calor, por isso, dizemos que são bons condutores de calor, já que são capazes de dissipá-lo mais rapidamente.

A Equação 6 é utilizada para o cálculo da condução térmica, também conhecida como equação do fluxo de calor ou Lei de Fourier.

$$\varphi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{KA(T_2 - T_1)}{e} \quad (6)$$

Onde:

Φ – fluxo de calor (cal/s ou W)

Q – calor (cal ou J)

Δt – intervalo de tempo (s)

A – área (m² ou cm²)

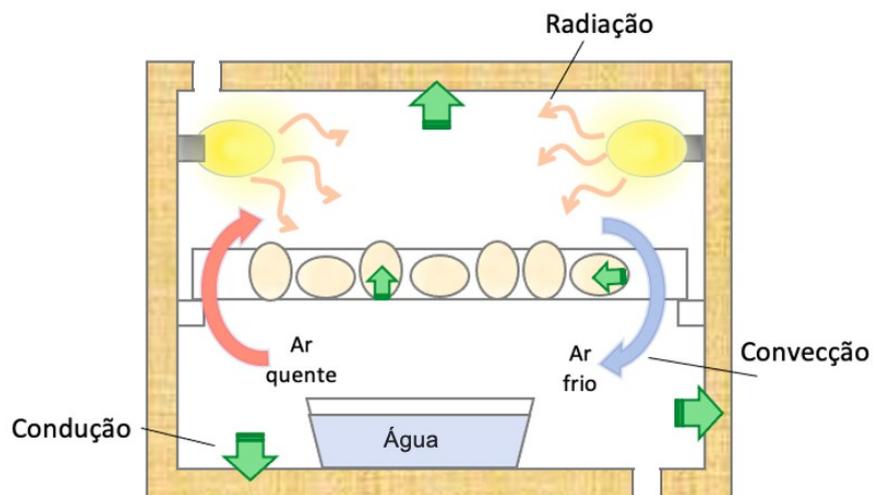
T₂ e T₁ – temperatura dos pontos 1 e 2 (K ou °C)

k – coeficiente de condutividade térmica (J/s.m.K ou cal/s.cm.°C).

Estabelecendo uma relação desse processo com as transferências de calor que ocorrem no interior da chocadeira elétrica, é possível verificar a condução do calor no material utilizado para o revestimento da chocadeira principalmente, (material, dimensões), na própria casca do ovo, onde a energia precisa se propagar até o seu interior, na utilização de palhas, papel ou a própria base (grade) que sustenta os ovos e que em contato propagam energia.

Na Figura 2, pode-se observar um esquema ilustrando os processos de transferência de calor no interior de uma chocadeira elétrica. As setas da cor verde estão indicando o processo de condução.

Figura 2 - Processos de transferência de calor no interior da chocadeira elétrica.



Fonte: Autoria própria, 2021.

4.4.2 Convecção

Quando se observa a chama de uma vela ou de um fósforo, é possível perceber que a energia em forma de calor está sendo transportada para cima. Isso ocorre porque um fluido (gás ou líquido) quando está mais quente (menos denso) se eleva para cima e quando está mais frio (mais denso), desce para ocupar o lugar do fluido mais quente em ascensão, estabelecendo assim, uma circulação convectiva, que também é denominada correntes de convecção.

A transmissão de energia em forma de calor por correntes de convecção pode apresentar-se livremente, de forma natural, ou de maneira forçada, como um ventilador promove a circulação de ar para refrescar os quartos de uma casa, por exemplo. Sobre essa energia térmica transportada por convecção, Halliday e Resnick (2016) afirmam:

Esse tipo de transferência de energia acontece quando um fluido, como ar ou água, entra em contato com um objeto cuja temperatura é maior que a do fluido. A temperatura da parte do fluido que está em contato com o objeto quente aumenta, e (na maioria dos casos) essa parte do fluido se expande, ficando menos densa. Como o fluido expandido é mais leve do que o fluido que o cerca, que está mais frio, a força de empuxo o faz subir. O fluido mais frio escoar para tomar o lugar do fluido mais quente que sobe, e o processo pode continuar indefinidamente (HALLIDAY; RESNICK, 2016 p.455).

A transferência de calor por convecção está presente em muitas situações do cotidiano podendo ser observada no funcionamento de aparelhos de ar condicionado, aquecedores, refrigeradores entre outros. Esse tipo de convecção também pode ocorrer de maneira natural. A convecção atmosférica desempenha um papel fundamental na formação de padrões climáticos globais e nas variações do tempo a curto prazo.

Na chocadeira elétrica (Figura 2) o calor produzido pelo filamento da lâmpada tende a se distribuir no interior do ambiente conforme a densidade do ar. Porém, a abertura de orifícios nas partes superior e inferior, favorece a formação de correntes de convecção (setas na cor azul e vermelha) fazendo com que o ar circule de maneira mais uniforme no interior da chocadeira e também diminua o acúmulo de gás carbônico, o que pode ser prejudicial.

Na Figura 3 é possível observar exemplo dessa transferência na praia. As brisas marítimas são formadas por correntes de ar que ocorrem nas regiões

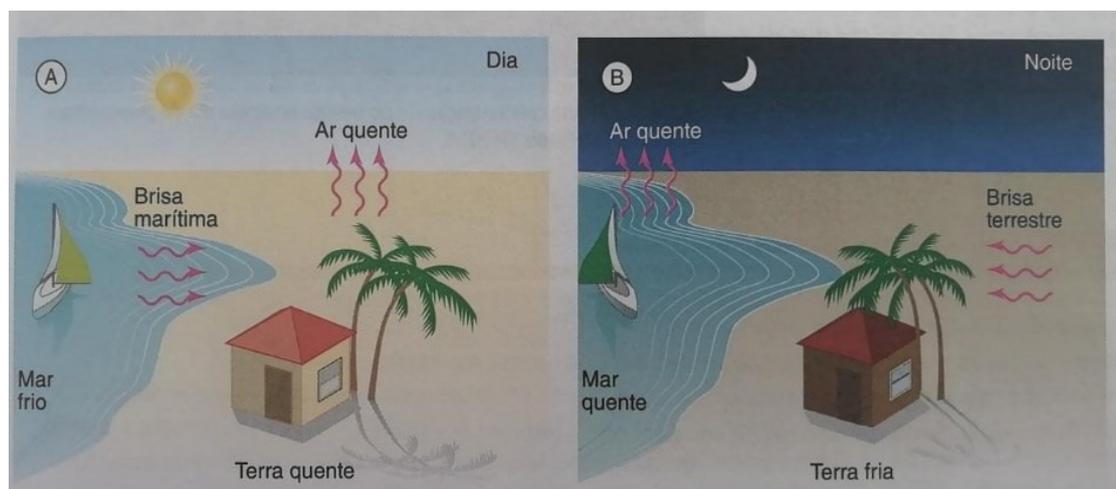
litorâneas em virtude da relação entre o calor específico da água e da areia. Essas correntes de ar possuem dois sentidos: do mar para a areia (durante o dia) e da areia para o mar (durante a noite). Essa diferença nos sentidos, está relacionada a diferença entre os calores específicos da areia e da água resultando em fenômeno: a convecção térmica.

O calor irradiado pelo Sol durante o dia aumenta a temperatura da areia e da água. Como o calor específico da areia é menor que o da água, ela esquenta e esfria com maior facilidade. Sendo assim, a temperatura nas proximidades da areia será maior que a temperatura nas proximidades da água, e o ar sobre a areia será mais quente que o ar sobre a água, o que provoca diminuição da pressão do ar.

Sendo assim, se conclui que a pressão do ar sobre a areia é menor que a pressão do ar sobre a água, o que provoca um deslocamento de ar do mar para a praia.

Durante a noite, o processo é inverso: a areia apresenta uma temperatura menor que a da água, e o ar nessa região, conseqüentemente, é mais frio. Sendo assim, a pressão do ar é maior sobre a areia, e a brisa tem o sentido da praia para o mar.

Figura 3 - Propagação de calor por convecção de maneira natural.



Fonte: MAGNO, A. TORRES, 2016.

4.4.3 Radiação

Enquanto a transferência de energia por condução e convecção precisam de um meio material para se propagar, a radiação (ou irradiação) do calor pode ocorrer também onde não há matéria, ou seja, no vácuo.

O processo de transmissão de energia através de ondas eletromagnéticas (radiação infravermelha), chamadas de calor radiante, é a radiação térmica ou irradiação térmica.

Um sistema e o ambiente também podem trocar energia através de ondas eletromagnéticas (a luz visível é um tipo de onda eletromagnética). As ondas eletromagnéticas que transferem calor são muitas vezes chamadas de radiação térmica para distingui-las dos sinais eletromagnéticos (como, por exemplo, os das transmissões de televisão) e da radiação nuclear (ondas e partículas emitidas por núcleos atômicos). (Radiação, no sentido mais geral, é sinônimo de emissão.) Quando você se aproxima de uma fogueira, você é aquecido pela radiação térmica proveniente do fogo, ou seja, sua energia térmica aumenta ao mesmo tempo em que a energia térmica do fogo diminui. Não é necessária a existência de um meio material para que o calor seja transferido por radiação. O calor do Sol, por exemplo, chega até nós através do vácuo (HALLIDAY; RESNICK, 2016, p. 456)

A energia proveniente do Sol, é interceptada pela Terra e grande parte dela é absorvida. A radiação térmica de um corpo, conforme Torres (2016) considerando sua absorção ou reflexão, está intimamente relacionada com a cor e o grau de polimento do corpo que a recebe. De modo geral, pode-se dizer que corpos foscos (pouco polidos) e de cor escura absorvem maior quantidade de calor, num mesmo ambiente se comparados a corpos polidos e de cor clara.

A radiação é uma transferência de energia por ondas eletromagnéticas. A taxa com a qual um objeto emite energia por radiação térmica, denominada de P_{rad} , pode ser obtida pela Equação 7.

$$P_{rad} = \sigma \epsilon AT^4 \quad (7)$$

Onde:

σ ($= 5,6704 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$) é a constante de Stefan-Boltzmann,

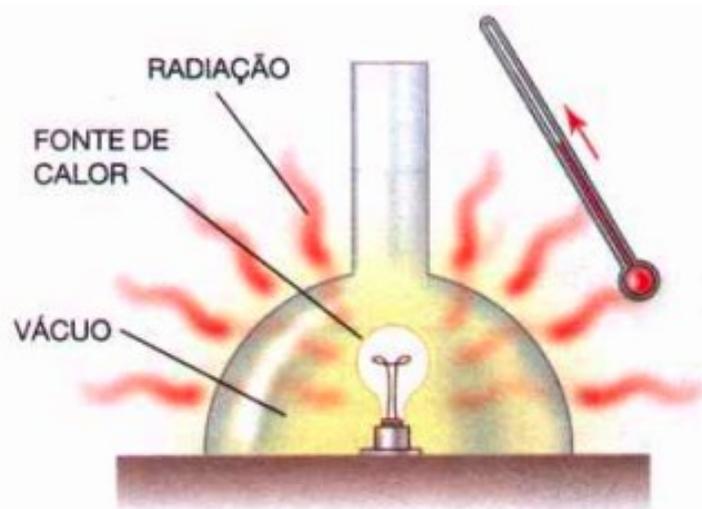
ϕ é a emissividade da superfície do objeto;

A é a área da superfície;

T é a temperatura da superfície (em kelvins).

Como exemplo de aplicações práticas desse processo de transmissão de calor podemos citar o aquecimento interno da chocadeira elétrica que pode ser feito por meio de uma lâmpada incandescente Figura 4. A energia térmica produzida pelo filamento se propagará em todas as direções até chegar nos ovos principalmente pelo processo de radiação.

Figura 4 - Propagação de calor por radiação.



Fonte: ALVARENGA; MAXIMO, 2006.

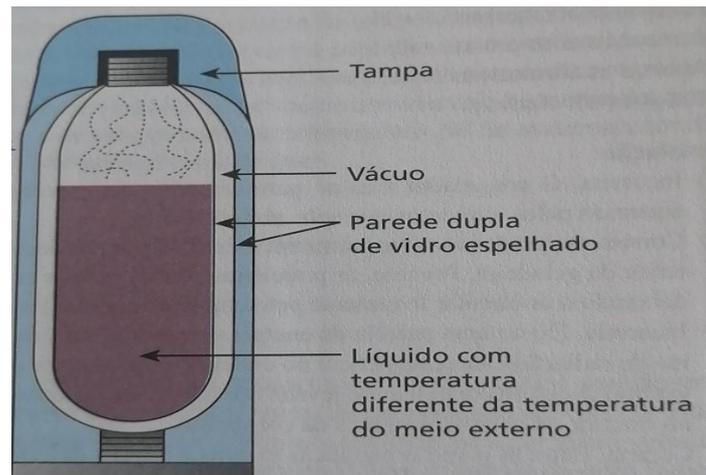
Como já exemplificado, é possível relacionar e observar os três processos de propagação de calor durante a etapa de construção e no funcionamento da chocadeira elétrica. A Figura 2 representa esquematicamente de maneira mais clara estes mecanismos. No caso do processo de radiação, o mesmo é observado na radiação das lâmpadas usadas para o aquecimento dos ovos.

Outro dispositivo em que é possível observar a aplicação prática dos processos de transferência de calor é a garrafa térmica. Ela tem por função manter seu conteúdo em temperatura praticamente constante durante um longo intervalo de tempo. O manuseio da garrafa térmica permite visualizar e compreender os diferentes tipos de transferência de energia em forma de calor.

Segundo Torres (2016) para minimizar trocas de calor e atingir seu objetivo, a construção da garrafa térmica, representada na Figura 5 é feita de uma parede dupla de vidro espelhado, de onde se retira o ar, ficando em espaço que imita o

vácuo. O fato dessas paredes serem de vidro, que é um isolante térmico, dificulta trocas de calor por condução. O vácuo entre as paredes de vidro só permite a transferência de calor por irradiação, o que é dificultado pelo espelhamento interno e externo dessas paredes de vidro, pois neste caso, as ondas de calor são refletidas.

Figura 5 - Representação esquemática da garrafa térmica.



Fonte: VILLAS BOAS, 2010. p 41

4.5 CHOCADORA ELÉTRICA

A incubação artificial é uma tecnologia amplamente utilizada na avicultura, realizada por meio de incubadoras. Uma incubadora é um espaço confinado de temperatura, umidade e ventilação controladas, cujo objetivo final é a incubação de ovos férteis para obtenção de altos índices de eclodibilidade de ovos e boa qualidade dos pintainhos. Dessa forma, sabe-se que o nascimento é influenciado por vários fatores que podem ser de responsabilidade do granjeiro e/ou do incubatório (VIVAN, 2019).

A escolha entre a incubação natural (pela galinha) ou a artificial (numa chocadeira) depende, em grande medida, da estratégia de produção (objetivos) e da quantidade de ovos a ser incubada em determinado momento. Devem ser levados em conta para fazer a escolha a quantidade de ovos a ser chocada, a necessidade de mão-de-obra, o investimento para construção e funcionamento da chocadeira e o tempo destinado ao acompanhamento.

Segundo Lange et al. (2011), o emprego de uma chocadeira elétrica além de tempo para sua aquisição ou construção, requer monitoramento constante, a realização de ajustes de temperatura e umidade, a viragem dos ovos, o acompanhamento do funcionamento adequado dos equipamentos, bem como cuidados com a limpeza e desinfecção ao longo do processo de incubação.

O funcionamento adequado e o bom desempenho de uma chocadeira elétrica dependem, segundo Mora (2008), de uma série de fatores físicos que variam com o tempo e o espaço, dentre eles, os mais relevantes são: a temperatura, a umidade do ar, a ventilação, a posição e giro dos ovos, e a concentração de oxigênio e de dióxido de carbono. Desvios de um ou mais destes fatores podem acarretar variações de temperatura do embrião, perda de água no ovo, que podem alterar a troca de gases, comprometendo a formação de órgãos vitais, o desenvolvimento do embrião, resultando em aumento de mortalidade e conseqüentemente diminuição na eclosão.

Optando-se pela construção de uma incubadora artesanal, é necessário a compra de alguns materiais como madeira, arame, telas, recipientes para água, lâmpadas, fios, um termômetro e um higrômetro. É possível fazer reaproveitamento de alguns materiais de baixo custo disponíveis na propriedade e o uso de algumas ferramentas domésticas como martelo, alicate e serrote.

Para a construção de uma chocadeira de fabrico caseiro, alguns conhecimentos de Física, em especial de Termodinâmica/Calorimetria são de grande importância. Inicialmente deve-se definir os tipos de materiais para o revestimento da chocadeira.

Lange et al. (2011), sugere como material de fácil isolamento térmico das paredes (contraplacado, fibras de vidro, madeira, papelão, isopor, plástico), com uma porta na parte dianteira, uma tampa na parte de cima e de 8 a 12 orifícios para facilitar a ventilação. Importante destacar que bons isolantes térmicos são os materiais que conduzem o calor com mais dificuldade, ou seja, que possuem baixa condutividade térmica. Identificar e diferenciar os bons e maus condutores de calor, conhecer o calor específico e a capacidade térmica de alguns materiais podem auxiliar significativamente na escolha do material a ser utilizado no revestimento da chocadeira e nos resultados a serem obtidos no final do processo.

A temperatura adequada para a incubação é um fator muito importante e

crítico no desenvolvimento do embrião, na eclosão dos ovos e no posterior desenvolvimento do pintainho. Segundo Lange et al (2011), para obter a temperatura desejada deve-se usar uma fonte de aquecimento, que pode ser uma lâmpada, queimador de querosene, uma ou várias lâmpadas elétricas ou um elemento de aquecimento elétrico (resistência), que atuam como fontes de calor. Por exemplo, optando-se pelo uso de uma lâmpada incandescente temos a energia elétrica aquecendo o elemento tungstênio a ponto de torná-lo emissor de luz e calor (LANGE et al, 2011).

É importante destacar que lâmpadas de Led dissipam pouco calor e, portanto, não são indicadas para o uso em chocadeiras. Para que a temperatura de uma chocadeira elétrica seja constante, há a necessidade de um controlador da fonte de geração do calor, o termostato. Este controla a temperatura desligando automaticamente a fonte de calor quando a temperatura ultrapassa um determinado limite e volta a ligar a fonte quando a temperatura desce.

Para Hill (2004) uma chocadeira ótima para os embriões de galinha, deve manter em seu interior temperatura do ar entre 36,1°C e 38,3°C durante o período de incubação, sendo a temperatura ideal 37,8°C.

Outro aspecto físico muito importante a ser considerado no funcionamento da chocadeira, é a umidade relativa do ar, segundo o Dicionário Online de Português, a umidade do ar indica a quantidade/porção ou percentual de vapor de água presente na atmosfera.

A umidade relativa do ar dentro da chocadeira deve estar ajustada de maneira a otimizar a eclosão. A umidade varia conforme o dia de incubação e, é determinada pela perda de peso do ovo e transferência de calor. Os níveis de umidade também podem ser influenciados pela intensidade de arejamento e pela umidade de ar que entra.

A umidade do ar, para que se possa ter melhores resultados no processo de incubação, segundo Vivan (2019) deve estar ajustada entre 60 a 65%, sendo um parâmetro que pode variar mais que a temperatura, sem causar danos a eclosão.

Nesse contexto, para se obter níveis desejáveis de umidade Lange et al. (2011) sugere colocar tigelas com água no interior da incubadora, abaixo dos tabuleiros com os ovos.

Para ajustar possíveis variações de umidade podem ser adaptados sistemas de umidificação automática, borrifação manual, gotejamentos ou ainda panos ou esponjas umedecidas no interior da chocadeira.

O controle da umidade, segundo Blog Argeon (2015) é um fator importante, contudo, a maioria das chocadeiras comercializadas não vem com dispositivos para esta finalidade, mas ele evita alguns problemas e aumenta a taxa de eclosão. A casca do ovo apresenta uma certa rigidez, variável de acordo com a umidade do ar. Em um ambiente muito seco (baixa umidade) por exemplo, os pintinhos podem encontrar dificuldade para eclodir. O monitoramento da umidade do ar no interior da chocadeira pode ser feito com a instalação de um higrômetro.

No ambiente interno da chocadeira ocorre a transferência de calor entre o embrião (ovo) e o microambiente físico externo, por um ou mais mecanismos de transferência de calor. Segundo Halliday e Resnick (2016) pelo processo de condução os elétrons e átomos que constituem um sólido, vibram intensamente por causa da alta temperatura que estão expostos. Essas vibrações e a energia associada são transferidas ao longo de um material por colisões entre os átomos. O aquecimento do cabo de uma panela seria um exemplo desse processo.

Kashkin (1961), citado por Mora (2008) destaca que essa transferência entre o embrião (ovo) e o ambiente é dada principalmente pela perda de calor por convecção entre a casca do ovo e o ar circundante.

Ainda, segundo os autores, a transferência de calor por condução e radiação é quase desprezível na chocadeira elétrica. No caso da condução, a área de contato do ovo com a superfície é mínima e, no caso da radiação a perda também desprezível, já que a maioria dos ovos está rodeada por outros ovos com a mesma temperatura na superfície.

De acordo com Mora (2008) também podem influenciar nas taxas de transferências de calor a condutividade térmica dos principais componentes do ovo, como a casca, a gema, o albume e a câmara de ar. O próprio embrião, durante o seu crescimento, por meio das reações metabólicas produz calor: o calor sensível, quando sofre variações de temperatura provocadas principalmente pela convecção e o calor latente, determinado pela quantidade de água no interior do ovo que evapora, que pode ser medida pelo acompanhamento da massa do ovo.

Os pintinhos no interior dos ovos, conforme Lange et al. (2011) necessitam

absorver oxigênio e liberar dióxido de carbono. Enquanto se desenvolvem, devem ser abastecidos por uma ventilação crescente de quantidade de ar fresco. Nesse sentido, é importante que haja um arejamento adequado, equipando-se a chocadeira com orifícios de arejamento, tanto abaixo como acima do nível dos ovos. Também podem proporcionar essa ventilação, a instalação de ventiladores.

Mesquita (2011), citado por Vivan (2019) destaca que a trocas gasosas, processo relacionado com a captação de Oxigênio e liberação de CO₂, afetam o desenvolvimento embrionário, pois estão relacionadas com a eficiência das atividades metabólicas do embrião.

Outro fator muito importante é a movimentação(viragem) dos ovos. Conforme Lange et al. (2011) para manter os embriões centrados em desenvolvimento e prevenir que fiquem pegados às cascas, deve-se virar os ovos 3 vezes por dia, durante os primeiros 18 dias. A viragem regular dos ovos mantém o embrião centrado.

Essa viragem dos ovos pode ser efetuada manualmente em períodos regulares do dia ou com auxílio de dispositivos que executam uma viragem mecânica (automática). De acordo com Calil (2007), nos momentos iniciais da incubação, o processo de viragem auxilia na difusão dos gases (O₂ e CO₂) e alterações de pH, o que contribui para liquefação do albúmen, facilitando reações químicas do embrião. As incubadoras mecânicas normalmente realizam o processo de viragem 24 horas por dia, uma viragem/hora, com ângulo de 45° em relação ao eixo horizontal (ALMEIDA, 2008).

Para Hill (2004) o funcionamento ótimo de uma chocadeira, depende basicamente dos seguintes processos:

- É necessário que a capacidade de aquecimento e resfriamento sejam adequados e uniformes;
- A máquina deve ter a habilidade de reduzir a umidade visando atingir as necessidades;
- A chocadeira deve ter a capacidade de manter a temperatura do ar entre 36,1°C e 38,3°C, no período de incubação;
- A umidade relativa do ar deve ser ajustada para melhorar a eclosão e a qualidade dos pintainhos.
- O fluxo de ar entre a massa dos ovos deve ser consistente para que ocorra

a transferência adequada de calor entre os embriões e o ambiente;

- O ar introduzido deve atender às necessidades de oxigênio dos embriões;

O desempenho de um incubatório é avaliado pelo percentual de nascimentos, por isso as alterações devem ser determinadas e solucionadas o mais rápido possível, dentre elas, a variação de temperatura e umidade nas incubadoras (VIVAN, 2019).

Nas Figuras 6, 7 e 8 pode-se ter uma ideia dos principais modelos.

Figura 6 - Chocadeira com revestimento em madeira



Fonte: RIBEIRO, 2015.

Figura 7 - Chocadeira com revestimento em papelão.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 8 - Chocadeira com revestimento em isopor.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Durante o processo de incubação é possível fazer um acompanhamento conveniente através da ovoscopia, uma técnica que utiliza um feixe de luz que passa através dos ovos sem quebrá-los, observando se eles estão ou não com embrionados, se estão mortos, no princípio ou no final da incubação. Essas observações podem direcionar aos índices que indicam se foi bem sucedida ou não a incubação (VIVAN, 2019).

Geralmente fazem-se duas ovoscopias, ao 7º dia e ao 14º dia, considerando os ovos de galinha, cujo período de incubação fica entre 20 e 21 dias, sendo que na primeira retiram-se os ovos inférteis e com embriões mortos e na segunda seria para sanar dúvidas em relação a possíveis mortes do embrião. A Figura 9 representa um ovoscópio de fabrico caseiro.

Figura 9 - Ovoscópio



Fonte: CEFAS, 2016.

A construção de um ovoscópio também pode ser de fabrico caseiro. Pode ser feito de madeira, papelão grosso ou com um cano de PVC, alimentado por um circuito elétrico e uma lâmpada. O mesmo deve conter uma tampa e um orifício de posicionamento do ovo para receber o feixe de luz.

A incubação artificial de ovos ainda é uma tecnologia utilizada por grandes produtores e empresas. No entanto, quando adaptada pode se tornar acessível aos agricultores familiares, inclusive o uso de chocadeiras comunitárias e constituir uma ferramenta que irá potencializar a produção de galinhas caipiras. Boas taxas de eclosão dependem dos cuidados na produção e manejo dos ovos embrionados (SÁ et al, 2017), que por sua vez são relacionados a conceitos de física. Além de ovos de galinha, a incubadora pode ser empregada para chocar ovos de outras espécies de aves, inclusive de alguns répteis.

O uso de chocadeiras é um excelente artifício para otimizar a produção de matrizes. Uma ave pode chocar até 15 ovos por vez, já a chocadeira, dependendo do tamanho pode variar 20 a 100 ovos em uma única vez.

O custo para construir uma chocadeira também pode variar dependendo dos materiais a serem comprados. Uma chocadeira para 60 a 70 ovos, construída na propriedade mesmo comprando termostato, lâmpadas e fios fica em torno de 30% mais em conta que o valor de uma comercial.

5 METODOLOGIA

Este trabalho consiste no desenvolvimento e aplicação de uma proposta composta por uma sequência de atividades contextualizado com o cotidiano de aluno de uma escola rural. As atividades propostas visam a construção de uma chocadeira elétrica caseira e sua aplicação para o estudo do calor e da temperatura.

A investigação metodológica foi realizada em uma escola de campo localizada no município de São João – PR. A sequência de atividades envolveu 21 estudantes da segunda série do Ensino médio nas aulas da disciplina de Física.

As atividades foram desenvolvidas durante os meses de junho e julho de 2021 de forma híbrida por conta da pandemia da COVID-19, sendo: 12 horas aulas de forma remota e apenas a construção da chocadeira (prática) no presencial, num total de aproximadamente 4 horas. Nas atividades presenciais foram tomadas as

medidas preventivas conforme as orientações da Sesa, dentre elas: uso de máscara, distanciamento e uso de álcool em gel.

Na sequência será apresentada a descrição das principais atividades.

5.1 SÍNTESE DAS ATIVIDADES

A síntese da organização de cada momento pode ser observada no Quadro 1. O número total de aulas em turno regular foi de 12 horas/aulas e 04 aulas extraclasse. Os encontros foram denominados aqui de momentos, organizados geralmente por duas horas/aulas geminadas e são compostos por etapas previamente definidas e planejadas pelo professor.

Os momentos foram planejados contemplando a metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos. O desenvolvimento de cada etapa privilegiou atividades em grupo, onde além das interações e aprendizagem foram propostas situações problemas do mundo real, problematizações com o intuito de tornar a aprendizagem significativa.

As soluções dos problemas foram construídas em conjunto e com auxílio dos recursos tecnológicos disponíveis, por meio de leituras, pesquisas e troca de experiências.

Foram realizadas revisões/retomadas de conteúdo, aprendizagem de novos conceitos e aplicações práticas em cada momento. O professor foi o mediador da aprendizagem: auxiliando, facilitando, acompanhando e intervindo sempre que necessário utilizando-se dos recursos disponíveis: aulas via *Google Meet*, mensagens e áudios via *WhatsApp*.

O produto final culmina com a construção da chocadeira elétrica com funcionalidade, aplicando os conhecimentos adquiridos ao longo do desenvolvimento do projeto.

Para cada momento, foram contemplados conteúdos de Física previstos para a 2ª série do Ensino Médio, conforme Plano de trabalho do docente (PTD): calor, temperatura, unidades de medidas, processos de propagação de calor, calor específico, capacidade térmica, leitura, interpretação, produção textual e oral.

Quadro 1 – Síntese das atividades.

MOMENTO	PRINCIPAIS ATIVIDADES	APRENDIZAGEM POR PROJETOS (COMPONENTES)	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA
1º Momento 02 horas aulas	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação da proposta de trabalho com projeto; - Instigação– Vídeo institucional; - Atividade em grupo; - Leitura de uma notícia, roda de conversa; - Produção do mapa mental (sondagem); - Leitura complementar (em casa); - Questionário diagnóstico para as famílias. 	<ul style="list-style-type: none"> - Âncora; - Questão motriz; - Trabalho em equipe; - Investigação; - Reflexão; 	<ul style="list-style-type: none"> - Subsúnciores; - Motivação; - Apresentação do Material potencialmente significativo;
2º Momento 02 horas aulas	<ul style="list-style-type: none"> - Socialização da tarefa de casa (leitura); - Problematização; - Atividade em grupo: Pesquisa, produção de cartaz; - Vídeos – Conceitos de temperatura e calor; - Exposição oral pelo professor; - Atividade Demonstrativa – Processos de transmissão de calor; - Socialização e registro do aprendido; - Exercícios de fixação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Situação problema; - Investigação e pesquisa; - Trabalho em equipe; - Reflexão; - Feedback e Revisão; 	<ul style="list-style-type: none"> - Reconfiguração e ampliação dos conhecimentos; - Material significativo; - Diferenciação progressiva;
3º Momento 02 horas aulas	<ul style="list-style-type: none"> - Retomada e roda de conversa sobre aula anterior; - Problematização; - Análise dos componentes da garrafa térmica, leitura e compreensão de texto informativo; - Vídeo: Processos de transmissão de calor; - Pesquisa, leitura e discussão sobre: calor específico e capacidade térmica; - Exercícios de fixação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reflexão; - Situação - problema; - Trabalho em grupo; - Feedback e revisão; - Processo de investigação e pesquisa; 	<ul style="list-style-type: none"> - Construção do sentido e significado; - Material potencialmente significativos; - Ancoragem e interação entre conhecimentos prévios e novos conhecimentos; - Diferenciação progressiva;

<p>4º Momento 02 horas aulas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Reportagem do Globo Rural – Uma experiência de sucesso numa Casa Familiar Rural; - Problematização; - Leitura e discussão do texto: Aspectos físicos envolvidos na chocadeira elétrica; - Organização dos grupos para construção da chocadeira; - Pesquisa de modelos de chocadeiras elétricas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reflexão; - Situação – problema; - Cooperação e trabalho em grupo; - Processos de pesquisa e investigação; 	<ul style="list-style-type: none"> - Conteúdo significativo; - Reconfiguração e ampliação dos conhecimentos pré-existentes; - Motivação, interesse;
<p>5º Momento 04 horas aulas Extraclasse</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Assistir ao vídeo do Fantástico sobre o funcionamento da chocadeira elétrica; - Socializar os modelos escolhidos pelos grupos da chocadeira a ser construída; - Problematização; - Iniciar a construção da chocadeira com os materiais disponíveis. 	<ul style="list-style-type: none"> - Situação – problema; - Cooperação e trabalho em grupo; - Voz e escolha; - Reflexão; 	<ul style="list-style-type: none"> - Conteúdo potencialmente significativo; - Verificação da aprendizagem com situações reais; - Ampliação dos conhecimentos;
<p>6º Momento 02 horas aulas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Problematização; - Conhecer os principais elementos do circuito elétrico e suas funções; - Instalação do circuito elétrico da chocadeira; - Calibração do termostato e teste inicial com ajuda de um técnico; - Construção do ovoscópio (foi sugerido) substituído pela lanterna do celular; - Exercícios de revisão. 	<ul style="list-style-type: none"> - Situação – problema; - Cooperação e trabalho em equipe; - Voz e escolha; - Feedback e revisão; 	<ul style="list-style-type: none"> - Material potencialmente significativo; - Ampliação e reconfiguração dos subsunçores; - Diferenciação progressiva.
<p>7º Momento 02 horas aulas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Problematização; - Gincana de Revisão (Quiz); - Produção do manual de como utilizar a chocadeira elétrica (Língua Portuguesa); - Produção do mapa mental individual após o estudo e término do projeto; - Questionário aberto para os estudantes sobre os resultados obtidos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Situação problema; - Reflexão; - Cooperação e trabalho em equipe; -Feedback e revisão; - Apresentação dos resultados; 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação da aprendizagem; - Mapa mental; - Ampliação e reconfiguração dos subsunçores;

Inicialmente os estudantes foram submetidos a atividades de avaliação diagnóstica individuais, conforme apresentadas nos momentos iniciais da descrição das atividades. Elas foram elaboradas a fim de levantar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca do conteúdo a ser abordado, suas carências/dificuldades e conceitos já elaborados. Essas informações obtidas, a partir desse trabalho serviram de “âncora” para a aquisição de novos conhecimentos. Esses conceitos, já adquiridos são definidos por David Ausubel como subsunçores e são fundamentais para que ocorra uma aprendizagem significativa.

Após a realização da avaliação diagnóstica, deu-se início ao desenvolvimento do projeto, cuja aplicação foi de aproximadamente seis semanas e a maioria das atividades foram adaptadas para o modelo híbrido e parte delas foram realizadas em grupo, mesmo que de forma virtual. Ao final do projeto a mesma atividade de avaliação diagnóstica foi proposta a fim de comparar os resultados obtidos com a avaliação diagnóstica.

5.2 ANÁLISE DOS DADOS

A fim de avaliar o desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes utiliza-se uma análise qualitativa dos pré e pós teste além da observação do desempenho dos alunos durante todas as etapas da aplicação da proposta.

5.3 CONSTRUÇÃO DA CHOCADDEIRA

A construção desse equipamento pode ser facilmente executada em uma pequena propriedade com materiais de baixo custo que podem variar conforme disponibilidade e o conhecimento do produtor. Os principais materiais a serem utilizados na construção de uma chocadeira de baixo custo são estão apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Lista de itens básicos necessários para construção da chocadeira elétrica.

Materiais a serem comprados	Materiais que podem ser aproveitados
2 lâmpadas de 60W	½ m de tela ou grade
1 lâmpada de 100W (ovoscópio)	1 Caixa de papelão/ isopor ou madeira com tampa
4 m de fiação	Madeira, 1m de ripa (madeira)
2 Soquetes em cerâmica ou porcelana	Martelo, Alicates, Serrote, Chave de fenda, Furadeira, Cola quente
1 termostato	3 ou 4 potes/bacias ou bandejas de plástico
1 higrômetro	½ m tela (sombrite)
Papel alumínio	½ m de cano PVC

Fonte: Autoria própria, 2021.

5.2.1 Manual de construção da chocadeira

Na sequência será apresentado um passo a passo de como construir uma chocadeira caseira:

1 - Escolha uma caixa de madeira, papelão ou isopor e revista as paredes internas com papel alumínio (conforme Figura 10), esse revestimento dificulta absorção do calor em forma de radiação.

Figura 10 - Revestimento interno da chocadeira.



Fonte: Autoria própria, 2021.

2 - Comece a preparação da caixa instalando um forro com uma tela em uma altura média (8 cm do fundo). O suporte para que a tela fique a altura desejada pode ser com pedaços de madeira/ripas (conforme Figura 11), presas no fundo da caixa de modo que fique bem firme para os ovos ficarem sobre a grelha que vai se movimentar sobre a tela. Uma haste metálica pode ser soldada, ou presa à grelha até a extremidade da caixa que servirá de mecanismo para empurrar e puxar a grelha e que movimentará os ovos. A grelha pode ser um pedaço de grade de geladeira, ou uma tela metálica.

Figura 11 - Colocação da tela e grelha de proteção na chocadeira.



Fonte: Autoria própria, 2021.

3 - Crie uma abertura lateral na caixa para acessar a parte interna (conforme Figura 12), de modo que seja possível fechar essa abertura quando não estiver em uso. Uma película transparente pode auxiliar no monitoramento da parte interna, sem a necessidade de abrir a chocadeira.

Figura 12 - Aberturas para ventilação e visualização do espaço interno.



Fonte: A autoria própria, 2021.

4 - Alguns furinhos podem ser feitos na parte superior, inferior e laterais da caixa (conforme Figura 13) para a entrada de oxigênio e para dispensar o calor excessivo no interior da caixa (de 04 a 10 orifícios). Eles podem ser fechados ou abertos conforme a necessidade de ajustes na ventilação.

Figura 13 - Furos para oxigenação e saída de calor.



Fonte: A autoria própria, 2021

5 - No fundo da caixa, abaixo da grelha, (conforme Figura 14) coloque os recipientes com água, que ajudará a manter a umidade ideal e tornar a eclosão dos ovos mais fácil. Faça aberturas laterais como se fossem portas para introduzir os recipientes, abastecer e fazer higienização.

Figura 14 - Colocação de recipientes com água na parte inferior da chocadeira.



Fonte: Autoria própria, 2021.

6 - Perfure a tampa da caixa e instale a(s) lâmpada(s) de modo que ela fique sobreposta a grelha e ajude a aquecer o espaço interno da caixa (conforme Figura 15). Elas podem ser fixadas na parte superior da caixa ou distribuídas na lateral. Em média duas lâmpadas são suficientes.

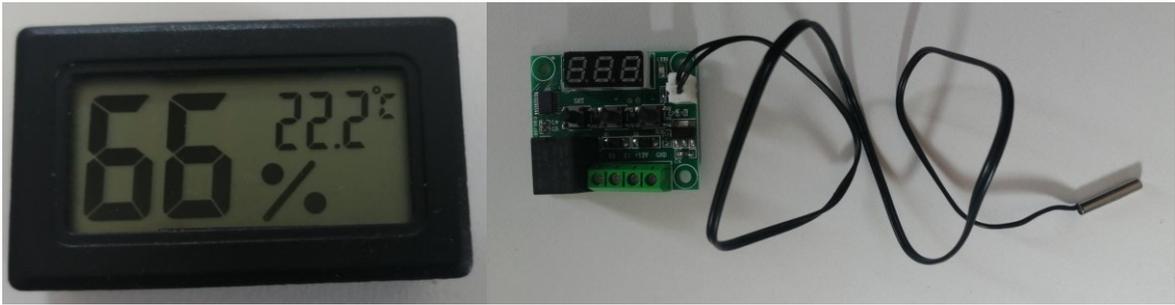
Figura 15 - Instalação das lâmpadas.



Fonte: Autoria própria, 2021.

7 - Instale os aparelhos de medição de temperatura e de umidade: termostato e o higrômetro (Figura 16); e no caso de a temperatura estar abaixo da ideal, que é entre 37° e 38° C, instale mais lâmpadas. Existem tutoriais para instalação de diferentes modelos no Youtube, como por exemplo, https://www.youtube.com/watch?time_continue=9&v=Alml-VpoGKo

Figura 16 - Instalação do termostato e higrômetro.



Fonte: Autoria própria, 2021.

8 - Caso a umidade esteja muito baixa (menor que 40%), abra mais orifícios na caixa, de modo a entrar ar mais fresco no interior da caixa e manter a umidade ideal. Outra opção para alcançar a umidade desejada, é aumentar o volume de água nos recipientes, umedecer uma esponja (conforme Figura 17) ou instalar um frasco que produza gotejamento no interior da chocadeira.

Figura 17 - Recursos para melhorar a umidade desejada.



Fonte: Autoria própria, 2021.

9 - Por fim, lembre-se de virar os ovos manualmente (conforme Figura 18) aproximadamente a cada 08 horas a partir das primeiras 48 horas do início do processo. Pode-se efetuar movimentos de vai e vem com a grade a cada intervalo de tempo.

Figura 18 - Movimentação dos ovos.



Fonte: Autoria própria, 2021.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

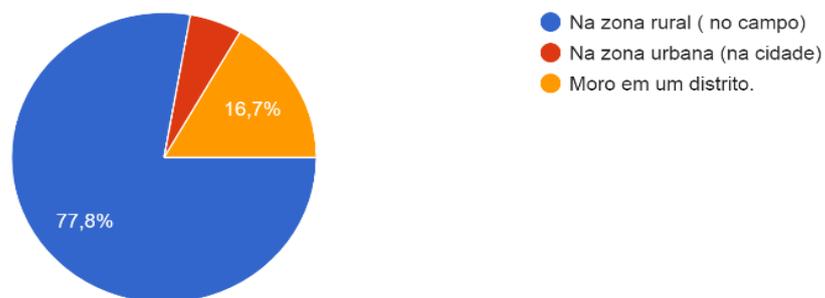
Ao longo dos resultados são apresentadas algumas imagens enviadas pelos estudantes e por este motivo algumas figuras não estão tão nítidas e enquadradas, pois em virtude da pandemia COVID-19 a maioria das atividades realizadas remotamente e enviadas pelo *WhatsApp* pelos próprios estudantes.

6.1 QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

Inicialmente é apresentado uma análise do questionário aplicado às famílias dos estudantes para diagnóstico das suas realidades.

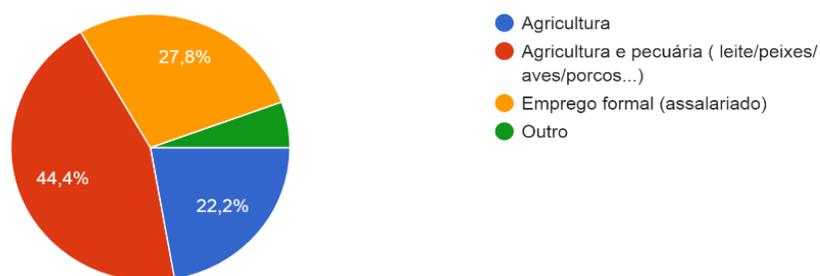
As primeiras questões, como observamos nos Gráficos 1 e 2, identificam a zona de residência das famílias e a sua principal fonte de renda. Dos 21 estudantes, 18 responderam ao questionário.

Gráfico 1 - Onde sua família reside?



Fonte: Autoria própria, 2021.

Gráfico 2 - Qual é a principal fonte de renda da família?



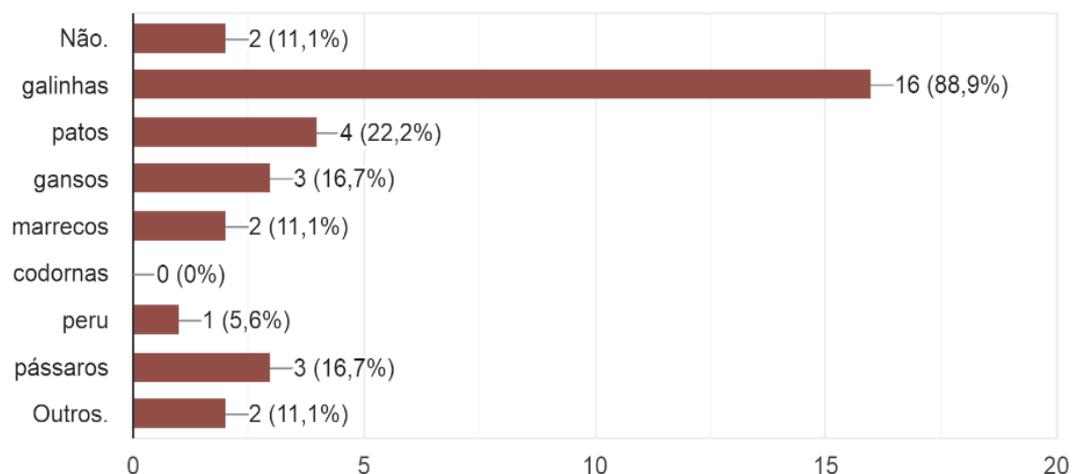
Fonte: Autoria própria, 2021.

O fato de a maioria dos estudantes residirem no campo ou em áreas próximas (distritos) terem como principal fonte de renda a agricultura familiar ou pecuária, reforça a necessidade de um trabalho educacional voltado para esta realidade.

Percebe-se também que uma parcela significativa das famílias (44,4%) concilia mais do que uma atividade econômica no campo, garantindo sua subsistência a partir de uma diversidade de atividades, pois a maioria é composta por pequenos agricultores ou trabalhadores, agregados de latifundiários.

Outro aspecto importante constatado no questionário, conforme Gráfico 3, são as criações de aves existentes nas propriedades dos estudantes. A maioria respondeu que tem criação de aves em pequena escala para o próprio consumo da família. Esta demanda pode favorecer a implantação de uma chocadeira elétrica de baixo custo nas propriedades, visto que as criações são variadas e em pequena escala.

Gráfico 3 - Na sua propriedade existe alguma produção de aves? Quais?

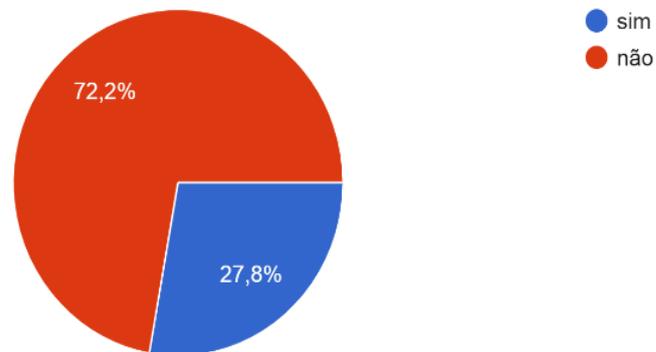


Fonte: Autoria própria, 2021.

Também foram levantados alguns conhecimentos dos estudantes a respeito de período de incubação dos ovos de algumas aves, temperatura adequada e índice de inclusão.

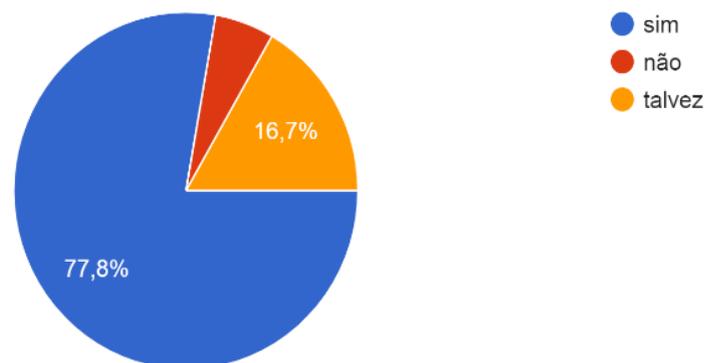
Para finalizar foi perguntado quanto ao interesse de conhecer e construir uma chocadeira elétrica de baixo custo com os materiais disponíveis na propriedade. A manifestação pelo interesse foi bem satisfatória. Conforme podemos constatar nos Gráficos 4 e 5.

Gráfico 4 - Você já viu ou conhece uma chocadeira elétrica?



Fonte: Autoria própria, 2021.

Gráfico 5 - Gostaria de conhecer e aprender construir uma chocadeira elétrica e quem sabe ter uma na sua propriedade?



Fonte: Autoria própria, 2021.

O interesse pela construção da chocadeira elétrica demonstrado pelos estudantes foi um aspecto bem relevante para o início e desenvolvimento das atividades.

Esta constatação converge com Moreira (1995), onde ele cita que Ausubel propõe na sua teoria da aprendizagem significativa que uma das condições para a ocorrência dessa aprendizagem é que o material a ser aprendido seja relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz. Outra condição, é que o estudante manifeste uma disposição para relacionar de maneira substantiva e não-arbitrária o novo material a sua estrutura cognitiva.

Sendo assim, independentemente do quão o estudante estiver motivado a aprender, nem o processo, nem o produto da aprendizagem serão significativos, se o material não for potencialmente significativo.

6.2 AVALIAÇÃO DOS CONCEITOS - MOMENTO 01

Moreira (1982) reforça que a aprendizagem significativa proposta por Ausubel é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, os conceitos subsunçores. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação se ancora em conceitos relevantes. Diagnosticar esses conceitos é parte relevante do processo de aprendizagem e cabe ao professor oportunizar esse momento, bem como planejar estratégias para efetivação.

A aplicação do pré-teste configura numa ferramenta importante para o trabalho pedagógico, principalmente na organização dos próximos momentos da execução do projeto. Esse diagnóstico forneceu dados significativos para fazer a análise do processo de aprendizagem partindo desses conhecimentos já pré-estabelecidos.

Com o objetivo de averiguar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o conteúdo calor, foi proposto a construção de um mapa mental individual e sem consulta aos materiais.

Segundo Galante (2013) o mapa mental é uma ferramenta pedagógica que proporciona um interessante meio para que o educador possa mensurar a sua forma de ensinar e o aprendizado dos estudantes de uma forma mais dinâmica e menos tradicional.

Utilizando-se desta ferramenta, a atividade diagnóstica foi realizada no primeiro encontro de aplicação do projeto, denominado aqui de Momento 01. Na Figura 19, percebe-se que o estudante menciona alguns conceitos estudados anteriormente em Termometria, onde demonstra já estabelecer alguma relação entre calor e outros conceitos, porém sem uma diferenciação.

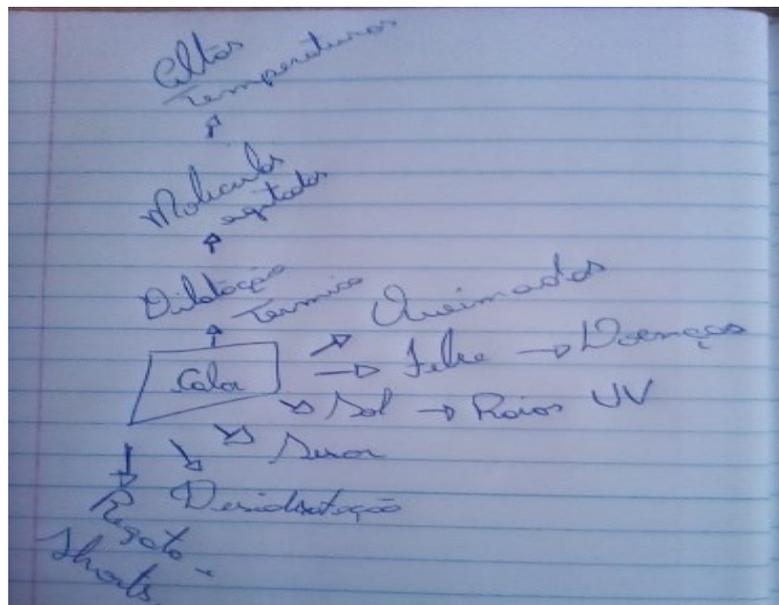
Figura 19 - Pré-teste mapa mental 1



Fonte: Organizado pelo autor, 2021.

Percebe-se neste momento que o estudante Y, da Figura 20 elabora uma lista de termos/conceitos relacionados ao elemento central calor, porém, já coloca uma organização hierárquica progressiva parcial, onde os conceitos, como por exemplo calor e temperatura já são diferenciados, porém, não caracterizados.

Figura 20 - Pré-teste mapa mental 2



Fonte: Organizado pelo autor, 2021.

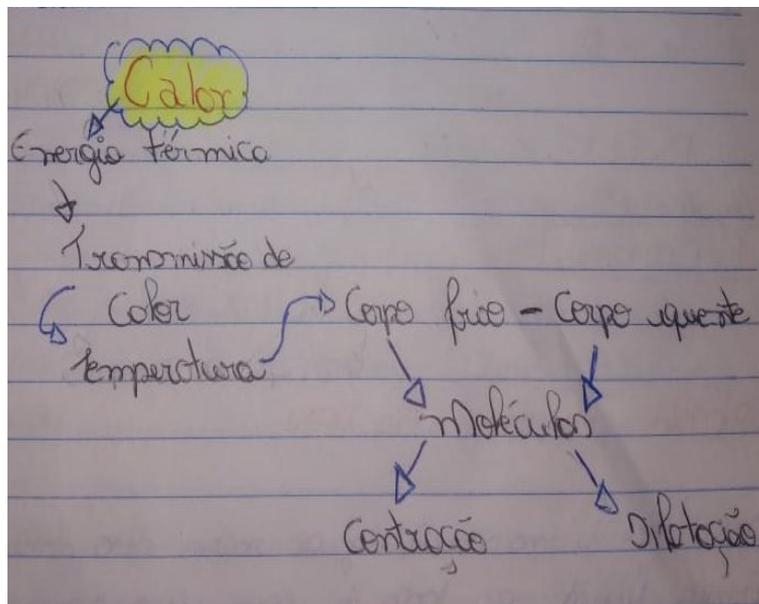
Nota-se que o estudante relaciona temperatura com a teoria cinética da matéria, a ideia de agitação molecular, enquanto o termo calor é relacionado à uma lista de palavras do cotidiano, geralmente utilizados nas situações em que as

peessoas se referem ao calor, ou seja, não há uma distinção clara entre os dois conceitos.

O estudante Z, como mostra a Figura 21 estabelece diferenciação entre os conceitos calor e temperatura e já consegue relacionar alguns conceitos e forma progressiva, porém ainda de maneira bem simples.

Nota-se que este estudante relaciona o conceito de calor como uma forma de energia que se transfere de um sistema para outro e associa a grandeza temperatura ao nível de agitação das moléculas desse corpo.

Figura 21 - Pré-teste mapa mental 3



Fonte: Organizado pelo autor, 2021.

Ao analisar o pré-teste pode-se observar que a alguns estudantes apresentam dificuldade em utilizar o conhecimento científico para diferenciar calor e temperatura e suas relações com outras grandezas. As relações feitas são a partir de termos normalmente do cotidiano, utilizando-se do conhecimento empírico e muitas vezes não condizente com os conceitos utilizados pelos teóricos. Muitos relacionam calor com fogo, dias quentes e aquecimento.

Esses mapas mentais permitem uma possível representação de pequenas diferenças entre os conceitos já estabelecidos pelos estudantes a partir do que já foi estudado e este conhecimento (subsunçor) é a âncora para a aprendizagem de novos conhecimentos.

A atividade diagnóstica foi realizada remotamente os alunos com acesso ao *Google Meet* realizaram durante a aula e os estudantes atendidos pelo material impresso receberam as orientações no grupo de *WhatsApp* e encaminharam ao professor pelo app. Alguns estudantes mesmo com a orientação de não consultar outras fontes, procederam desta forma, apresentando mapas mentais com estruturas mais consistentes, “possivelmente” copiadas. Na Figura 22, podemos observar um exemplo desses mapas.

Figura 22 - Pré-teste mapa mental 4



Fonte: Organizado pelo autor, 2021.

Outro momento importante no primeiro encontro foi a discussão da problemática: Existe relação entre a produção (incubação) dos ovos e o conteúdo de Física estudado até o momento. Os estudantes durante a aula no *Google Meet* interagiram e expressaram seus conhecimentos, os do material impresso participaram via grupo *WhatsApp*.

Dentre algumas relações citadas por eles estão: O estudante X respondeu: “Sim, pois para a produção é necessário o conhecimento de temperatura e calor para a incubação dos ovos e a temperatura correta”. Outro estudante Y, relata: “Sim a temperatura e o calor desde a choca até dentro do aviário”. O estudante Z, escreve: “Sim porque precisamos saber sobre a temperatura e calor e demais

diagnósticos para conseguir produzir uma chocadeira e que funcione de maneira correta”.

Segundo Moreira e Masini (1982), a essência do processo de aprendizagem significativa de Ausubel, está em as ideias serem simbolicamente expressas e relacionadas de maneira não arbitrária e substantiva ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto relevante da estrutura de conhecimento subsunçor já significativo, que pode ser um conceito, um símbolo ou proposição.

As contribuições destes estudantes demonstram que eles estabelecem relações entre o conteúdo estudado e o processo de produção/incubação dos pintinhos, atividade esta, que mesmo pelo processo natural, está presente nas suas propriedades.

Outra reflexão importante proposta no primeiro encontro, foi a leitura do texto sobre o calor. “Um pouco do contexto histórico” onde foi possível conhecer alguns dos diferentes conceitos do calor em período, bem como a sua interpretação em diferentes épocas e contextos. Alguns estudantes encontraram dificuldades em dizer algo em relação construção do conhecimento científico ao longo do tempo. Construímos coletivamente essa relação, durante a aula no *Google Meet*. Quanto a apoiar uma teoria, alguns ainda acreditam na hipótese do calor como substância presente nos corpos, outros concordam com energia em trânsito, mas sem muita convicção.

Na concepção de ensino-aprendizagem, Ausubel considera que aprender verdadeiramente é ampliar e reconfigurar saberes já existentes, ou seja, considera que o estudante já conhece para que a partir daí, avance nos conhecimentos (MOREIRA, 1999).

6.3 ANÁLISE DO MOMENTO 2

O início deste encontro se deu a partir da discussão para diferenciar as grandezas calor e temperatura. Para os estudantes participantes do *meet* foi proposto uma pesquisa e a produção de um cartaz colaborativo utilizando-se do *Jamboard*, uma ferramenta disponível na sala de aula virtual. Nesta atividade os estudantes foram instigados a escolher imagens, conceitos e símbolos na internet que pudessem diferenciar as grandezas. Para os estudantes de material impresso

foram disponibilizados testes explicativos e no grupo de *WhatsApp* vídeos curtos e objetivos. A produção criada por eles pode ser observada na Figura 23.

Figura 23 - Cartaz produzido coletivamente para diferenciar calor e temperatura.

DIFERENCIANDO DUAS GRANDEZAS FÍSICAS: (Utilize texto, imagens, símbolos, e exemplos para diferenciar:

TEMPERATURA

A temperatura é uma medida da energia cinética de todos os átomos e moléculas constituintes de um corpo.

A temperatura é uma grandeza física escalar que pode ser definida como a medida do grau de agitação das moléculas que compõem um corpo.

Graus Celsius (°C), Graus Fahrenheit (°F), Kelvin (K) (unidade-padrão de temperatura segundo o SI).

CALOR

O calorímetro é um aparelho utilizado em laboratórios para fazer estudos sobre a quantidade de calor trocada entre dois ou mais corpos de temperaturas diferentes.

A unidade de medida mais utilizada para o calor é a caloria (cal), mas a sua unidade no SISTEMA INTERNACIONAL é o Joule (J).

Calor é a energia transferida de um corpo para outro em virtude, unicamente, de uma diferença de temperatura entre eles.

SUBSTÂNCIA	CALOR ESPECÍFICO (J/Kg°C)
Água	4,18
Cabo	0,89
Alumínio	0,21
Arroz	0,38
Vidro	0,84
Aço	0,48
Dióxido	0,68

Fonte: Organizado pelo autor, 2021.

Como estes conceitos já haviam sido discutidos no estudo da Termometria, os estudantes demonstraram entendimento quanto as diferenças entre eles. Foi reforçado e registrado o conceito, os instrumentos de medida, as unidades adotadas pelo Sistema Internacional de Unidades e alguns exercícios de aplicação.

Partindo desses conceitos, aprofundou-se o estudo do calor tendo como base a problemática: “Como aquecer os ovos e manter a temperatura ideal para incubação e nascimento dos pintinhos?” Essa discussão culminou com a importância de conhecer como o calor se propaga ou se transfere de um corpo/sistema para outro. Com auxílio de uma apresentação em slides o professor fez oralmente a explicação dos três processos de propagação de calor. Utilizando-se de imagens e situações do cotidiano para contextualizar cada processo.

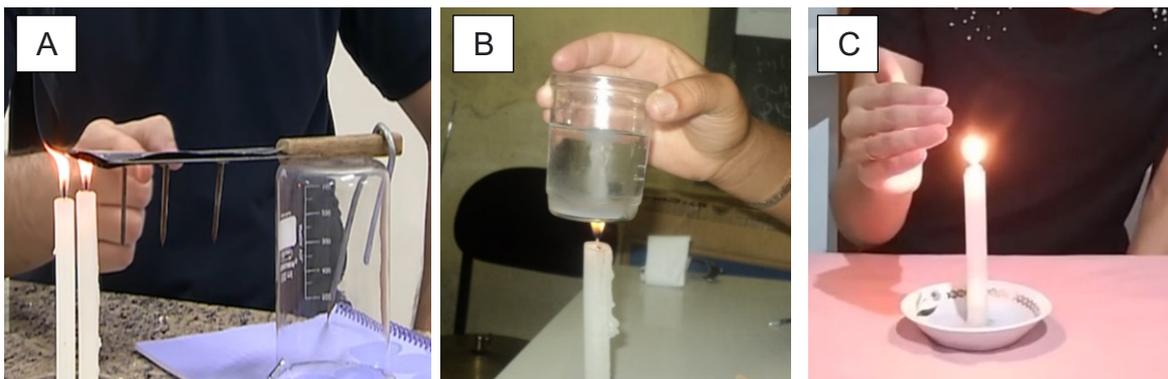
Antecipadamente o professor fez a gravação da demonstração de três situações que ilustram a propagação de calor em cada um dos processos. Esta atividade estava prevista para ser realizada presencialmente em grupos com roteiros, porém teve que ser adaptada para o modelo remoto. Abaixo tem-se uma ideia de como foi a demonstração na Figura 24.

Na imagem A o professor utilizando-se de materiais simples como uma barra metálica, pregos, parafina e velas demonstrou como se dá a propagação de calor por condução enfatizando os principais meios onde ela ocorre e como se dá o processo.

Na imagem B procurou-se demonstrar onde e como se dá o processo de convecção do calor, utilizando-se de uma vela acesa e um copo com substâncias diferentes (leite e água) que ao serem aquecidas evidenciam as correntes de convecção.

Na imagem C buscou-se demonstrar como se dá o processo de radiação de calor, utilizando-se também de uma vela acesa como fonte de calor e a mão do professor sendo aproximada da chama em diferentes posições para perceber a transferência de calor por ondas eletromagnéticas principalmente.

Figura 24 - Processos de transferência de calor



Fonte: Autoria própria, 2021.

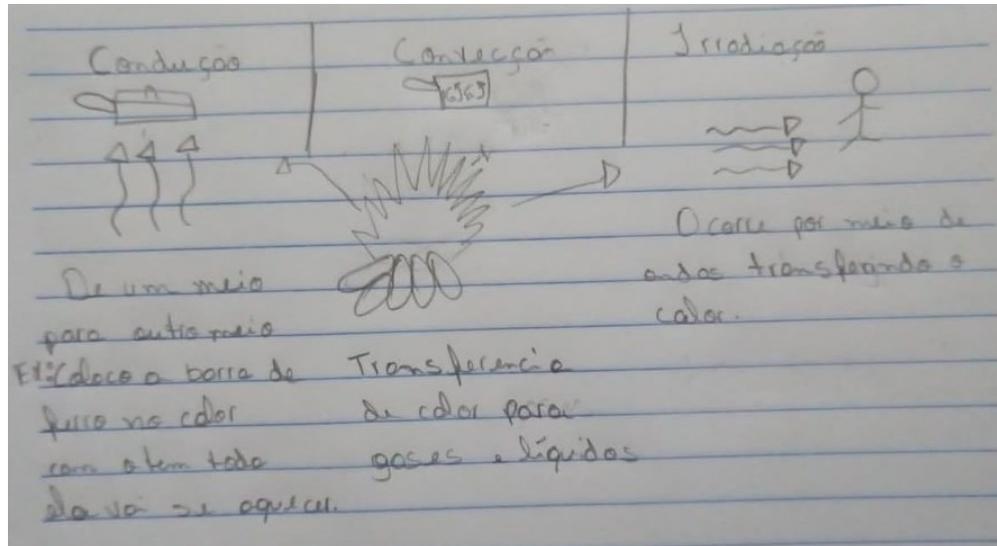
Ao relacionar os processos de transferência de calor com situações do cotidiano dos estudantes, como por exemplo alguns fenômenos que ocorrem na cozinha durante a preparação de alimentos, tornou o processo de aprendizagem familiar.

Durante a apresentação das demonstrações foram feitas pausas para indagações, mediar discussões das hipóteses por parte dos estudantes e conhecer as percepções dos estudantes.

Os estudantes participaram ativamente das discussões, relacionando as situações do dia evidenciando os processos de transferência de calor, os meios onde ocorrem com mais frequência. A avaliação do momento se deu por meio da interação, registros, exercícios e esquemas como podemos observar nas Figuras

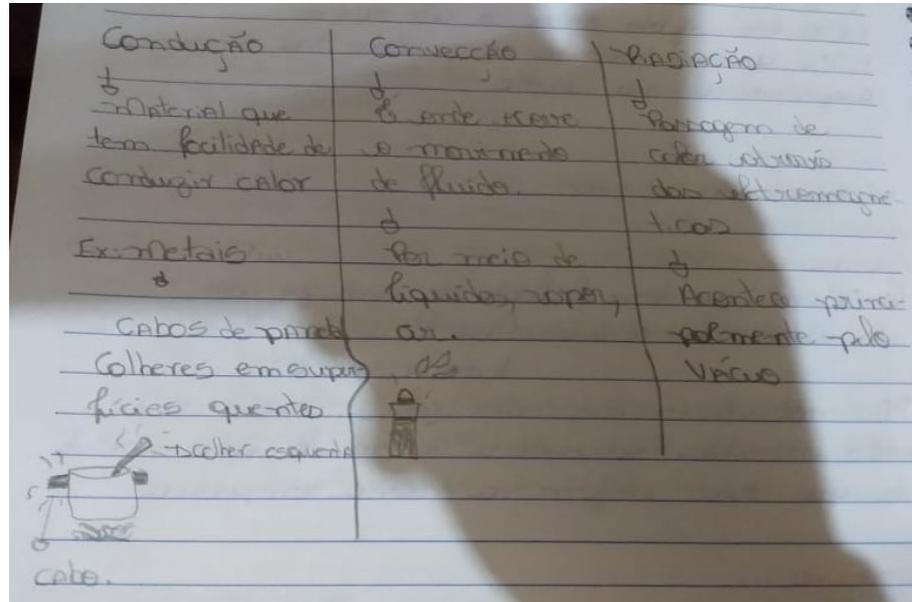
25 e 26. As imagens foram enviadas pelos alunos, assim algumas não estão tão nítidas.

Figura 25 - Como ocorre a transferência de calor.



Fonte: Organizado pelo autor, 2021.

Figura 26 - Como ocorre a transferência de calor.



Fonte: Organizado pelo autor, 2021.

Ao serem instigados a diferenciar os processos utilizando-se de suas próprias palavras nota-se que os estudantes apresentam algumas limitações na utilização de vocabulário científico, porém, demonstraram compreensão e as principais diferenças entre os processos.

6.4 ANÁLISE DO MOMENTO 3

Para Moreira (1995) uma das condições para que ocorra a aprendizagem significativa é que o material a ser aprendido seja relacionável à estrutura cognitiva do estudante, isso o torna potencialmente significativo. Porém além disso é necessário que o estudante tenha disponível em sua estrutura cognitiva os subsunçores adequados.

Este momento foi decisivo para que os estudantes tivessem clareza das características dos materiais a serem utilizados na construção da chocadeira. Dentre essas características o momento permitiu uma análise e discussão acerca da classificação dos materiais que facilitam ou dificultam a propagação do calor, ou seja: condutores e isolantes térmicos.

Oralmente o professor fez uma retomada dos processos de propagação de calor e dos materiais isolantes e condutores a partir da problemática: “Como manter o equilíbrio térmico no interior de um ambiente? Ou como dificultar as trocas de calor de um corpo com o meio externo? Que materiais podem ser utilizados e por quê?”

Para contextualizar essa conversa o uso de uma garrafa térmica, dispositivo conhecido pela maioria dos estudantes foi um importante facilitador da contextualização do conteúdo. Com ela desmontada conforme Figuras 27, observando atentamente as partes e por meio de perguntas propositivas foi possível interagir com a turma através do *Meet*, ouvindo as suas concepções e fazendo intervenções onde necessário.

Figura 27 - Garrafa térmica



Fonte: Autoria própria, 2021.

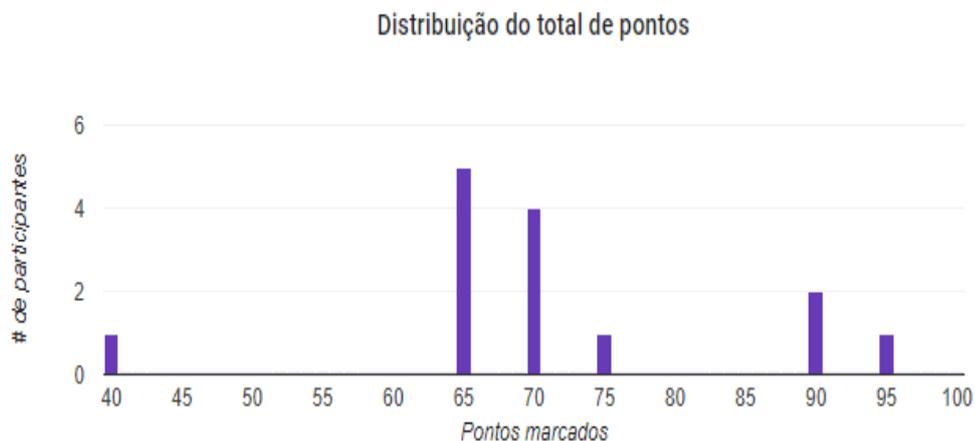
Após as discussões acerca do calor relacionado ao funcionamento da garrafa os estudantes fizeram a leitura do texto informativo sobre o conteúdo abordado e questões para registrar os conhecimentos adquiridos. A participação deste momento foi bem positiva por parte dos estudantes.

Aos estudantes sem acesso às aulas via *google meet*, foi disponibilizado um vídeo explicativo, o texto de apoio e o professor atendeu via *whatsapp* para sanar as dúvidas.

Como instrumento de análise da aprendizagem dos conteúdos estudados até esse momento, foi proposto uma atividade que consistiu num formulário *Google Forms*, onde em duplas os estudantes acessaram e responderam questões teóricas e de cálculos sobre o conteúdo estudado até o momento.

A Figura 28 apresenta os resultados obtidos pelas duplas numa escala de 0 a 100. A atividade foi realizada em duplas de forma remota. Era composta por 13 questões teóricas envolvendo conceitos, cálculos e aplicações dos conhecimentos estudados até o momento.

Figura 28 - Resultado obtido na atividade realizada em duplas sobre calor



Fonte: Autoria própria, 2021.

Analisando as respostas do questionário constatou-se que apenas uma dupla de estudantes que realizaram a atividade não obteve a média esperada na compreensão dos conteúdos. Dentre as questões com maior número de acertos ficou com 92% a questão em que perguntava como se dava o processo de propagação de calor em uma colher de madeira.

A questão onde os estudantes apresentaram maiores dificuldades foi a questão sobre a convecção térmica. 42,9% responderam erroneamente, marcando que no verão o ar frio deve entrar pela parte inferior da sala. Esses resultados levaram o professor a fazer uma nova abordagem do conteúdo no momento posterior para esclarecer dúvidas.

6.5 ANÁLISE DO MOMENTO 04

Este momento foi de grande importância para o desenvolvimento do projeto. As equipes tinham o grande desafio pela frente: a construção de uma chocadeira elétrica a partir do modelo escolhido pelos participantes, levando em consideração os materiais disponíveis nas propriedades, o grau de complexidade de sua construção e o local do encontro entre os participantes para a atividade prática.

Desde o início, os estudantes já esperavam e queriam saber o que precisava para a construção de uma chocadeira elétrica. Para isto, foi necessário conhecer um pouco mais sobre como é uma chocadeira, como funciona e quais aspectos da Física estão envolvidos no processo de construção e funcionamento dela.

Previamente o professor elaborou um texto teórico com o título “*Aspectos físicos envolvidos em uma chocadeira*” como material de apoio para a discussão da problemática do encontro: “Que conhecimentos de Física são necessários para construir e utilizar uma chocadeira elétrica”.

Durante a aula foi realizada a leitura e a discussão dos aspectos envolvidos. Os estudantes via *Google Meet* participaram ativamente, fazendo questionamentos, tirando dúvidas e contribuindo com o que já sabiam a respeito. Estavam ansiosos para o momento da aula prática.

Aos estudantes sem acesso as aulas *via meet*, foi disponibilizado o texto digitalizado e impresso. Para auxiliar na compreensão, alguns vídeos de apoio também foram disponibilizados no grupo de *WhatsApp*.

A partir da compreensão dos aspectos envolvidos como: sugestão de materiais isolantes, a temperatura ideal e como obter o equilíbrio térmico, a ventilação, a movimentação dos ovos, as fontes de calor a serem utilizadas, o controle da umidade do ar entre outros aspectos, possibilitou às equipes a ideia do funcionamento da chocadeira. Isto auxiliou na definição do modelo a ser escolhido.

Ao assistirem o vídeo da reportagem do Programa Globo Rural de um modelo desenvolvido por uma escola em Santa Catarina, a motivação das equipes ficou bem mais perceptível, algumas já queriam definir naquele momento a sua produção.

Estava prevista uma visita ao incubatório comercial na cidade vizinha e uma visita à uma propriedade rural onde uma chocadeira era utilizada, porém, por conta da pandemia essas atividades foram suspensas.

A partir desse momento, as equipes conversaram e definiram, levando em conta as condições e os materiais disponíveis nas propriedades, definiram os modelos a serem construídos e postaram no grupo para conhecimento do professor e demais colegas.

6.6 ANÁLISE DO MOMENTO 05

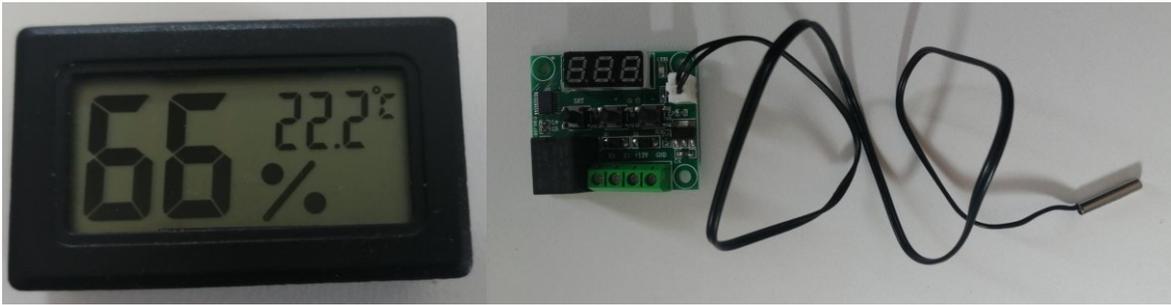
Este momento aconteceu em horário de contraturno e na forma presencial. É importante destacar que na formação das equipes para a construção das chocadeiras, eles se organizaram por proximidade. As equipes se reuniram em uma residência para juntos produzirem a sua chocadeira.

Essa etapa do trabalho ocorreu por um período de aproximadamente 10 dias. Com agendamento dos encontros o professor visitou as equipes para orientar e auxiliar nas dúvidas durante a construção. O professor disponibilizou um kit com termostato, sensor de temperatura e um higrômetro para cada equipe, conforme Figura 29.

O modelo de termostato utilizado foi o W1209, com cabo sensor de temperatura. Um dos mais populares e comercializados para incubadoras. A fonte de alimentação do dispositivo é de 12V.

Um vídeo com as orientações de como instalar o termostato também foi encaminhado. Uma equipe teve dificuldades e acabou queimando em curto-circuito o dispositivo.

Figura 29 - Kit eletrônico: higrômetro/termostato com sensor



Fonte: Autoria própria, 2021.

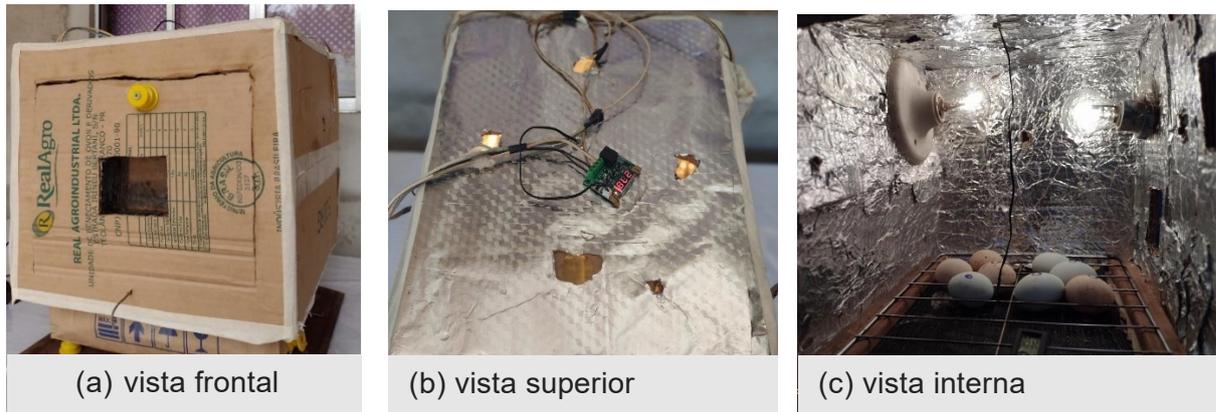
A construção das chocadeiras elétricas foi um importante instrumento de estudo para desenvolver outras competências e habilidades nos estudantes, o que contribuiu não só com a compreensão dos conceitos de Física, mas também o desenvolvimento de outras áreas de conhecimento.

Desta forma, foi possível ir além dos conteúdos da Física, pois os estudantes se depararam com situações problematizadoras proporcionando uma aprendizagem crítica, estimulando a curiosidade, a resolução de problemas reais e o trabalho colaborativo, sentindo-se desafiados tornando a aprendizagem potencializada e significativa. Na sequência, são apresentadas as chocadeiras construídas pelas equipes.

Equipe 01: A Figura 30 mostra como a equipe construiu a chocadeira utilizando-se dos materiais disponíveis na propriedade. Utilizaram revestimento de papelão e acabamento com papel laminado. Como fonte de calor utilizaram duas lâmpadas incandescentes de 60W.

A revestimento interno da chocadeira com papel laminado dificulta as trocas de calor por Radiação. Para a movimentação dos ovos, reaproveitaram a grade de uma geladeira e movimentando a grade fazem a rolagem.

Figura 30 - Chocadeira 01 confeccionada pelos estudantes da equipe 01



Fonte: Autoria própria, 2021.

Equipe 2: Esta equipe também utilizou o revestimento de papelão, conforme podemos observar na Figura 31, por ser um isolante mais acessível e disponível nas residências. Eles optaram por fazer a movimentação dos ovos manualmente, executando a rolagem duas vezes ao dia. A marcação nos ovos auxilia no posicionamento dos ovos. O uso de palha facilita a acomodação dos ovos, no isolamento e protege contra possíveis impactos com a superfície da chocadeira.

O recipiente com água para manter a umidade do ar foi colocado no mesmo compartimento que os ovos, o que também é possível.

Figura 31 - Chocadeira 02 confeccionada pelos estudantes da equipe 02

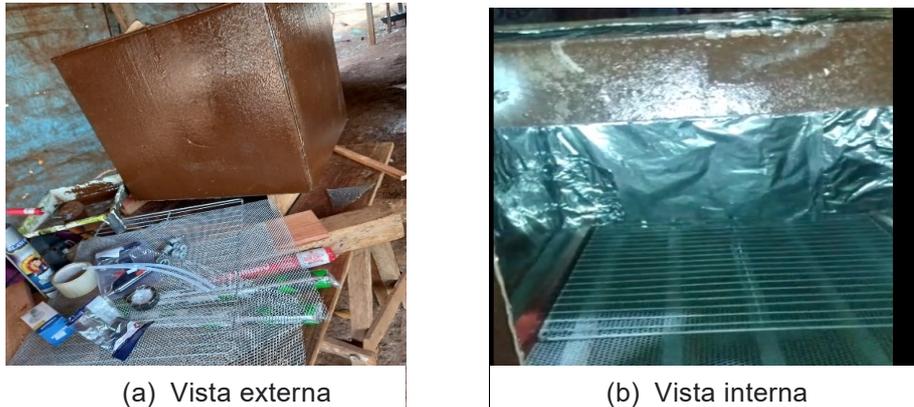


Fonte: Autoria própria, 2021.

Equipe 03: Essa equipe construiu a sua chocadeira tendo como isolante principal a madeira. Pintaram o revestimento para dar um acabamento e colocaram na parte frontal uma chapa transparente para facilitar o acompanhamento interno sem abrir a chocadeira. Isolantes de cerca elétrica foram usados como puxador das

portas e compartimentos. Foi um dos grupos que mais se empenhou no acabamento e na qualidade da chocadeira. Pensaram em vários detalhes, conforme podemos ver na Figura 32.

Figura 32 - Chocadeira 03 confeccionada pelos estudantes da equipe 03



(a) Vista externa

(b) Vista interna

Fonte: Autoria própria, 2021.

Grupo 04: Esta equipe optou por associar dois materiais isolantes no revestimento da sua chocadeira: papelão e isopor conforme vemos na Figura 33. Foi a equipe que teve um pouco de dificuldades na instalação do circuito elétrico e acabou queimando um termostato durante a montagem.

Figura 33 - Chocadeira 04 confeccionada pelos estudantes da equipe 04



(a)

(b)

(c)

Fonte: Autoria própria, 2021.

Equipe 05: Esta equipe optou por um modelo mais simples, com caixa de papelão e os recursos disponíveis, porém cumpriram com a proposta. Utilizaram uma lâmpada fluorescente e o recipiente com água também foi colocado no mesmo compartimento que os ovos. Os furos na parte superior e inferior das chocadeiras

facilitam as trocas de calor por convecção e dificultam possíveis acúmulos do gás carbônico no interior da chocadeira. A produção da equipe pode ser observada na Figura 34.

Figura 34 - Chocadeira 05 confeccionada pelos estudantes da equipe 05



Fonte: Autoria própria, 2021.

Durante esse período de construção das chocadeiras pelas equipes, as dificuldades encontradas foram sanadas pelo grupo de *WhatsApp* com mensagens, áudios e vídeos. As dúvidas eram das mais simples as mais complexas. Na sequência são transcritos alguns questionamentos feitos pelos estudantes, como exemplo:

“Qual lado do papel laminado deve ficar exposto, o lado fosco ou o lado que reflete?”

“Quantas lâmpadas devemos colocar?”

“Posso colocar gelo na água pra aumentar a umidade do ar?”

“Observei durante a noite e pela manhã e a temperatura se manteve igual. Já podemos colocar os ovos pra chocar?”

“Professor, não estamos conseguindo acender as lâmpadas.”

“A umidade do ar na chega aos 50%, o que podemos fazer?”

“Professor, caiu a luz aqui em casa cerca de uma hora, e agora?”

“Fiz a ovoscopia e apareceu as veias de sangue em apenas dois ovos. Será que os demais não vingaram?”

“Vou desligar uma lâmpada pra ver se aumenta a umidade do ar.”

“Podemos usar uma caixa de papelão e isopor também para isolar melhor?”

Pode-se observar com as perguntas que alguns conceitos não estão claros para os alunos. E esta foi uma oportunidade para reforçar e retomar alguns conceitos importantes.

Sobre as dúvidas que surgiram durante a construção, o professor utilizou-se do método ativo para os alunos buscarem as respostas a partir de questionamentos e reflexões procurando responder com outra pergunta ou sugerindo vídeos, textos de apoio e não simplesmente dando a resposta pronta.

Passado vinte e poucos dias da finalização da construção das chocadeiras, três equipes apresentaram registros de nascimentos de pintinhos, Figura 35.

As demais equipes se depararam com situações-problemas extras que dificultaram o nascimento dos pintinhos até o momento da escrita deste trabalho. Uma das equipes por dificuldades de encontro entre os integrantes para construção da chocadeira acabou atrasando o processo.

Figura 35 - Registro do nascimento dos primeiros pintinhos na chocadeira caseira



Fonte: Autoria própria, 2021.

Esse período foi permeado por momentos de curiosidades, dúvidas e até ansiedade por parte de alguns estudantes. O acompanhamento do período de incubação que incluiu monitoramento da temperatura, úmida, ventilação, movimentação dos ovos, divisão de tarefas entre os estudantes demandou além de paciência e persistência, muita responsabilidade por parte dos estudantes.

O engajamento e participação de todas as equipes no desenvolvimento deste projeto, construindo as suas chocadeiras, por mais simples que fossem e colando em prática parte dos conhecimentos estudados confirmam a importância desse trabalho para o crescimento e aprendizado destes estudantes.

Nenhuma equipe, apesar das dificuldades encontradas durante o processo, deixou de fazer a sua chocadeira contemplando os principais aspectos envolvidos na sua construção.

É perceptível que a sequência de atividades, baseada nas teorias de Ausubel (1983) e Moreira (1999) foi eficaz e imprescindível para o ensino de Física. Aliado a Aprendizagem Baseada em Projetos fica evidenciado que houveram avanços significativos no sentido de ampliar os conhecimentos pré-existentes dos estudantes.

6.7 ANÁLISE DO MOMENTO 6 – PÓS TESTE

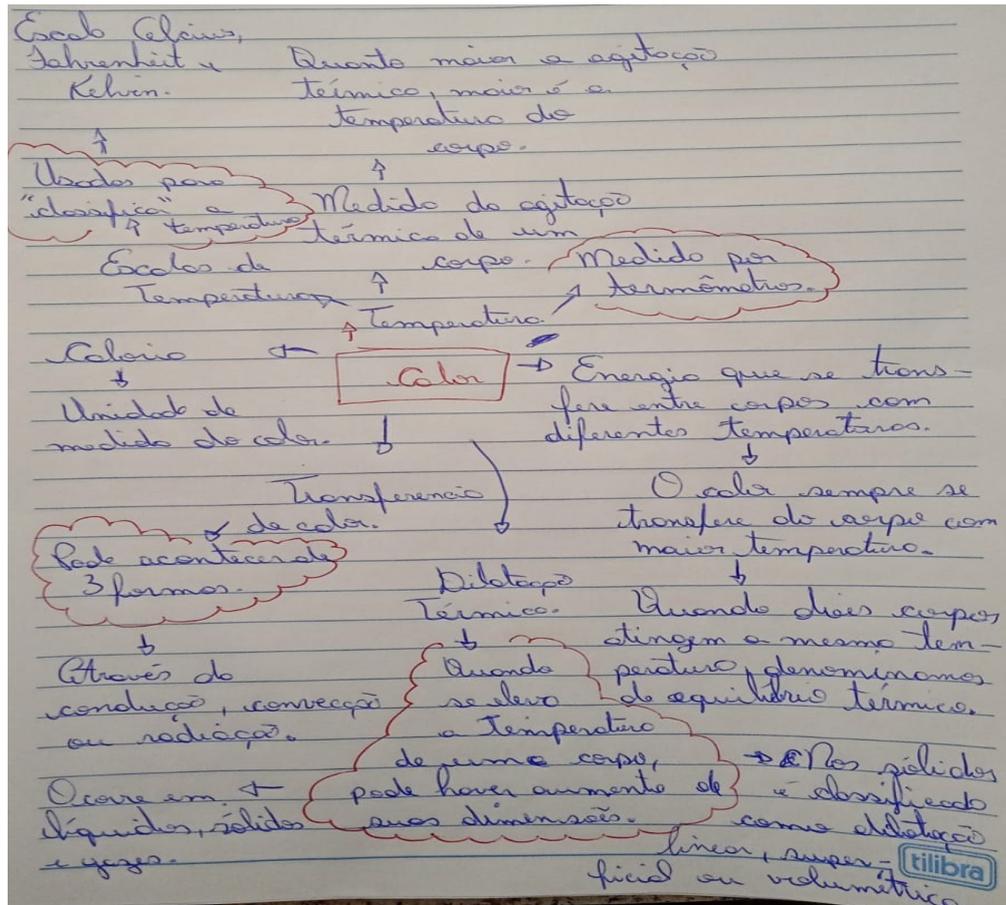
Para avaliar a aprendizagem dos conteúdos trabalhados, o resultado obtido e a satisfação dos estudantes em relação ao projeto desenvolvido, foram utilizadas duas atividades principais: a produção de um novo mapa mental (pós-teste) e um questionário aberto onde puderam expressar suas opiniões e impressões como *feedback* por parte dos estudantes.

Os mapas mentais são importantes ferramentas pedagógicas, pois proporcionam interessantes meios para que o educador possa mensurar a sua forma de ensinar e o aprendizado dos seus alunos, o que ocorrerá de uma forma mais dinâmica e menos tradicional. Esse sistema facilitador da aprendizagem constitui importante processo de análise, de compreensão, de ideias e conteúdos e contribuem para uma melhor estrutura cognitiva dos estudantes, com o consequente aumento de eficácia nos seus resultados escolares (GALANTE, 2013).

A partir da análise dos mapas produzidos no pós-teste foi possível fazer um comparativo com os conhecimentos apresentados pelos estudantes no início do trabalho e ao término. Como por exemplo no pós-teste do estudante X, pode-se observar na Figura 36, que partindo do termo calor, utilizando-se de uma organização hierárquica, termos e ligações, ele estabelece relações entre os conceitos de temperatura e calor diferenciando-os e caracterizando-os satisfatoriamente. O que demonstra em relação ao pré-teste um avanço significativo na aprendizagem do conteúdo trabalhado.

Além dos conceitos, o estudante aborda unidades de medidas, caracteriza e aponta as formas de propagação de calor e os meios onde eles ocorrem. Os conceitos de calor específico e capacidade térmica não foram citados por ele o que indica que podem ter ficado dúvidas ou lacunas em relação a estes conceitos.

Figura 36 - Mapa mental aluno X

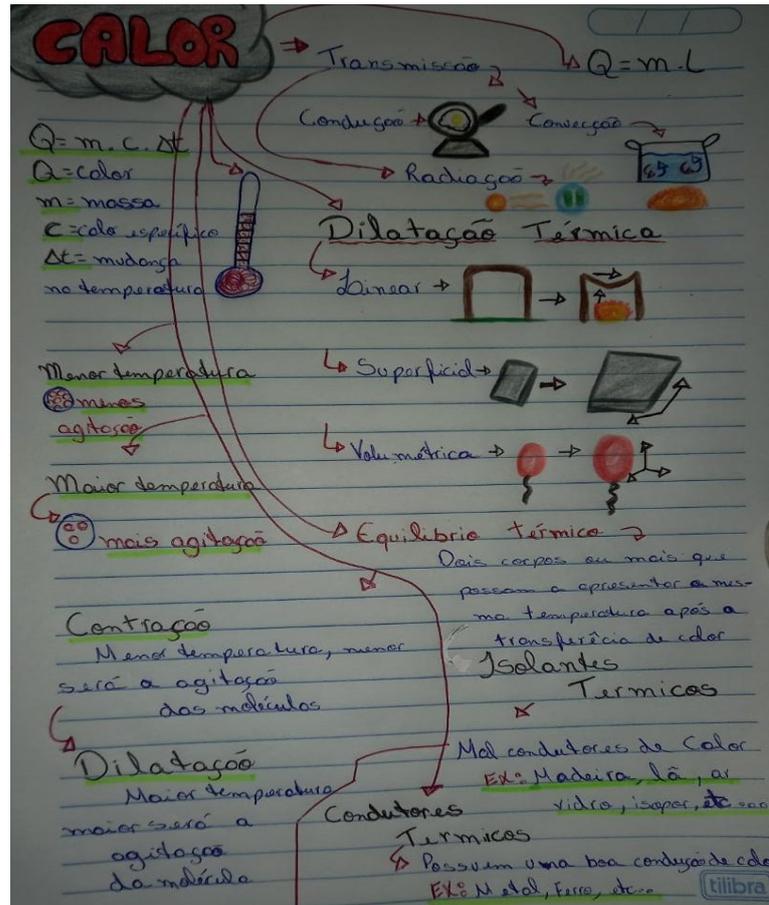


Fonte: Autoria própria, 2021.

Na Figura 37, pode observar o mapa mental do aluno Y, ele construiu seu mapa mental partindo do tema central calor comparando-o com a grandeza temperatura. Utilizando-se de linhas, figuras e cores caracteriza-os de forma satisfatória e contemplando os principais conceitos abordados durante o projeto.

A diferenciações entre os processos de propagação de calor foi apresentada apenas com desenhos. Também não menciona e não relaciona calor específico e a capacidade térmica dos materiais ao termo calor.

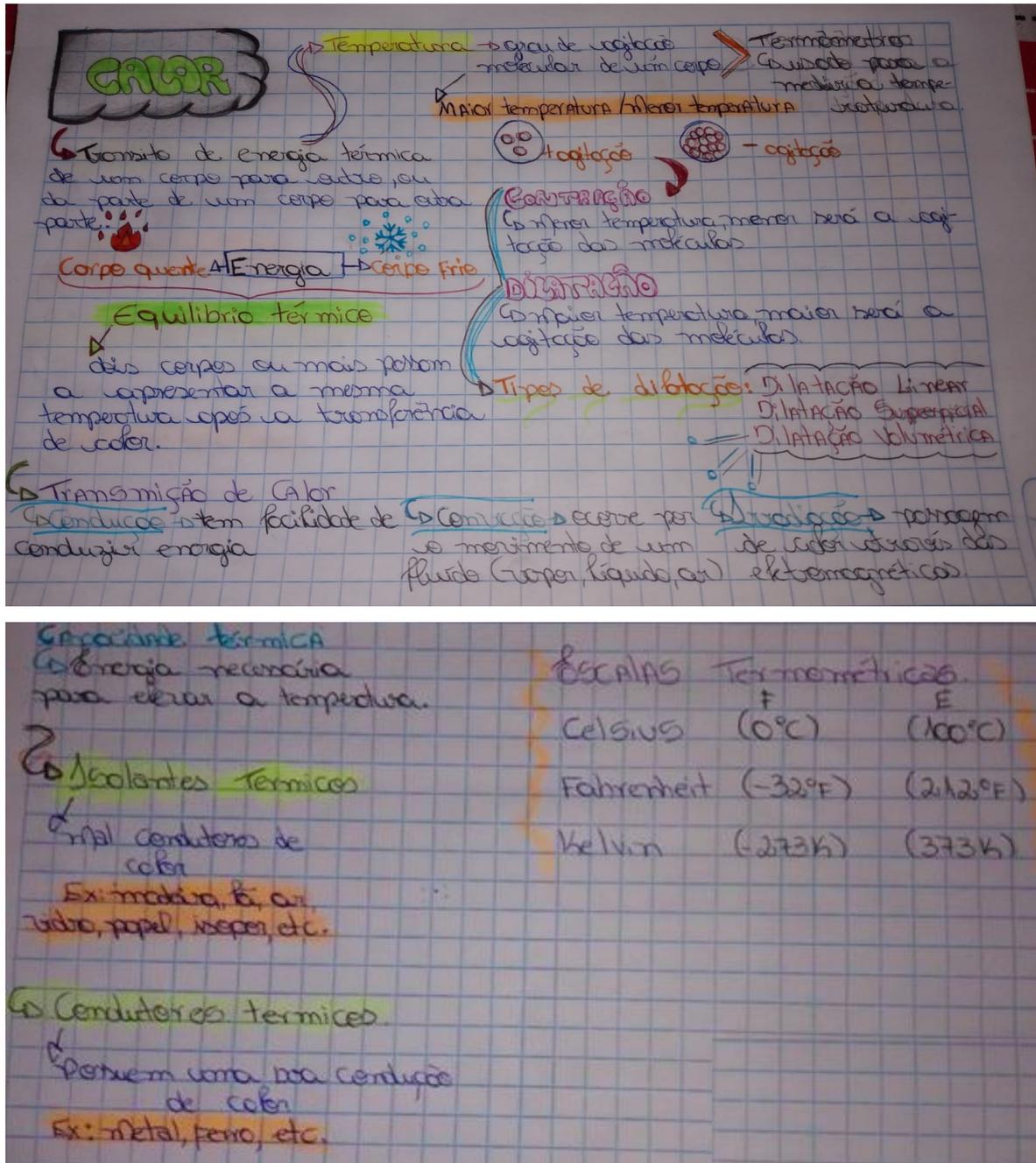
Figura 37 - Mapa mental aluno Y



Fonte: Autoria própria, 2021.

O estudante Z, conforme observamos na Figura 38, apresenta os principais conteúdos abordados, utilizando-se de conceitos, linhas, cores e representações diferenciadas e relacionou calor a temperatura a fenômenos físicos.

Figura 38 - Mapa mental aluno Z



Fonte: Autoria própria, 2021.

Utilizando-se do aplicativo *Google Forms* foi enviado aos estudantes um questionário aberto com quatro questões descritivas, sem identificação. O mesmo teve como objetivo avaliar a aceitação e satisfação do projeto por parte dos estudantes.

De modo geral o retorno e aceitação por parte dos estudantes foi positiva. Alguns relatos transcritos reforçam e contribuem com os dados obtidos. Um aluno

da turma participante, apresentou sua opinião sobre o que ele achou da construção da chocadeira:

“...Sim, aprendemos muito sobre o tempo que um ovo dura para chocar aprendemos também a quantos graus precisa estar e etc. É uma técnica boa, e favorece no tempo em que a galinha está chocando, ela já pode votar a botar ovos.

Foi uma ideia inovadora, muito bom saber que tem outras formas de aprender a física, um trabalho excelente.”

A motivação para a aprendizagem é um fator importante para alcançar os objetivos propostos. Alguns relatos feitos no questionário demonstraram essa motivação para aprendizagem por parte dos estudantes. Por exemplo os depoimentos abaixo:

“...Sim, pois além de ser algo que de certa forma divertido, foi uma maneira mais interessante de aprender sobre o tema Calor, pois ao fazer algo pratico, acaba prendendo mais a atenção, faz o aluno se interessar e buscar mais sobre o assunto, se torna muito mais interessante do que apenas copiar e fazer provas.”

“...Gostei bastante, uma forma descontraída de estudar os conteúdos.”

A proposta baseada em projetos utilizada para a aprendizagem dos conteúdos, mesmo que de forma híbrida, foi bem aceita e fica evidenciada pelos depoimentos dos estudantes. Na sequência temos três transcrições que comprovam:

“... Eu gostei muito, além de ser uma coisa para o aprendizado também nos tira do papel e caneta.”

“...Em geral não teve nada ruim, o que atrapalhou mesmo, foi a questão da pandemia, que infelizmente tornando um pouco mais difícil

a formação de grupos e o encontro para realizar o projeto, mais em geral, foi ótimo. A ansiedade de fazer quanto antes a chocadeira daí tinha q estudar as aulas TD”

“...Achei ótimo, proporciona uma experiência meio que nova, e me fez querer saber mais sobre. Eu, além de ver o que o professor passava, procurei na internet mais sobre, e isso me ajudou a aprender e entender ainda mais sobre o assunto”.

A possibilidade de trabalhar conteúdos relacionados ao contexto onde estão inseridos os estudantes, tornaram as aulas mais atrativas e os conteúdos potencialmente significativos. Na sequência, alguns depoimentos e impressões dos estudantes demonstram essa percepção e uma possível aplicação desse conhecimento no cotidiano.

“...Sim, foi um trabalho diferente que serviu para colocarmos em prática em nossa propriedade.”

“...Gostei, foi muito prestativo, pois nos deu a oportunidade de desenvolver as técnicas abordadas durante a aula e, fazendo com que entendêssemos de melhor maneira como funciona essa parte da física.”

“...É de certa maneira muito bom e qualificativo, pois é uma forma diferente de aprender e a ver como tudo funciona, e com certeza fez com que desenvolvamos novas experiências e aprendizagem ainda maior na parte prática.”

“...Interessante pois não sabia da chocadeira elétrica como funcionava, muito bom. Pois não foi algo chato de se estudar foi um modo pratico muito mais interessante.”

“...Muito bom, pois termos aulas práticas aprendendo o conteúdo, além de ser legal, é melhor para entendemos.”

A importância deste trabalho pode ser destacada pelas experiências e relatos das atividades demonstradas pelos participantes e pelos resultados obtidos, mostrando que quando o material utilizado é potencialmente significativo, o novo conhecimento se relaciona com conhecimentos pré-existentes, abordados de maneira desafiadora, a partir de situações problemas buscando soluções de forma cooperativa, a aprendizagem é mais eficiente e significativa, além de promover o desenvolvimentos de habilidades e a capacidade de resolver problemas reais.

7 CONCLUSÃO

Mostrar aos estudantes as belezas observadas na Física e que esse conhecimento está relacionado as mais diversas situações do nosso dia-dia, foi sem dúvida, um dos maiores ganhos durante a o desenvolvimento da sequência de atividades. A mesma foi realizada de forma híbrida por conta da pandemia COVID-19, sendo 12 horas aulas de forma remota e aproximadamente 4 horas aulas presenciais.

O trabalho com projeto permitiu que os estudantes confrontassem questões e problemas mais significativos e desafiadores do mundo real. A busca por soluções a partir do trabalho cooperativo também contribuiu para o desenvolvimento de habilidades e principalmente da capacidade de envolver os estudantes na resolução de problemas.

A construção da chocadeira elétrica possibilitou aos estudantes observar a diferença entre o calor e a temperatura e como o calor se propaga em diferentes meios. Também foi possível identificar características de determinados tipos de materiais bem como sua aplicação no cotidiano. Observar, testar, resolver problemas e fazer ajustes para manter o equilíbrio térmico, produzir energia térmica suficiente, a movimentação dos ovos, a ventilação necessária e a umidade do ar entre 50 e 70% foram alguns desafios superados durante a construção e a utilização das chocadeiras.

Assim, combinando a explicação teórica com a atividade prática e o trabalho colaborativo, o entendimento dos estudantes foi facilitado para compreensão dos conceitos de calor e temperatura e suas aplicações, principal objetivo deste trabalho.

Após as aulas teóricas e práticas onde as chocadeiras foram construídas pelas equipes, foi de fundamental importância para conclusão e funcionamento das mesmas, a diferenciação desses conceitos, observados na comparação qualitativa da produção do pré-teste com o pós-teste.

Durante os momentos, observou-se que os estudantes procuravam relacionar o que era aprendido com situações do cotidiano de cada um o que demonstra a princípio, que os objetivos foram alcançados com a proposta desse projeto, tornar a aprendizagem significativa.

Dessa forma, a sequência de atividades aliada a metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos utilizada durante os momentos foi importante neste processo de aprendizagem e pode contemplar ainda outros conteúdos como calor específico, capacidade térmica, transformações de energia, circuito elétrico, transferência de calor e equilíbrio térmico.

Com a aplicação em modelo híbrido, a maioria das atividades foram desenvolvidas de forma remota, o que de certa forma pode ter comprometido a fidelidade dos resultados obtidos sobre da aprendizagem dos estudantes. Por outro lado, o acesso a outras fontes de informações contribuiu na resolução de problemas pontuais como: dúvidas na construção das chocadeiras, funcionamento de dispositivos, vídeos instrucionais e de apoio, fontes de leitura, imagens entre outras dúvidas que surgiam no decorrer do projeto.

Os estudantes que neste período eram atendidos pelo material impresso(apostila) mesmo que todos inseridos no grupo do *WhatssApp* interagiram pouco durante o envio dos materiais e orientações de estudo. Alguns preferiam chamar o professor no privado para não se expor no grupo.

A visualização por parte dos alunos, dos diversos contextos históricos e culturais em que se dá construção do conhecimento permitiu que os educandos conseguissem perceber o conhecimento como algo inacabado, em constante construção.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. M. **Incubação Artificial**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Goiás - UFG, Jatobá. 2008. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/178/o/Poliane%20Martins%20Almeida.pdf>. Acesso em: 01/12/2019.

AUSUBEL, D. P. **A Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

AUSUBEL, D. J. **In defense of advance organizers: A reply to the critics**. Review of Educational Research, 48, p. 41, 1978.

BENDER, W.N. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Porto Alegre: Penso, 2014.

Blog. AGEON, Eletronic Controls. **Controle de temperatura para cocadeiras**. Blog AGEON Eletronic Controls. 02 de junho de 2015. Disponível em <https://blog.ageon.com.br/controle-de-temperatura-para-chocadeiras/>. Acesso em 25/05/2020.

Blog. LYCEUM, Redação. **Aprendizagem Baseada em Projetos: tudo o que você precisa saber**. Blog **Lyceum**, 06 de agosto de 2018, atualizado em 13 de setembro de 2018. Disponível em: <https://blog.lyceum.com.br/aprendizagem-baseada-em-projetos/>. Acesso em 01/12/2019.

BONJORNO Et al., J. R. **Física**. São Paulo: FTD, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BUZAN, T. **Saber Pensar**. Lisboa: Editorial Presença, 1996.

CALIL, T. A. **Princípios básicos de incubação**. São Paulo/SP: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas. 2007.

LANGE G. [Et all]. **Melhoria da incubação de ovos e criação de pintos**. Agrodok Nº 34. 2011, 90p. Agromisa/CTA, Países Baixos, ISBN Agromisa 978-90-8573-116-0.

EINSTEIN, A. INFELD, L. **A Evolução da Física**. 4 ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1980.

GALANTE, C. E. S.. **O uso de mapas conceituais e de mapas mentais como ferramentas pedagógicas no contexto educacional do ensino superior**. Revista Processus de Estudos de Gestão, Jurídicos e Financeiros, v. 1, p. 40-60, 2013.

HALLIDAY, D. RESNICK, R. **Fundamentos de física, volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica**. Tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. – 10. ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2016.

HILL, D. **Perdas no desempenho: Incubação e Aquecimento.** Pontos críticos e práticos de manejo. 5º Simpósio Técnico de Incubação, Matrizes de Corte e Nutrição, p. 12. 2004.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. **Censo demográfico: resultados preliminares** – São Paulo. Rio de Janeiro, 2019.

KELLER, F. J.; GETTYS, W. E.; SKOVE, M. J. **Física.** Makron books do Brasil Editora Ltda, 1999.

MARTINS, J. S. **Projetos de pesquisa: estratégias de ensino e aprendizagem em sala de aula.** 2 ed. Campinas: Armazém do Ipê (Autores Associados), 2007.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Física Contexto e Aplicações.** 1ª e. São Paulo: Scipione. 2014.

MESQUITA, M. A. **Fatores que afetam o desenvolvimento de embriões de frango de corte durante a incubação.** Seminário apresentado junto a disciplina Seminários Aplicados do programa Pós-Graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária da UFG, 2011.

MORA, L. A. **Processos de incubação artificial de ovos: desenvolvimento de sistemas de medição de temperatura e massa.** 2008. 98p. Dissertação (mestrado) Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas/SP, 2008. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/256983>. Acesso em: 01/12/ 2019

MORAN, J. M. **Metodologias ativas e modelos híbridos na educação.** Curitiba: CRV: 2017.

MOREIRA, M.A. **Enfoques Teóricos.** Instituto de Física da UFRGS. São Paulo: Editora Moraes, 1995.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem.** São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M. A; MASINI, E.F.S. **Aprendizagem Significativa** – a teoria de David Ausubel. São Paulo: Editora Moraes, 1982.

NIAZ, M. **Can the study of Thermochemistry facilitate students` differentiation between heat energy and temperature?** Journal of Science Education and Technology, v.15, n.3, oct. 2006.

PASQUALETTO, T. I. **Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino de Física: uma Revisão da Literatura.** REVISTA BRASILEIRA DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, v. 17, p. 551, 2017.

SÁ, C. O. [et al]. **Manejo de ovos férteis de galinha caipira para a incubação artificial no estado de Sergipe.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2017. ISSN 1678-1945. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular Técnica, 85)

SOUSA, S. O. **Aprendizagem baseada em problemas como estratégia para promover a inserção transformadora na sociedade.** Acta Scientiarum. Education, Paraná, v. 32, n. 2, p.237-245, jul. 2010.

SASSI, J. S. **Educação do campo e ensino de ciências: a horta escolar interligando saberes.** 2014. 154 p. Dissertação (Mestrado em Educação e Ciência: Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande, 2014. Disponível em: <http://repositorio.furg.br/handle/1/4996>. Acesso em: 01/12/2019

SILVA, A. P. B.; FORATO, T. C. M.; GOMES, J. L. A. M. C. **Concepções sobre a natureza do calor em diferentes contextos históricos.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.30, n.3, p. 492-537, dez. 2013.

TIPLER, P. A., & MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiro.** 6ª ed. Vol.1. 2006.

TIPLER, P. **Física.** Rio de Janeiro: Guanabara Dois, v.1, 1978.

TORRES, C. M.A.[et al]. **Física: ciência e tecnologia.** 4 ed. São Paulo: Moderna, 2016.

VIVAN, P. M. **Fatores Físicos que influenciam no desenvolvimento embrionário durante o processo de incubação.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Faculdade de Agronomia/UFRS, Porto Alegre. 2019. Disponível em <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/200633/001103605.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 05/05/2020.

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

ADENAURO MARTINI

**ESTUDO DA FÍSICA TÉRMICA A PARTIR DA CONSTRUÇÃO DE UMA
CHOCADORA ELÉTRICA: APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS**

**MEDIANEIRA
2021**



ADENAURO MARTINI

PRODUTO EDUCACIONAL

**ESTUDO DA FÍSICA TÉRMICA A PARTIR DA CONSTRUÇÃO DE UMA
CHOCADORA ELÉTRICA: APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS**

Study of Thermal Physics from the construction of an electric brooder: learning
based on projects

Produto Educacional vinculado à Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Prof^a. Dra. Elizandra Sehn

MEDIANEIRA/PR

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	05
2 INTRODUÇÃO.....	06
3 SÍNTESE DAS ATIVIDADES.....	09
4 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES.....	10
4.1 MOMENTO 1: INSTIGAÇÃO E MOTIVAÇÃO PARA O PROJETO.....	11
4.2 MOMENTO 2: CONCEITOS DE CALOR E TEMPERTURA	14
4.3 MOMENTO 3: ISOLANTES E CONDUTORES TÉRMICOS E PROCESSOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR.....	15
4.4 MOMENTO 4: ASPECTOS FÍSICOS ENVOLVIDOS NA CHOCADDEIRA	19
4.5 MOMENTO 5: A CONSTRUÇÃO DA CHOCADDEIRA ELÉTRICA	21
4.6 MOMENTO 6: INSTALAÇÃO DA PARTE ELÉTRICA DA CHOCADDEIRA.....	23
4.7 MOMENTO 7: AVALIAÇÃO E SOCIALIZAÇÃO DOS RESULTADOS.....	25
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
REFERÊNCIAS	30
APÊNDICES.....	32
APÊNDICE 1.....	33
APÊNDICE 2.....	35
APÊNDICE 3	37
APÊNDICE 4.....	38
APENDICE 5	41
APÊNDICE 6.....	48
APÊNDICE 7	52
APÊNDICE 8	54
ANEXOS.....	55
ANEXO 1.....	56
ANEXO 2.....	58

1 APRESENTAÇÃO

Caro(a) professor(a), este material foi desenvolvido como parte integrante da Dissertação de Mestrado intitulado: “ESTUDO DA FÍSICA TÉRMICA A PARTIR DA CONSTRUÇÃO DE UMA CHOCADDEIRA ELÉTRICA: APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS”, desenvolvido pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Campus Medianeira, no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF).

Este trabalho traz uma proposta de um Produto Educacional para o estudo do calor e da temperatura, utilizando a aprendizagem significativa. Para isto, foi desenvolvida uma sequência de atividades usando a metodologia ativa denominada Aprendizagem Baseada em Projeto (ABP), envolvendo a construção de uma chocadeira elétrica caseira.

As etapas do Produto Educacional são: momento de motivação, aplicação de avaliação diagnóstica, pesquisa, aprendizagem expedicionária, formalização de conceitos, desenvolvimento e execução do projeto, exposição dos resultados, discussão em redes sociais, debate presencial e avaliação final. Elas são desenvolvidas por meio de atividades realizadas em sala de aula e extraclasse.

Nas etapas da construção da chocadeira são explorados conceitos físicos envolvidos no processo: como classificação térmica dos materiais, condutividade térmica e calor específico, temperatura, calor, processos de transferência de calor, umidade do ar, transformação de energia e conceitos de eletrodinâmica básica.

Por fim, acredita-se que este produto educacional colabora para o processo de ensino e aprendizagem da Física, contribuindo para a prática docente no ensino do calor e da temperatura de forma mais atrativa ao aluno.

2 INTRODUÇÃO

Existem evidências de que desde os primeiros momentos da história da humanidade, o ser humano observa a natureza e os fenômenos que nela ocorrem. Geralmente essas primeiras observações são coletadas por nossos sentidos, depois busca-se a compreensão deles por meio de formulação de hipóteses, atividades experimentais e comparações.

Desde esse tempo, o conhecimento foi muito importante para a sobrevivência do ser humano. Essas observações iniciais para compreender o universo e como as coisas funcionam a sua volta podem ser consideradas como os primeiros passos na direção da construção do conhecimento da ciência que investiga o universo: a Física.

Segundo Bonjorno e Prado (2016) o estudo da Física tem uma importância fundamental no desenvolvimento tecnológico, que proporciona, principalmente a nós, seres humanos, conforto, praticidade e qualidade de vida. A Física não deve ser apresentada de forma descontextualizada do mundo, fornecendo somente ideias irrevogáveis, como produtos acabados. O grande desafio é que a atividade científica seja vista como essencialmente humana, com seus erros e acertos, defeitos e virtudes.

Sendo assim, evidencia-se o importante papel da disciplina de Física no dia-dia dos estudantes, oferecendo-lhes ferramentas para encontrar melhores soluções para os problemas do dia-dia.

O estudante deve deparar-se com uma Física que lhe possibilite enxergar os conteúdos científicos como uma forma de compreender melhor o mundo em que vivemos e a natureza, despertando também o gosto pela ciência.

Nas escolas brasileiras, o ensino de Física de forma mais estruturada começa no 1º ano do ensino médio e está entre as disciplinas que a maioria dos estudantes apresentam dificuldades e a que menos gostam. Um dos fatores que pode influenciar nesta constatação é a imagem prévia que os estudantes têm da disciplina antes mesmo de a conhecerem. Um outro fator, é a difícil linguagem matemática que ela utiliza. Há um distanciamento entre o que é ensinado em sala de aula e o mundo exterior a ela, também a relação professor-aluno deve ser levada em conta. Motivos estes que acabam desmotivando os estudantes para o aprendizado.

Segundo Stried (2003), o distanciamento entre ciência e tecnologia, presente na sociedade atual e o conteúdo desenvolvido em sala de aula, assim como as metodologias utilizadas por algumas disciplinas, como exemplo Física na educação básica, tem desestimulado os discentes a estudar tal disciplina.

Ausubel (1982) defende em sua teoria da aprendizagem a valorização dos conhecimentos prévios dos estudantes possibilitando a construção, descoberta e redescoberta de novos conhecimentos, viabilizando uma aprendizagem que dê prazer a quem ensina e a quem aprende, que seja significativa e que tenha eficiência. É neste vai e vem, salienta ele, que iremos preparar o estudante para o exercício da cidadania e formando-o em conhecimentos, habilidades, valores, atitudes, formas de pensar e atuar na sociedade.

Nesta perspectiva o que se propõe é “formar sujeitos que construam sentidos para o mundo, que compreendam criticamente o contexto social e histórico de que são frutos e que, pelo acesso ao conhecimento, sejam capazes de uma inserção cidadã e transformadora na sociedade.” (DCE, p.31, 2006).

Quanto as Escolas do Campo, conforme Parágrafo único das Diretrizes Operacionais para a Educação Básica nas Escolas do Campo, a sua identidade é definida pela:

[...] sua vinculação às questões inerentes à sua realidade, ancorando-se na temporalidade e saberes próprios dos estudantes, na memória coletiva que sinaliza futuros, na rede de ciência e tecnologia disponível na sociedade e nos movimentos sociais em defesa de projetos que associem as soluções exigidas por essas questões à qualidade social da vida coletiva no país. (BRASIL, 2012, p. 33)

Cabe salientar que a Educação do Campo está relacionada à vida no campo e de acordo com Sassi “É preciso considerar os elementos relacionados a vida camponesa, como a situação econômica, social e cultural”. (2014, p.28). A autora defende a necessidade de que o ensino contemple a realidade da escola, conhecendo o local, a cultura e as expectativas da comunidade.

Portanto, o Ensino da Física na Educação do Campo deve estar voltado à formação de sujeitos que, em sua formação e cultura, agreguem a visão de natureza, das produções e de suas relações do cotidiano no campo. Neste contexto, a disciplina de Física é organizada a partir de uma seleção de conteúdos definidos a partir das Diretrizes Curriculares de Física e dispostos no Plano de

Trabalho Docente, com o intuito de capacitar o aluno para atuar no meio rural e na sociedade e que permitam ao mesmo uma visão contextualizada da ciência, seus conceitos, princípios, leis e teorias.

O aprender, em Física está associado a muitas variáveis, mas uma é fundamental: o gostar, e o gostar tem muito a ver com a forma como a Física é ensinada e, particularmente, com as ênfases veiculadas ao fazer pedagógico do Professor (BONADIMAN, 1997).

A proposta metodológica apresentada nesta pesquisa poderá contribuir neste sentido.

3 SÍNTESE DAS ATIVIDADES

A organização resumida das aulas pode ser observada no Quadro 1 composto por momentos, com a distribuição das atividades propostas, a quantidade de aulas e o tempo necessários para sua aplicação. A atividade de construção da chocadeira elétrica foi realizada extraclasse com um tempo médio de 4 horas-aula.

Quadro 1 – Síntese das atividades que compõe o produto educacional.

MOMENTO	PRINCIPAIS ATIVIDADES	CARGA HORÁRIA
1º	A) Motivação (Âncora) – Vídeo institucional. Atividade em grupo; B) Questão motriz; C) Produção do mapa mental (sondagem); D) Leitura complementar (em casa); E) Questionário diagnóstico para as famílias; F) Problematização.	02 horas aulas
2º	A) Socialização da tarefa de casa (leitura e questionário diagnóstico); B) Problematização; C) Vídeos – Conceitos de temperatura e calor; D) Atividade em grupo: Pesquisa, produção de cartaz; E) Exercícios de fixação; F) Exposição oral pelo professor; G) Atividade Demonstrativa – Processos de transmissão de calor; H) Exercícios de fixação.	02 horas aulas
3º	A) Retomada e roda de conversa sobre aula anterior; B) Problematização; C) Análise dos componentes da garrafa térmica, leitura e compreensão de texto informativo; D) Revisão - Vídeo: Processos de transmissão de calor; E) Equilíbrio Térmico – Simulador; F) Pesquisa, leitura e discussão sobre: calor específico e capacidade térmica; G) Atividade Avaliativa - Exercícios de fixação.	02 horas aulas
4º	A) Reportagem do Globo Rural – Uma experiência de sucesso numa Casa Familiar Rural; B) Problematização; C) Leitura e discussão do texto: Aspectos físicos envolvidos na chocadeira elétrica; D) Visita à uma propriedade rural; F) Atividade de Pesquisa - modelos de chocadeiras elétricas.	02 h/aulas

5°	A) Problematização; B) Vídeo do Fantástico sobre o funcionamento da chocadeira elétrica; C) Socialização dos modelos escolhidos pelos grupos da chocadeira a ser construída; D) Início da construção da chocadeira com os materiais disponíveis.	04 horas aulas Extraclasse
6°	A) Problematização; B) Elementos do circuito elétrico e suas funções; C) Instalação do circuito elétrico da chocadeira; D) Calibração do termostato e teste inicial com ajuda de um técnico; E) Construção do ovoscópio; F) Exercícios de revisão.	02 horas aulas
7°	A) Problematização; B) Gincana de Revisão (Quiz); C) Produção do manual de como utilizar a chocadeira elétrica (Língua Portuguesa); D) Produção do mapa mental individual após o estudo e término do projeto; E) Questionário aberto para os estudantes sobre os resultados obtidos.	02 horas aulas

Fonte: Autoria própria, 2021.

4 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

O produto educacional apresenta uma proposta de ensino de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) ou *Project Based Learning* (PBL), é um processo de investigação, através da pesquisa e descoberta de soluções de problemas significativos do mundo real, abordando conteúdos de Física adequados para estudantes do Ensino Médio de forma integrada com outras disciplinas. Grande parte da proposta será desenvolvida em equipes favorecendo o desenvolvimento do trabalho colaborativo e troca entre os pares. O uso das tecnologias disponíveis são recursos de extrema importância no desenvolvimento do projeto.

4.1 MOMENTO 1: INSTIGAÇÃO E MOTIVAÇÃO PARA O PROJETO

Objetivos:

- Discutir e avaliar mudanças econômicas, culturais ou sociais, tanto na vida cotidiana como no mundo do trabalho, decorrentes do desenvolvimento de materiais e tecnologias;
- Instigar os estudantes a buscar estratégias de resolução de problemas e desafios do dia-dia;
- Levantar conhecimento prévios e impressões dos estudantes sobre temperatura e calor;
- Permitir visualização por parte dos alunos, dos diversos contextos históricos e culturais em que se dá construção do conhecimento. Permitir que o educando consiga perceber o conhecimento como algo inacabado, em constante construção.

Metodologia:

- Aula expositiva e rodas de conversa, no caso do ensino remoto pode-se usar o *Google Meet*, interação pelo *chat*, grupo de *WhatsApp*.
- Vídeos do *youtube*, leituras e discussões;
- Produção coletiva no quadro ou de forma remota no *jamboard*;
- Produção individual de mapa mental;

Conteúdos:

- Qualidade de vida, agroindústria, relações campo e cidade, sustentabilidade;
- Conhecimentos prévios/ impressões sobre Calor e Temperatura;

Desenvolvimento:

A) Motivação (Âncora) – Vídeo Institucional:

Converse inicialmente, apresentando a proposta de trabalho (explicação básica sobre a metodologia de projetos) para desenvolvimento do conteúdo a ser abordado. Como recurso motivador, apresente a Âncora (Instigação) – vídeo institucional do Frigorífico: “50 anos da Coasul: Cooperativa Agropecuária Sudoeste Ltda” Um dos maiores abatedouros do Paraná com destaque internacional no abate, processamento e distribuição de carnes de frango.

<https://www.youtube.com/watch?v=IYcoF9oLy4Q>

Coletivamente através do quadro ou *Jamboard*: Levantar respostas para os seguintes questionamentos:

- a) Qual é a importância da cooperativa no nosso município? (Espera-se que sejam levantadas questões econômicas, fonte de renda, empregabilidade, cooperativismo, desenvolvimento e fortalecimento da agricultura no município entre outros);
- b) Como ocorre o processo de produção dos pintinhos que abastece todos os aviários do município? Onde ocorre esse processo?
- c) Quais são as etapas de todo o processo desde o nascimento até o abate e distribuição dos frangos?

B) Questão Motriz:

Após a contextualização inicial, apresente a turma a questão motriz: Como produzir/criar pintinhos com taxa de eclosão/nascimento igual ou superior ao método natural?

Registrar as possíveis sugestões.

C) Produção do Mapa Mental:

Proponha aos estudantes, individualmente, a produção de um Mapa mental – Apresentação da metodologia com exemplificação – para levantar impressões sobre o calor. Para produção do mapa mental diagnóstico, será necessário lembrar ou apresentar a metodologia de produção de um mapa mental.

Procure não interferir nas produções para levantar com mais proximidade possível os conhecimentos prévios dos estudantes acerca do assunto. Recolha, leia

atentamente as produções para planejamento das aulas posteriores. Ele será o seu ponto de partida.

D) Leitura Complementar:

Solicite a leitura do Texto complementar: *Um pouco de contexto histórico*, responder as questões propostas para ser realizada em cada, como tarefa. (Texto adaptado do artigo: Concepções sobre a natureza do calor em diferentes contextos históricos) em Anexo 1.

Nascimento (apud Carvalho, 2012) destaca que trabalhar a história da ciência é uma forma de possibilitar aos estudantes uma visualização dinâmica da construção do conhecimento, bem como suas crises e interrupções em função da realidade de cada época. Neste sentido, a atividade a seguir propõe a leitura e análise de um texto, cujo resultado evidencia a capacidade dos alunos em extrair informações do texto e elaborar seu próprio conhecimento.

E) Questionário Diagnóstico:

Impresso ou via formulário solicite a participação dos estudantes juntamente com as famílias para responder à um questionário investigativo sobre a produção de aves na propriedade, índice de eclosão pelo processo natural e benefícios de uma produção mais eficiente. No Apêndice 1, encontra-se o questionário utilizado.

F) Problematização:

Apresente a problemática aos estudantes: Existe alguma relação/aplicabilidade na produção de pintinhos e os conteúdos de Física em que estamos estudando? Quais? Onde? (Espera-se que após o trabalho introdutório a termodinâmica já iniciado eles tenham condições de percepção de relação entre calor/temperatura e o nascimento dos pintinhos).

Socialize as contribuições.

4.2 MOMENTO 2: DIFERENCIANDO OS CONCEITOS DE CALOR E TEMPERATURA

Objetivos:

- Diferenciar as grandezas físicas Calor e Temperatura e sensação térmica em diferentes situações bem como as suas unidades de medida;
- Interpretar a temperatura como uma medida de agitação de átomos e moléculas, medida indiretamente a partir das propriedades térmicas dos materiais.
- Compreender o calor como energia transferida em sistemas onde os corpos encontram-se a diferentes temperaturas e que ele se transfere espontaneamente do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura.
- Reconhecer os diferentes processos térmicos de transmissão de calor presentes na natureza.

Metodologia:

- Apresentação de slides, na forma remota as interações podem ser via *Google Meet*, *chat* e *jamboard* e grupo no *WhatsApp*;
- Pesquisa na internet e caderno e produção coletiva de cartaz;
- Resolução de exercícios e testes em formulário *Google Meet*;
- Demonstração de fenômenos físicos a partir de experimentos;
- Tarefas de casa (leitura e interpretação).

Conteúdos:

- Conceitos de temperatura e calor;
- Medidas de temperatura e calor;
- Processos de transferência de calor.

Desenvolvimento:**A) Socialização da tarefa de casa (leitura):**

Em uma conversa com os estudantes socialize as contribuições obtidas a partir da leitura do texto Contexto histórico do calor. Levante também as informações coletadas no questionário feito com as famílias (tarefa 01) sobre produção de aves, índice de eclosão e benefícios de uma produção mais eficiente. Apresentar em forma de gráfico ou tabela para os estudantes o resultado do questionário da aula anterior.

B) Problematização:

Apresente à turma a seguinte problemática: Como aquecer os ovos e manter a temperatura ideal para incubação e nascimento dos pintinhos?

Ao término do encontro, socialize as contribuições.

C) Vídeos – Conceitos de temperatura e calor:

Assista aos vídeos Complementares: Calor x Temperatura: (10 min), previamente selecionados pelo professor.

<https://www.youtube.com/watch?v=XfeV4JrY7yg> – vídeo 01

https://www.youtube.com/watch?v=1JrqQ_LV4q0 - vídeo 02

D) Atividade em grupo: Pesquisa, produção de cartaz:

Proponha uma atividade de pesquisa no celular: Diferença entre as grandezas: Calor e Temperatura. Fazer um cartaz comparativo utilizando o *jamboard* ou *Padlet* com as informações levantadas sobre as grandezas (conceito, instrumento de medida, unidades de medidas, exemplificação prática). Socialize as informações.

E) Exercícios de fixação:

Propor Exercício de fixação: Conversão entre as medidas de temperatura ($^{\circ}\text{C}$, $^{\circ}\text{F}$ e K) e entre as medidas de calor (cal, J, Kcal, KJ). Lista em Anexo 2.

F) Exposição oral pelo professor:

Apresente com auxílio de documento em *Power point* através de exposição oral e discussão, os três processos de propagação de calor. Busque contextualizar com situações do dia-dia.

F) Atividade de demonstração: Processos de transmissão de calor:

Proponha a observação (via *Meef*) dos três procedimentos experimentais sobre os processos de produção de calor realizados pelo professor: (Condução térmica, convecção e irradiação). De posse dos materiais, o professor executa, grava e disponibiliza aos estudantes que acompanham os fenômenos demonstrados. (Roteiros em Apêndice 2).

Socialize o registro do aprendizado.

G) Exercício de fixação:

Avalie a compreensão dos conhecimentos: Para finalizar a atividade, cada equipe deve fazer um registro das seguintes informações. Com base na observação dos experimentos:

a) Quais são os principais processos de propagação de calor, dizendo em que meios cada um deles ocorre e de que forma acontece cada processo. Apresentar aos colegas os registros oralmente com a intervenção do professor quando for necessário.

4.3 MOMENTO 3: ISOLANTES/CONDUTORES TÉRMICOS E PROCESSOS DE PROPAGAÇÃO DE CALOR.

Objetivos:

- Definir o conceito de calor específico e capacidade térmica;
- Desenvolver raciocínio lógico, a criatividade, a comunicação, o pensamento reflexivo, a colaboração e o trabalho em grupo;
- Avaliar o papel do equilíbrio térmico para a manutenção de vida na Terra, bem como como o funcionamento de algumas máquinas;

Metodologia:

- Aula expositiva com auxílio e apresentação em multimídia;

- Demonstração e observação;
- Atividade de pesquisa;
- Estudo de texto;
- Resolução de exercícios;

Conteúdos:

- Isolantes e condutores térmicos;
- Trocas de calor (Funcionamento da garrafa térmica)
- Calor específico e capacidade térmica dos materiais;

Desenvolvimento:

A) Retomada e roda de conversa:

Oralmente revisar os principais processos de propagação, como ocorrem e em que meios. Assunto da aula anterior.

B) Problematização 01:

Apresentar a problemática: Como manter o equilíbrio térmico no interior de um ambiente? Ou como dificultar trocas de calor de um corpo com o meio externo? Que materiais são utilizados e porquê?

Ao final do encontro socialize as contribuições.

C) Análise dos componentes da garrafa térmica:

Previamente, sugira que selecionem uma garrafa térmica em desuso, uma para cada desmontar, discutir e trabalhar com ela. No modelo remoto, o professor pode desmontar a garrafa, fazer a análise dos materiais e suas aplicações interagindo com a turma (durante a aula *Meet*).

Na sequência realizar a leitura do texto (Apêndice 3) responder os questionamentos sugeridos. Coletivamente socializar as conclusões.

D) Revisão - Vídeo Processos de transmissão de calor:

Como forma de revisar e reforçar os conhecimentos estudados, propor o vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=sY6tA4Xxs2o> – como funciona a garrafa

térmica. Vídeo de 3:48 min.

E) Equilíbrio térmico – Simulador:

Para melhor compreensão de como ocorre o equilíbrio térmico utilizar o simulador PHET (https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/energy-forms-and-changes), acessar juntamente com os estudantes, mostrar como fazer a simulação e reservar um tempo para que possam conhecer, utilizar e interagir com o simulador.

Como complemento, em casa acessar o link e constatar como ocorre o equilíbrio térmico: <https://www.youtube.com/watch?v=7iAZG1Ginfo>.

F) Atividade de Pesquisa:

Proponha aos estudantes alguns questionamentos: Você já percebeu que num mesmo ambiente, se tocarmos num objeto feito de algum metal ele parecerá mais frio do que um objeto de madeira? Por que isso acontece?

Solicitar que os estudantes toquem em superfícies metálicas e na sequência no tampo de madeira de uma mesa. Pergunte aos alunos, qual material parece estar mais frio.

Problematize o porquê de a temperatura parecer diferente, sendo que os dois objetos estão no mesmo ambiente.

Propor uma pesquisa rápida para uma possível resposta à problematização anterior. Na sequência conceituar as grandezas físicas: calor específico e capacidade térmica.

Pesquisar e anotar o calor específico de pelo menos 10 substâncias/materiais diferentes. (Cada um pode pesquisar uma substância e no *chat* vão compartilhando) Atividade de fixação. (Anexo 3).

*Socialize as respostas encontradas e discuta com o grande grupo.

TAREFA: Assistir aos vídeos complementares a seguir:

<https://www.youtube.com/watch?v=GnWkOM02Bg0> - vídeo 1

https://www.youtube.com/watch?time_continue=108&v=J5fst-9I7n8&feature=emb_logo - vídeo 02

G) Atividade avaliativa:

Teste com questões objetivas sobre os processos. Propor uma avaliação em duplas dos conhecimentos obtidos durante a aula apenas na interação com o colega da dupla. O questionário será disponibilizado num formulário do *Google docs*. Com a abordagem dessa metodologia ativa e interativa os estudantes poderão responder online o questionário e enviar ao professor dentro do tempo estipulado no formulário. (Apêndice 4)

4.4 MOMENTO 4 – ASPECTOS FÍSICOS ENVOLVIDOS EM UMA CHOCADDEIRA

Objetivos:

- Identificar conhecimentos da física térmica envolvidos na construção e funcionamento de uma chocadeira;
- Identificar, qualitativamente, condutores e isolantes térmicos a partir de suas propriedades, relacionando esse conhecimento às aplicações em construções, equipamentos, utensílios domésticos etc.
- Utilizar o conhecimento das formas de transmissão de calor para justificar a utilização de determinados materiais;

Metodologia:

- Leitura e discussão de texto;
- Socialização e roda de conversa a partir de vídeo assistido.
- Atividade em grupo;

-Conteúdos:

- Condutores e isolantes térmicos, Equilíbrio térmico, propagação de calor;
- Transformação de energia;
- Noções de calorimetria.

Desenvolvimento:

A) Reportagem do Globo Rural:

Como atividade inicial do encontro para motivação do grupo, proponha o vídeo do programa de TV Globo Rural com a reportagem de uma experiência bem

sucedida em uma Casa Familiar Rural. O vídeo mostra como construir a chocadeira elétrica caseira de baixo custo; (10 min):

https://www.youtube.com/watch?v=Dsxd5xD0jms&list=PL2RpMSj_TO52mN-9Toy_TE5bESgXnmZCj

B) Problematização:

Propor a problemática do encontro: Que conhecimentos da física são necessários para construir e utilizar uma chocadeira elétrica caseira?

Registrar as considerações ao final da aula.

C) Leitura e discussão do texto:

ASPECTOS FÍSICOS ENVOLVIDOS NA CONSTRUÇÃO DE UMA CHOCADEIRA. (Apêndice 5). Na sequência, registrar os principais aspectos envolvidos. (Exercícios)

D) Visita a uma propriedade rural no município que utiliza a chocadeira Elétrica:

Atividade extraclasse - (Atividade suspensa por conta da Pandemia).

E) Atividade de pesquisa:

Com auxílio do professor são organizados os grupos de trabalho. Pensando na dinâmica dos encontros presenciais, foram organizadas equipes por aproximação de localização.

Cada grupo define o modelo de chocadeira mais adequado e viável a ser construído e os materiais que poderão ser providenciados (caixa de papelão, isopor, carcaça de forno).

No grupo de *WhatsApp* os grupos devem informar o modelo escolhido pela equipe a ser construído para o professor e demais colegas tomarem conhecimento. Providenciar os materiais levantados coletivamente para início da construção da chocadeira na próxima aula.

4.5 MOMENTO 5: CONSTRUÇÃO DA CHOCADDEIRA ELÉTRICA

Objetivos:

- Identificar qual ou quais processos de propagação de calor ocorreram em determinado evento no seu dia-a-dia;
- Relacionar os tipos de processo de transferência de calor com fenômenos da natureza;
- Compreender os processos de transferência de calor: sólidos, líquidos e gases;
- Construir soluções tecnológicas a partir do conhecimento de calor e temperatura;
- Construir uma chocadeira elétrica com material de baixo custo;

Metodologia:

- Mão na massa: interação e construção de um produto aplicando os conhecimentos adquiridos durante as aulas.
- Trabalho em grupo;
- Solução de problemas;
- Pesquisa;

Conteúdos:

- Aplicações práticas de isolantes e condutores;
- Processos de transmissão de calor;
- Medidas de temperatura, equilíbrio térmico;
- Trocias de Calor;

Desenvolvimento:

A) Problematização:

Apresente para a turma a problemática para este momento: Como será construída a chocadeira elétrica com materiais de baixo custo?

B) Vídeo do Programa de TV Fantástico sobre o funcionamento da chocadeira elétrica:

Momento em que as equipes podem acompanhar a construção e o funcionamento de mais um modelo de chocadeira elétrica de fabrico caseiro.

C) Socialização dos modelos escolhidos pelos grupos da chocadeira a ser construída:

Cada grupo deve socializar com os demais colegas seu planejamento inicial para a construção do produto. (Essa socialização foi feita de forma online *via Google Meet*).

D) Início da construção da chocadeira com os materiais disponíveis:

Atividade realizada extraclasse - Neste momento inicia-se construção da chocadeira. Com auxílio do professor os grupos dividem as tarefas, se organizam e começam os trabalhos durante as próximas duas semanas em horário contrário às aulas. Os encontros foram organizados pelos estudantes com visita do professor.

Os encontros foram definidos pelas equipes, informados ao professor que com cronograma fará visitas de acompanhamento.

Um roteiro com os principais passos será disponibilizado aos alunos. (Apêndice 6)



4.6 MOMENTO 6: INSTALAÇÃO DA PARTE ELÉTRICA DA CHOCADDEIRA

Objetivos:

- Diferenciar materiais isolantes e condutores elétricos;
- Conhecer a função dos principais elementos de um circuito elétrico;
- Conhecer as principais transformações de energia e justificar o seu uso (Efeito Joule);

Metodologia:

- Aula expositiva com auxílio de apresentação no multimídia;
- Atividade em grupo;
- Solução de problemas;

Conteúdos:

- Circuito elétrico, elementos do circuito e suas funções (noções)
- Fontes de calor, transformação de energia;
- Condutores e isolantes elétricos;

Desenvolvimento:

A) Problematização:

Apresente a problemática do encontro: Como produzir o aquecimento interno da chocadeira? Que fontes de calor dispomos? Como faremos?

Socialize as considerações ao final do encontro.

B) Elementos do circuito elétrico e suas funções:

Apresente os dispositivos a serem utilizados no circuito elétrico e suas funções. (Via *Google Meet*). Leve os materiais e utilize-se de slides para conversar, mostrar e apresentar o tema.

Através de exposição oral com apoio de slides o professor apresenta os principais elementos do circuito elétrico e suas funções.

C) Instalação do circuito elétrico da chocadeira:

Na sequência proponha a instalação elétrica do circuito com a lâmpada que irá aquecer a chocadeira. Providencie os materiais com antecedência. (Essa atividade foi realizada em casa pelas equipes no dia do encontro para construção da chocadeira).

Aproveite o momento e discuta com eles algumas formas de transformação de energia térmica em outras formas e outras vice versa, presentes no dia-dia.

Exemplos:

Energia mecânica ⇔ Energia térmica; (Furadeira, trem a vapor)

Energia química ⇔ Energia térmica; (Fogo, reator de fusão nuclear)

Energia elétrica ⇔ Energia térmica; (Resistência do chuveiro, usina nuclear)

Energia radiante ⇔ Energia térmica; (Radiações em fisioterapia, filamento de uma lâmpada)

D) Calibração do termostato e teste inicial com ajuda de um técnico:

Calibrar a temperatura interna da chocadeira. Neste momento podem ser explorados, a manipulação do termômetro, leitura e registro das temperaturas durante um intervalo de tempo. Para esta calibração, um tutorial do modelo escolhido, em forma de vídeo será assistido para que os grupos consigam proceder a calibragem.

https://www.youtube.com/watch?time_continue=9&v=Alml-VpoGKo – Como instalar o termostato

E) Construção do ovoscópio:

A construção de um ovoscópio caseiro tem a função de identificar defeitos na casca e observar características internas do ovo garantindo mais qualidade na incubação. O ovoscópio consiste em colocar ovos num local escuro contra uma fonte de luz. Assim, sem quebrar ou danificar os ovos é possível enxergar o seu interior, verificando a presença de embriões e outros detalhes.

Um ovoscópio simples e fácil de construir é adaptar um circuito elétrico alimentado por uma lâmpada de 60W dentro de um cano PVC de 100mm. Uma tampa com um orifício que se ajuste ao tamanho dos ovos é colocada na extremidade do cano. (Por conta da Pandemia e para evitar mais encontros

presenciais com aglomeração a construção do ovoscópio foi substituída pela lanternas dos celulares).

A partir desse momento pode-se dar início ao processo de incubação dos ovos, com uma quantidade mínima (testes experimentais).

Oriente as equipes para fazer o registre das principais informações como data de início da incubação, previsão de nascimento, horários de rolagem dos ovos, abastecimento de água dos recipientes, monitoramento. Cada grupo divide as tarefas de acompanhamento durante a semana da chocadeira.

4.7 MOMENTO 7: AVALIAÇÃO E SOCIALIZAÇÃO DOS RESULTADOS

Objetivos:

- Avaliar os conhecimentos adquiridos no decorrer do projeto;
- Finalizar acabamento dos equipamentos;

Metodologia:

- Aplicação de exercícios.
- Mapa mental;
- Aplicação de questionário;
- Gincana de conhecimentos;

Desenvolvimento:

A) Problematização:

Proponha a reflexão com as equipes a partir da seguinte problemática: O que aprendemos sobre o conteúdo estudado?

A) Gincana – Revisão de conteúdo:

Promova um jogo em duplas ou grupos: QUIZ DE FÍSICA TÉRMICA – Organize ovos de “kinder ovo” ou de pvc com perguntas sobre os conteúdos de física abordados, semelhante a uma gincana. (Apêndice 7).

O professor coordena e um integrante de cada equipe em ordem sorteia um ovo e lê a pergunta se a equipe acertar ganha dez pontos, se não souber e passar, vale nove pontos para próxima equipe e assim sucessivamente. (Atividade realizada virtualmente pelo *Google Meet*)

B) Produção do mapa mental:

Propor novamente a produção de um mapa mental sobre o tema: CALOR para avaliar a evolução dos estudantes durante o projeto. A atividade deve ser realizada em individualmente pelos estudantes. Comparar esta produção do mapa mental com o que foi produzido no diagnóstico, fornecerá subsídios para avaliar a evolução do conhecimento dos estudantes.

C) Manual de utilização da chocadeira elétrica:

Propor aos estudantes a produção de um Manual de como utilizar a chocadeira elétrica caseira. Depois de apresentado, revisado e impresso esse manual será entregue aos visitantes no dia da apresentação dos resultados. Essa atividade pode ser realizada sob orientação do professor de Língua Portuguesa.

D) Apresentação dos resultados:

Para finalizar, lança a problematização: Qual foi o resultado do nosso projeto?

Oportunizar uma apresentação aos colegas e demais estudantes, bem como a comunidade escolar o resultado do projeto desenvolvido.

Promover Intercâmbio com os alunos da Escola Municipal que funciona em consonância e firmar parceria para chocar os ovos de codornas do projeto da rede municipal.

Informar aos visitantes as vantagens da construção e uso da chocadeira na pequena propriedade.

Levantar pontos positivos e negativos do projeto (Auto avaliação: questões abertas, feedback dos estudantes)

1) No ambiente escolar será organizada uma sala para exposição das chocadeiras com os resultados obtidos, bem como cartazes, panfletos e relatórios para visita de toda a comunidade escolar. Os estudantes farão explicações e demonstrações do manuseio, da construção e do funcionamento das chocadeiras com previsão de nascimento dos pintinhos para este dia. (Posteriormente, quando acontecer o retorno presencial, neste momento poderá ser fotos e vídeos do processo todo.)

2) Apresentação de cartazes ou painéis com vantagens do desenvolvimento da chocadeira, benefícios e praticidade. Também será feita a distribuição de panfletos com o manual de construção e manuseio da chocadeira produzidos anteriormente pelos próprios alunos.

E) Questionário de satisfação:

Solicitar o preenchimento de um questionário aberto sobre impressões e auto avaliação do desenvolvimento da proposta; (Apêndice 8)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente percebe-se que a maioria dos estudantes não se sente motivado, entusiasmado a aprender. Um dos motivos desse desinteresse são as aulas tradicionais, na maioria das vezes apenas expositivas, sem atrativos e sem inovação para facilitar a aprendizagem dos conteúdos propostos.

Diante desta problemática e na tentativa de motivar o estudante a aprender foi desenvolvido este trabalho com os alunos da 2ª série do ensino médio utilizando-se da metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos na construção de uma chocadeira elétrica caseira enfocando os conceitos físicos de calor, temperatura, bem como a classificação térmica dos materiais, condutividade térmica e calor específico, processos de transferência de calor, umidade do ar, transformação de energia e conceitos de eletrodinâmica básica.

A Aprendizagem Baseada em Projetos funciona de modo a desenvolver habilidades como autonomia, proatividade e curiosidade para a resolução de problemas. Também fomenta a comunicação interpessoal e o trabalho em equipe, tanto entre os alunos quanto entre estudantes e professor.

Inicialmente para identificar os subsunçores foi realizado um mapa mental diagnóstico para averiguar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre calor e temperatura e um questionário para conhecimento da realidade das famílias. Posteriormente foi necessária a elaboração de novas estratégias para instigar os estudantes a vontade de aprender, pensando-se em um produto educacional que chamasse a atenção dos mesmos, motivando-os e tornando a aprendizagem significativa.

Elaborou-se um trabalho em etapas com leituras, discussões, resoluções de problemas reais, trabalhos em grupos e atividades práticas afim de facilitar a aprendizagem e a definição dos conceitos. Os estudantes demonstraram grande interesse em entender os temas abordados, pois tinham curiosidade em manusear o produto e saber como funcionava.

Para comprovar se ocorreu realmente a aprendizagem significativa e confirmar o pressuposto de que o produto educacional seria eficiente para concretizar o ensino aprendizagem dos conceitos físicos de calor e temperatura, foi aplicado novamente o mapa mental utilizado anteriormente na fase diagnóstica,

onde ficou explícito o sucesso da dessa prática embasada nas teorias de David Ausubel e Marco Antônio Moreira, comprovando-se que realmente ocorreu aprendizagem.

Por final, o educador passou a ser um colaborador orientador e não apenas o encarregado de passar conteúdo de forma vertical. Conclui-se, ao término desse projeto, que os estudantes puderam compreender de maneira eficaz os conhecimentos de termodinâmica contemplados, apropriando-se também dos conceitos, atitudes e procedimentos envolvendo conhecimentos da Física e das diferentes disciplinas integradas ao projeto.

Assim, combinando teoria e prática foi possível concretizar a aprendizagem significativa, principal objetivo deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. M. **Incubação Artificial**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Goiás - UFG, Jatobá. 2008. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/178/o/Poliane%20Martins%20Almeida.pdf>. Acesso em: 01/12/2019.

AUSUBEL, D. P. **A Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

Blog. AGEON, Eletronic Controls. **Controle de temperatura para cocadeiras**. Blog AGEON Eletronic Controls. 02 de junho de 2015. Disponível em <https://blog.ageon.com.br/controle-de-temperatura-para-chocadeiras/>. Acesso em 25/05/2020.

Blog. LYCEUM, Redação. **Aprendizagem Baseada em Projetos**: tudo o que você precisa saber. Blog **Lyceum**, 06 de agosto de 2018, atualizado em 13 de setembro de 2018. Disponível em: <https://blog.lyceum.com.br/aprendizagem-baseada-em-projetos/>. Acesso em 01/12/2019.

BONADIMAN, H. **A simplicidade no laboratório de Física**. Espaços da Escola, v. 24, p. 19-24, abr./jun. 1997.

BONJORNO Et al., J. R. *Física*. São Paulo: FTD. 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio: Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2012.

CALIL, T. A. **Princípios básicos de incubação**. São Paulo/SP: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas.2007.

Garrafa térmica – Como funciona. Disponível em <http://br.geocities.com/saladefisica> - Acesso em 25/02/2020

HALLIDAY, D. **Fundamentos de Física, volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica**. Rio de Janeiro, RJ: LTC. 2016.

HILL, D. **Perdas no desempenho: Incubação e Aquecimento**. Pontos críticos e práticos de manejo. *5º Simpósio Técnico de Incubação, Matrizes de Corte e Nutrição*, p. 12. 2004.

LANGE, G. [et al]. **Melhoria da incubação de ovos e criação de pintos**. Wageningen: ISBN Agromoisia ISBN CTA. 2011.

MORA, L. A. **Processos de incubação artificial de ovos: desenvolvimento de sistemas de medição de temperatura e massa**. 2008. 98p. Dissertação (mestrado) Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas/SP, 2008. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/256983>. Acesso em:01/12/ 2019.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica Física**. Curitiba: SEED, 2008.

RIBEIRO. R. Projeto **Chocadeira em caixa de madeira Caseira Diversos Jeitos Fazer**. Disponível em: <https://fdocumentos.tips/document/projeto-chocadeira-de-madeira.html>. Acesso em 05/09/2021.

SÁ, C. O. [et al]. **Manejo de ovos férteis de galinha caipira para a incubação artificial no estado de Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2017. ISSN 1678-1945. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular Técnica, 85).

STRIEDER. D, M. **A disciplina de física na formação inicial de professores**. In: XV Simpósio Nacional de Ensino de Física, Curitiba. Atas do XV Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2003.

TIPLER, P. A., & MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**, 6^a ed., vol.1. Rio de Janeiro: LTC. 2006.

UMIDADE. In: DICIO, **Dicionário Online de Português**. Porto: 7Graus, 2020. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/umidade/>. Acesso em: 28/05/2020.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – LEVANTAMENTO INICIAL – DIAGNÓSTICO DA REALIDADE

Este formulário tem como objetivo levantar informações sobre os estudantes atendidos.

Não há necessidade de colocar o nome nem se identificar, porém procure ser o mais sincero possível.

1- Você e sua família residem: *

- Na zona rural (no campo)
- Na zona urbana (na cidade)
- Moro em um distrito.

2- Qual é a principal fonte de renda da família? *

- Agricultura
- Agricultura e pecuária (leite/peixes/aves/porcos...)
- Emprego formal (assalariado)
- Outro

3- Na sua casa ou propriedade existe alguma criação de aves? (Pode ser de estimação, para consumo ou comércio). Pode marcar mais de uma opção. *

- Não.
- Galinhas
- patos
- gansos
- marrecos
- codornas
- perus
- pássaros
- Outros.

4- Qual é a finalidade da produção de aves na sua propriedade? *

- Apenas de estimação
- Não há nenhuma ave.
-

- Para consumo próprio da família
- Para consumo e comércio
- Para comercialização produção em grande escala (aviário)

5- Você sabe quantos ovos em média uma galinha em seu habitat natural põe para chocar? Se não souber pesquise e anote a sua resposta aqui: *

6- Você sabe quantos dias demora a incubação (para nascer) os filhotes de uma galinha? E de uma codorna? *

7- Qual é a temperatura com que a galinha choca seus ovos? (Se não souber pode pesquisar...) *

8- Em média quantos pintinhos nascem pelo processo natural, ou seja, quando são chocados pela galinha? (Se você não souber, converse com alguém que tenha essa criação) *

9- Você acha que seria um benefício para sua propriedade se produzíssemos pintinhos sem a necessidade das galinhas chocarem os ovos? Cite uma vantagem... *

10- Você já viu ou conhece uma chocadeira elétrica? *

- sim
- não

11- Gostaria de conhecer e aprender a construir uma chocadeira e, quem sabe ter uma na sua propriedade? *

- sim
- não
- talvez

APÊNDICE 2 – ROTEIRO PARA DEMONSTRAÇÕES DOS PROCESSOS DE PROPAGAÇÃO DE CALOR

a) Num primeiro momento mostrar aos alunos o aparato experimental, composto por: hastes de cobre, ferro e alumínio e uma vela acesa. Colar tachinhas ao longo das hastes, em quantidades e espaços iguais. Pedir para os alunos, apoiar as hastes e aquecer com a chama da vela uma das extremidades de cada haste. Observem o que irá ocorrer a partir do aquecimento da base do aparato onde estão presas as tachinhas. A partir da observação questione os alunos o porquê do fato ocorrido, levando-os a concluírem sobre a condução de calor através das hastes.

b) Posteriormente, para mostrar o processo de convecção, coloque sobre uma chama de vela, um frasco de vidro com água. Com um canudinho, introduza lentamente um pouco de leite gelado ao fundo do copo, de modo que o leite fique depositado sob a água. Observe por algum tempo até notar a movimentação do leite para a parte superior do copo ao ser aquecido.

c) Num terceiro momento, visando conceituar a transmissão de calor por radiação, peça aos alunos que aproxima as mãos de lâmpadas incandescente, ligadas em um circuito elétrico, previamente organizado pelo professor e falem o que sentem e observem.

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS: Atividade em grupo, registrar as respostas:

QUESTÕES: (atividade de condução)

1) O que justifica o desprendimento das tachinhas das hastes?

2) Elas caem todas ao mesmo tempo? Existe algum tipo de ordem na queda das tachinhas? Como você imagina que se dá a propagação de calor através do metal.

3) Cite exemplos de materiais utilizados em seu cotidiano que se aquecem da mesma maneira.

QUESTÕES: (atividade de convecção)

1) O que você observa no experimento?

2) Como você explica a movimentação do leite dentro do copo de água? Justifique sua resposta.

3) Em que tipo de meio é possível ocorrer a convecção? Podemos ter a convecção no vácuo?

QUESTÕES: (atividade de radiação)

- 1) O que você sentiu ao aproximar as mãos da lâmpada?
- 2) Como você explica o fato ocorrido?
- 3) Que outras fontes irradiam energia da mesma forma?

APÊNDICE 3 – TEXTO: COMO FUNCIONA UMA GARRAFA TÉRMICA?

Disponível em <http://br.geocities.com/saladefisica> - Acesso em 25/02/2020

QUESTÕES EXPLORATÓRIAS:

1-É possível manter um líquido em alta ou baixa temperatura no interior de uma garrafa térmica pra sempre? Por quê?

2-Por que as paredes da garrafa térmica são duplas e quase sem ar?

3-Em uma frase diga: Qual é o objetivo principal de uma garrafa térmica?

4-Por que a tampa é quase sempre de plástico ou borracha e oca?

5-Qual é a função do revestimento externo da garrafa térmica?

6-Por que o vidro da garrafa é coberto por uma fina camada metálica?

7-A garrafa dificulta a entrada ou a saída de calor? Justifique.

8-Quando você folga um pouco a tampa da garrafa para resfriar a água quente, você está permitindo a transferência de calor com o meio por qual processo? Justifique.

09-Para obter a melhor mistura, fisicamente falando, é aconselhável ao misturar dois recipientes um com café quente e outro com leite gelado, colocar:

() O café quente sobre o leite gelado

() O leite gelado sobre o café quente

() De qualquer maneira o resultado será o mesmo. Argumente a sua escolha.

APÊNDICE 4 – ATIVIDADE AVALIATIVA EM DUPLAS SOBRE CALOR:

1. Quando se coloca uma colher de metal numa sopa quente, logo a colher também estará quente. A transmissão de calor através da colher é chamada:
a) agitação; b) condução; c) irradiação; d) convecção.

2. A blusa de lã é um bom isolante térmico porque:

- a) é muito espessa;
- b) retém bastante ar no seu interior;
- c) impede a passagem da corrente de ar pelo corpo;
- d) impede a transpiração e a consequente diminuição de temperatura do corpo.

3. Nas geladeiras, a fonte fria (o congelador) deve ser colocada:

- a) na parte inferior, pois o ar quente é resfriado lá;
- b) na parte superior, pois o ar quente tende a se elevar;
- c) na parte inferior, pois o ar frio é mais denso e desce para o fundo;
- d) no meio do refrigerador.

4. No processo de condicionamento de ar de um recinto fechado:

- a) no inverno o ar quente deve entrar pela parte inferior da sala;
- b) no verão o ar frio deve entrar pela parte inferior da sala;
- c) tanto no verão quanto no inverno a entrada do ar deve ser pela parte inferior;
- d) tanto no verão quanto no inverno a entrada do ar deve ser pela parte superior.

5. Entre os aparelhos abaixo assinale aquele que não tenha funcionamento diretamente ligado à transmissão de calor:

- a) chuveiro elétrico;
- b) utensílios para cozinhar alimentos;
- c) liquidificador;
- d) geladeira.

6- Num planeta completamente desprovido de fluidos (gases ou líquidos) apenas pode ocorrer propagação de calor por:

- a) convecção e condução;
- b) convecção e irradiação;
- c) condução e irradiação;
- d) irradiação;
- e) convecção;

7-Numa noite fria, preferimos usar cobertores de lã para nos cobrirmos. No entanto, antes de deitarmos, mesmo que existem vários cobertores sobre a cama, percebemos que ela está fria, e somente nos aquecemos depois que estamos sob os cobertores há algum tempo. Isso se explica porque:

- a) o cobertor de lã não é um bom absorvedor de frio, mas nosso corpo sim.
- b) o cobertor de lã só produz calor quando está em contato com nosso corpo.
- c) o cobertor de lã não é um aquecedor, mas apenas um isolante térmico.
- d) enquanto não nos deitamos, existe muito frio na cama que será absorvido pelo nosso corpo.
- e) a cama, por não ser de lã, produz muito frio e a produção de calor pelo cobertor não é suficiente para seu aquecimento sem a presença humana.

8- Dois blocos de madeira estão, há longo tempo, em contato direto com um outro de mármore, constituindo um sistema isolado. Pode-se concluir que:

- a) a temperatura de cada bloco é distinta dos demais;
- b) a temperatura dos blocos de madeira é maior que a do bloco de mármore;
- c) os três blocos estão em equilíbrio térmico entre si;
- d) os três blocos estão à mesma temperatura apenas se possuem a mesma massa;
- e) os blocos estão à mesma temperatura apenas se possuem o mesmo volume;

9- O fato de o calor passar naturalmente de um corpo para outro deve-se:

- a) à quantidade de calor existente em cada um;
- b) à diferença de temperatura entre eles;
- c) à energia cinética total de suas moléculas;
- d) ao número de calorias existentes em cada um;

10- Considere dois corpos A e B de mesma massa de substâncias diferentes.

Cedendo a mesma quantidade de calor para os dois corpos, a variação de temperatura será maior no corpo:

- a) de menor densidade.
- b) cuja temperatura inicial é maior.
- c) de menor temperatura inicial.
- d) de maior capacidade térmica.
- e) de menor calor específico.

11-Ao fornecer 300 calorias de calor para um corpo, verifica-se como conseqüência uma variação de temperatura igual a 50 °C. Determine a capacidade térmica desse corpo.

() 6 cal/°C () 60 cal/°C () 600 cal/°C () 6000 cal/°C

12 -Em uma manhã de céu azul, um banhista na praia observa que a areia está muito quente e a água do mar está muito fria. À noite, esse mesmo banhista observa que a areia da praia está fria e a água do mar está morna. O fenômeno observado deve-se ao fato de que:

- a) a densidade da água do mar é menor que a da areia.
- b) o calor específico da areia é menor que o calor específico da água.
- c) o coeficiente de dilatação térmica da água é maior que o coeficiente de dilatação térmica da areia.
- d) o calor contido na areia, à noite, propaga-se para a água do mar.
- e) a agitação da água do mar retarda seu resfriamento.

13-A tabela abaixo apresenta a massa m de cinco objetos de metal, com seus respectivos calores específicos sensíveis c .

Metal	c (cal/g°C)	m (g)
Alumínio	0,217	100
Ferro	0,113	200
Cobre	0,093	300
Prata	0,056	400
Chumbo	0,031	500

O objeto que tem maior capacidade térmica é o de:

- a) alumínio b) ferro c) chumbo d) prata e) cobre

APÊNDICE 5 – TEXTO: ASPECTOS FÍSICOS ENVOLVIDOS NA CONSTRUÇÃO DA CHOCADDEIRA ELÉTRICA

A incubação artificial é uma tecnologia amplamente utilizada na avicultura, realizada por meio de incubadoras. Uma incubadora é um espaço confinado de temperatura, umidade e ventilação controladas, cujo objetivo final é a incubação de ovos férteis para obtenção de altos índices de eclodibilidade de ovos e boa qualidade dos pintainhos. Dessa forma, sabe-se que o nascimento é influenciado por vários fatores que podem ser de responsabilidade do granjeiro e/ou do incubatório (VIVAN, 2019).

Uma quantidade significativa de ovos pode ser incubada de uma única vez em chocadeiras elétricas, por meio dessa técnica, que pode ser inclusive artesanal, possibilitando maior taxa de eclosão de pintainhos. No entanto, quando se trata de produção em pequena escala, como exemplo, com galinhas caipiras na agricultura familiar, é importante não se tomar por impulso a decisão de adquirir uma chocadeira sem antes conhecer as vantagens e desvantagens de uma incubação artificial, bem como alguns conhecimentos necessários para se obter bons resultados (SÁ et al, 2017).

A escolha entre a incubação natural (pela galinha) ou a artificial (numa chocadeira) depende, em grande medida, da estratégia de produção (objetivos) e da quantidade de ovos a ser incubada em determinado momento. Devem ser levados em conta para fazer a escolha a quantidade de ovos a ser chocada, a necessidade de mão-de-obra, o investimento para construção e funcionamento da chocadeira e o tempo destinado ao acompanhamento. Segundo LANGE et al, (2011) o emprego de uma chocadeira elétrica além de tempo para sua aquisição ou construção, requer monitoramento constante, a realização de ajustes de temperatura e umidade, a viragem dos ovos, o acompanhamento do funcionamento adequado dos equipamentos, bem como cuidados com a limpeza e desinfecção ao longo do processo de incubação.

O funcionamento adequado e o bom desempenho de uma chocadeira elétrica dependem, segundo (MORA, 2008), de uma série de fatores físicos que variam com o tempo e o espaço, dentre eles, os mais relevantes são: a temperatura, a umidade do ar, a ventilação, a posição e giro dos ovos, e a concentração de oxigênio e de dióxido de carbono. Desvios de um ou mais destes fatores podem acarretar

variações de temperatura do embrião, perda de água no ovo, que podem alterar a troca de gases, comprometendo a formação de órgãos vitais, o desenvolvimento do embrião, resultando em aumento de mortalidade e conseqüentemente diminuição na eclosão.

Optando-se pela construção de uma incubadora artesanal, é necessário a compra de alguns materiais como madeira, arame, telas, recipientes para água, lâmpadas, fios, um termômetro e um higrômetro. É possível fazer reaproveitamento de alguns materiais de baixo custo disponíveis na propriedade e o uso de algumas ferramentas domésticas como martelo, alicate e serrote.

Para a construção de uma chocadeira de fabrico caseiro, alguns conhecimentos de Física, em especial de Termodinâmica/Calorimetria são de grande importância. Inicialmente deve-se definir os tipos de materiais para o revestimento da chocadeira.

Lange et al, (2011) sugere material de fácil isolamento térmico das paredes (contraplacado, fibras de vidro, madeira, papelão, isopor, plástico), com uma porta na parte dianteira, uma tampa na parte de cima e orifícios para facilitar a ventilação. Importante destacar que bons isolantes térmicos são os materiais que conduzem o calor com mais dificuldade, ou seja, que possuem baixa condutividade térmica. Identificar e diferenciar os bons e maus condutores de calor, conhecer o calor específico e a capacidade térmica de alguns materiais podem auxiliar significativamente na escolha do material a ser utilizado no revestimento da chocadeira e nos resultados a serem obtidos no final do processo.

A Temperatura é uma das 7 grandezas físicas fundamentais e segundo (HALLIDAY, 2016) ela está relacionada com as nossas sensações de calor e frio. É medida usando um instrumento conhecido como termômetro que contém uma substância com uma propriedade mensurável, como comprimento ou pressão, que varia de forma regular quando a substância é aquecida ou resfriada. Quando um corpo está em contato térmico com um corpo mais frio, a energia transferida do corpo mais quente para o corpo mais frio em razão da diferença de temperatura entre os dois corpos é chamada de calor (TIPLER & MOSCA, 2006).

Assim podemos concluir que a temperatura está associada ao nível de agitação média das moléculas que constituem um corpo e o calor como sendo a energia transferida entre dois corpos em razão da diferença de temperatura.

A temperatura adequada para a incubação é um fator muito importante e crítico no desenvolvimento do embrião, na eclosão dos ovos e no posterior desenvolvimento do pintainho. Segundo Lange et al, (2011), para obter a temperatura desejada deve-se usar uma fonte de aquecimento, que pode ser uma lâmpada, queimador de querosene, uma ou várias lâmpadas elétricas ou um elemento de aquecimento elétrico (resistência), que atuam como fontes de calor.

Por exemplo, optando-se pelo uso de uma lâmpada incandescente temos a energia elétrica aquecendo o elemento tungstênio a ponto de torna-lo emissor de luz e calor (BONJORNO Et al., 2016). É importante destacar que lâmpadas de Led não geram calor e, portanto, não são indicadas para o uso em chocadeiras.

Para que a temperatura de uma chocadeira elétrica seja constante, há a necessidade de um controlador da fonte de geração do calor, o termostato. Este controla a temperatura desligando automaticamente a fonte de calor quando a temperatura ultrapassa um determinado limite e volta a ligar a fonte quando a temperatura desce. Para (HILL, 2004) uma chocadeira ótima para os embriões de galinha, deve manter em seu interior temperatura do ar entre 36,1°C e 38,3°C durante o período de incubação, sendo a temperatura ideal 37,8°C.

Outro aspecto físico muito importante a ser considerado no funcionamento da chocadeira, é a umidade relativa do ar, segundo o Dicionário Online de Português (2020), a umidade do ar indica a quantidade/porção ou percentual de vapor de água presente na atmosfera.

A umidade relativa do ar dentro da chocadeira deve estar ajustada de maneira a otimizar a eclosão. A umidade varia conforme o dia de incubação e, é determinada pela perda de peso do ovo e transferência de calor. Os níveis de umidade também podem ser influenciados pela intensidade de arejamento e pela umidade de ar que entra. A umidade do ar, para que se possa ter melhores resultados no processo de incubação, segundo Decuypere & Micheles (1992), citados por (VIVAN, 2019) deve estar ajustada entre 60 a 65%, sendo um parâmetro que pode variar mais que a temperatura, sem causar danos a eclosão.

Nesse contexto, para se obter níveis desejáveis de umidade LANGE et al, (2011) sugere colocar tigelas com água no interior da incubadora, abaixo dos tabuleiros com os ovos.

Para ajustar possíveis variações de umidade podem ser adaptados sistemas de umidificação automática, manual, gotejamentos ou ainda panos ou esponjas umedecidas no interior da chocadeira.

O controle da umidade, segundo Blog Argeon (2015) é um fator importante, contudo, a maioria das chocadeiras comercializadas não vem com dispositivos para esta finalidade, mas ele evita alguns problemas e aumenta a taxa de eclosão. A casca do ovo apresenta uma certa rigidez, variável de acordo com a umidade do ar.

Em um ambiente muito seco (baixa umidade) por exemplo, os pintinhos podem encontrar dificuldade para eclodir. O monitoramento da umidade do ar no interior da chocadeira pode ser feito com a instalação de um higrômetro.

No ambiente interno da chocadeira ocorre a transferência de calor entre o embrião (ovo) e o microambiente físico externo, por um ou mais mecanismos de transferência de calor. Segundo (HALLIDAY, 2016) pelo processo de condução os elétrons e átomos que constituem um sólido, vibram intensamente por causa da alta temperatura que estão expostos. Essas vibrações e a energia associada são transferidas ao longo de um material por colisões entre os átomos. O aquecimento do cabo de uma panela seria um exemplo desse processo.

A energia térmica também pode ser transportada por convecção, esse tipo de transferência de calor acontece quando um fluido, como ar ou água, entra em contato com um corpo cuja temperatura é maior que o fluido. A temperatura dele aumentando, parte deste fluido se expande, ficando menos denso e, na maioria dos casos, a força do empuxo o faz subir. O fluido mais frio escoa para tomar o lugar do quente que subiu e o processo pode continuar indefinidamente. (HALLIDAY, 2016). Um exemplo desse processo é o sistema de ar condicionado em ambientes climatizados.

Já num processo de radiação do calor, (HALLIDAY, 2016) afirma que “um sistema e o ambiente podem trocar calor por ondas eletromagnéticas (a luz visível é um tipo de onda eletromagnética). As ondas que transferem o calor são também chamadas de radiação térmica.” Não é necessária a existência de um meio material para que o calor seja transferido por radiação, ou seja, ela pode ocorrer inclusive no vácuo. Um exemplo pode ser, quando você se aproxima de uma fogueira, você é aquecido pela radiação térmica proveniente do fogo.

Kashkin (1961), citado por (MORA, 2008) destaca que essa transferência entre o embrião(ovo) e o ambiente é dada principalmente pela perda de calor por convecção entre a casca do ovo e o ar circundante. Ainda, segundo os autores, a transferência de calor por condução e radiação é quase desprezível na chocadeira elétrica. No caso da condução, a área de contato do ovo com a superfície é mínima e, no caso da radiação a perda também desprezível, já que a maioria dos ovos está rodeada por outros ovos com a mesma temperatura na superfície.

De acordo com Mora (2008) também podem influenciar nas taxas de transferências de calor a condutividade térmica dos principais componentes do ovo, como a casca, a gema, o albume e a câmara de ar. O próprio embrião, durante o seu crescimento, por meio das reações metabólicas produz calor: o calor sensível, quando sofre variações de temperatura provocadas principalmente pela convecção e o calor latente, determinado pela quantidade de água no interior do ovo que evapora, que pode ser medida pelo acompanhamento da massa do ovo.

Os pintinhos no interior dos ovos, conforme Lange et al, (2011), necessitam absorver oxigênio e liberar dióxido de carbono. Enquanto se desenvolvem, devem ser abastecidos por uma ventilação crescente de quantidade de ar fresco. Nesse sentido, é importante que haja um arejamento adequado, equipando-se a chocadeira com orifícios de arejamento, tanto abaixo como acima do nível dos ovos.

Também podem proporcionar essa ventilação, a instalação de ventiladores. (MESQUITA, 2011, citado por (VIVAN, 2019) destaca que a trocas gasosas, processo relacionado com a captação de Oxigênio e liberação de CO₂, afetam o desenvolvimento embrionário, pois estão relacionadas com a eficiência das atividades metabólicas do embrião.

Outro fator muito importante é a movimentação(viragem) dos ovos. Conforme Lange et al, (2011), para manter os embriões centrados em desenvolvimento e prevenir que fiquem pegados às cascas, deve-se virar os ovos 3 vezes por dia, durante os primeiros 18 dias. A viragem regular dos ovos mantém o embrião centrado.

Essa viragem dos ovos pode ser efetuada manualmente em períodos regulares do dia ou com auxílio de dispositivos que executam uma viragem mecânica (automática). De acordo com (CALIL, 2007), nos momentos iniciais da incubação, o processo de viragem auxilia na difusão dos gases (O₂ e CO₂) e

alterações de pH, o que contribui para liquefação do albúmen, facilitando reações químicas do embrião. As incubadoras mecânicas normalmente realizam o processo de viragem 24 horas por dia, uma viragem/hora, com ângulo de 45° em relação ao eixo horizontal (ALMEIDA, 2008).

Para (HILL, 2004) o funcionamento ótimo de uma chocadeira, depende basicamente dos seguintes processos:

- É necessário que a capacidade de aquecimento e resfriamento sejam adequados e uniformes;

- A máquina deve ter a habilidade de reduzir a umidade visando atingir as necessidades;

- A chocadeira deve ter a capacidade de manter a temperatura do ar entre 36,1°C e 38,3°C, no período de incubação;

- A umidade relativa do ar deve ser ajustada para melhorar a eclosão e a qualidade dos pintainhos.

- O fluxo de ar entre a massa dos ovos deve ser consistente para que ocorra a transferência adequada de calor entre os embriões e o ambiente;

- O ar introduzido deve atender às necessidades de oxigênio dos embriões;

O desempenho de um incubatório é avaliado pelo percentual de nascimentos, por isso as alterações devem ser determinadas e solucionadas o mais rápido possível, dentre elas, a variação de temperatura e umidade nas incubadoras (VIVAN, 2019).

Durante o processo de incubação é possível fazer um acompanhamento conveniente através da ovoscopia, uma técnica que utiliza um feixe de luz que passa através dos ovos sem quebra-los, observando se eles estão ou não com embrionados, se estão mortos, no princípio ou no final da incubação. Essas observações podem direcionar aos índices que indicam se foi bem sucedida ou não a incubação (VIVAN, 2019). Geralmente fazem-se duas ovoscopias, ao 7º dia e ao 14º dia, considerando os ovos de galinha, cujo período de incubação fica entre 20 e 21 dias, sendo que na primeira retiram-se os ovos inférteis e com embriões mortos e na segunda seria para sanar dúvidas em relação a possíveis morte do embrião.

A construção de um ovoscópio também pode ser de fabrico caseiro. Pode ser feito de madeira, papelão grosso ou com um cano de PVC, alimentado por um

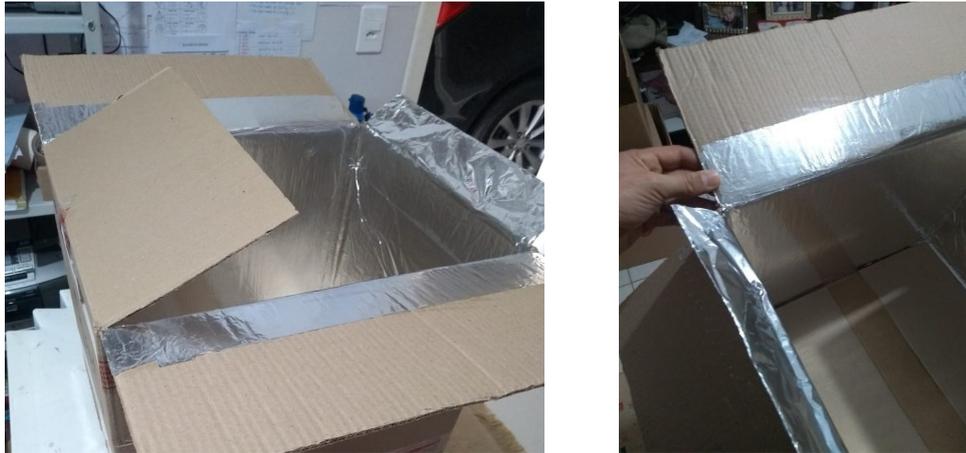
circuito elétrico e uma lâmpada. O mesmo deve conter uma tampa e um orifício de posicionamento do ovo para receber o feixe de luz.

A incubação artificial de ovos ainda é uma tecnologia utilizada por grandes produtores e empresas. No entanto, quando adaptada pode se tornar acessível aos agricultores familiares, inclusive o uso de chocadeiras comunitárias e constituir uma ferramenta que irá potencializar a produção de galinhas caipiras. Boas taxas de eclosão dependem dos cuidados na produção e manejo dos ovos embrionados (SÁ et al, 2017), que por sua vez são relacionados a conceitos de física. Além de ovos de galinha, a incubadora pode ser empregada para chocar ovos de outras espécies de aves, inclusive de alguns répteis.

APÊNDICE 6 - ROTEIRO PARA CONSTRUÇÃO DA CHOCADadeira

1 - Escolha uma caixa de madeira, papelão ou isopor e revista as paredes internas com papel alumínio, esse revestimento dificulta absorção do calor em forma de radiação.

Figura 01 – Revestimento interno da chocadeira.



Fonte: Autoria própria, 2021.

2 - Comece a preparação da caixa instalando um forro com uma tela em uma altura média (8 cm do fundo). O suporte para que a tela fique a altura desejada pode ser com pedaços de madeira(ripas) presas no fundo da caixa de modo que fique bem firme para os ovos ficarem sobre a grelha que vai se movimentar sobre a tela.

Uma haste metálica pode ser soldada, ou presa à grelha até a extremidade da caixa será o mecanismo para empurrar e puxa a grelha, o que movimentará os ovos. OBS: A grelha pode ser um pedaço de grade de geladeira, ou uma tela metálica.

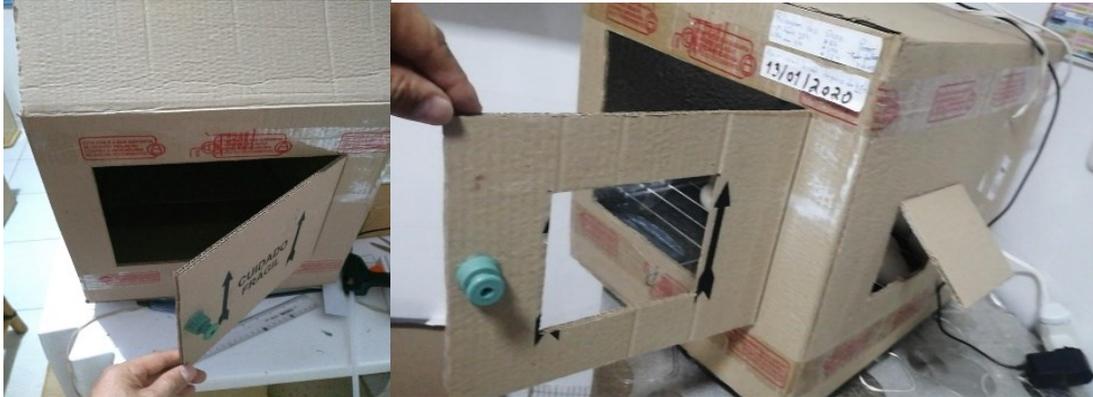
Figura 02 – Colocação da tela e grelha de proteção na chocadeira.



Fonte: Autoria própria, 2021

3 - Crie uma abertura lateral na caixa para acessar a parte interna, e de modo que seja possível fechar essa abertura quando não estiver em uso. Uma película transparente pode auxiliar no monitoramento da parte interna, sem a necessidade de abrir a chocadeira.

Figura 3 – Aberturas para ventilação e visualização do espaço interno.



Fonte: Autoria própria, 2021.

4 - Alguns furinhos podem ser feitos na parte superior e laterais da caixa para a entrada de oxigênio e para dispensar o calor excessivo no interior da caixa (de 04 a 08 orifícios). Eles podem ser fechados ou abertos conforme a necessidade de ajustes na ventilação.

Figura 4 – Furos para oxigenação e saída de calor.



Fonte: Autoria própria, 2021.

5 - No fundo da caixa, abaixo da grelha, coloque os recipientes com água, que ajudará a manter a umidade ideal e tornar a eclosão dos ovos mais fácil. Faça aberturas laterais como se fossem portas para introduzir os recipientes, abastecer e fazer higienização.

Figura 5 – Colocação de recipientes com água na parte inferior da chocadeira.



Fonte: Autoria própria, 2021.

6 - Perfure a tampa da caixa e instale a(s) lâmpada(s) de modo que ela fique sobreposta a grelha e ajude a aquecer o espaço interno da caixa. Elas podem ser fixadas na parte superior da caixa ou distribuídas na lateral. Em média duas lâmpadas são suficientes.

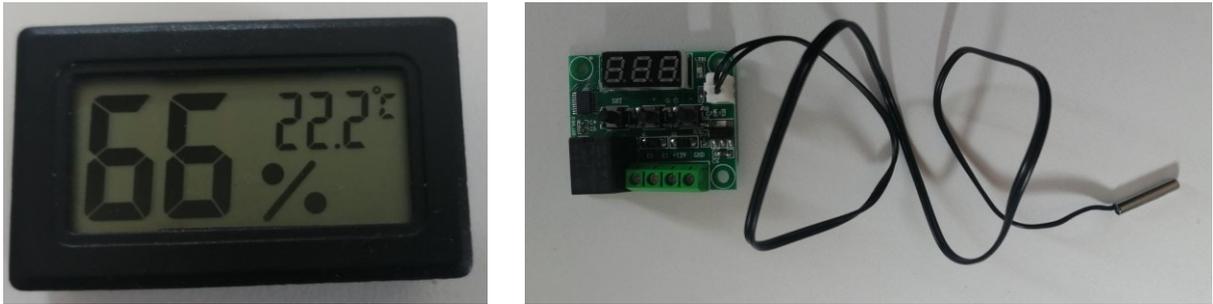
Figura 6 – Instalação das lâmpadas.



Fonte: Autoria própria, 2021.

7 - Instale os aparelhos de medição de temperatura e de umidade (termostato e o higrômetro); e no caso de a temperatura estar abaixo da ideal, que é entre 37° e 38° C, instale mais lâmpadas. Existem tutoriais para instalação de diferentes modelos no Youtube. https://www.youtube.com/watch?time_continue=9&v=Aiml-VpoGKo

Figura 7 – Instalação do termostato e higrômetro.



Fonte: Autoria própria, 2021.

8 - Caso a temperatura esteja muito acima, abra mais orifícios na caixa, de modo a entrar ar mais fresco no interior da caixa e manter a temperatura ideal. Se a umidade do ar estiver abaixo da desejada, pode-se aumentar o volume de água nos recipientes, umedecer uma esponja, ou instalar um frasco que produza gotejamento no interior da chocadeira.

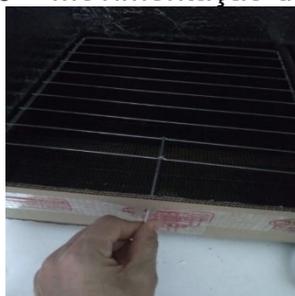
Figura 8 – Recursos para melhorar a umidade e temperatura desejada.



Fonte: Autoria própria, 2021.

9 – Por fim, lembre-se de virar os ovos manualmente aproximadamente a cada 08 horas a partir das primeiras 48 horas do início do processo.

Figura 9 – Movimentação dos ovos.



Fonte: Autoria própria, 2021.

APÊNDICE 7 – QUESTIONÁRIO QUE COMPÕE A GINCANA – QUIZ DA AVALIAÇÃO

- 1-Colocando um bloco de gelo no copo de chá quente. Quem recebe e quem cede calor? Por quê?
- 2-Por que fisicamente não é aconselhável usar uma roupa escura num dia de sol quente?
- 3-Cite um exemplo de aquecimento de um corpo por Irradiação.
- 4-Por que não é correto dizer que seu casaco é quente?
- 5-Fisicamente falando, para que serve uma garrafa térmica?
- 6-Cite três exemplos de maus condutores de calor e três bons condutores térmicos.
- 7-O isopor é formado por finíssimas bolsas de material plástico, contendo ar. Por que o isopor é um bom isolante térmico?
- 8-Os esquimós constroem seus iglus com blocos de gelo, empilhando-os uns sobre os outros. Se o gelo tem uma temperatura relativamente baixa, como explicar esse seu uso como “material de construção”?
- 9-Por que a serragem é melhor isolante térmico que a madeira?
- 10-Por que as panelas, em geral, têm seus cabos metálicos revestidos com madeira ou plástico?
- 11.Por que, em um refrigerador, o congelador é colocado na parte superior e não na inferior?
- 12- Uma lareira aquece uma sala principalmente por condução, convecção ou irradiação?
- 13-Sabemos que o calor pode ser transferido, de um ponto para outro, por condução, convecção e radiação. Em qual desses processos a transmissão pode ocorrer mesmo que não haja um meio material entre os dois pontos?
- 14-Como se dá a propagação do calor do Sol até a Terra se entre esses astros não existe meio material?
- 15-Os grandes tanques, usados para armazenar gasolina (ou outros combustíveis), costumam ser pintados externamente com tinta prateada. Por quê?
- 16-Qual das duas mulheres está vestida com uma roupa mais apropriada para um dia frio: A de vestido preto ou a de branco? Por quê?

17-O que representa o calor específico de uma substância?

18 – Defina ou conceitue o significado de calor específico de uma substância.

19- De que grandezas depende a capacidade térmica de um material?

20- Quais são as unidades de medida adotadas pelo SI para as grandezas: calor, massa, temperatura, calor específico?

21- Por que as estufas para plantas são geralmente de plástico ou vidros transparentes?

22-No que se baseia o princípio do funcionamento da garrafa térmica?

23 –Um material que tem baixo calor específico é considerado isolante ou condutor térmico? Explique.

24 – Por que no interior da geladeira existem prateleiras internas vazadas (grades)?

25 – Qual é a temperatura mais apropriada para incubação dos ovos de galinha?

APÊNDICE 8 – FORMULÁRIO NO *Google Forms*: QUESTIONÁRIO ABERTO – AVALIAÇÃO DO PROJETO

1-Na sua opinião, o desenvolvimento desse projeto foi válido? Justifique.

2- Os conteúdos de Física Térmica abordados ficaram claros, houve aprendizagem de sua parte? *

- sim
- não
- em partes.

3-O que você achou da ideia de estudar Física por meio da metodologia de projetos? Comente

4- Você levaria essa ideia, ou aplicaria na sua propriedade? Comente.

5- De modo geral, o que não foi bom durante o desenvolvimento do projeto? Pode ser em qualquer aspecto. Sua opinião é importante para melhoramos a proposta.

ANEXOS

ANEXO 1 – EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO – MEDIDAS DE CALOR

Fonte: Livro Didático Bonjorno/Clinton PNDL 2018 – Física 2.

Unidades de Calor

Calor é energia. A unidade de calor no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o joule (J).

Na prática é muito usada uma outra unidade de calor, muito antiga, do tempo do calórico, a caloria.

Por definição, uma caloria (1 cal) é a quantidade de calor que deve ser transferida a um grama de água para produzir a variação de temperatura de 1°C, rigorosamente, de 14,5°C para 15,5°C.

Em suas experiências, Joule estabeleceu a relação entre essas duas unidades, encontrando:

$$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$$

A unidade quilocaloria (kcal) é muito usada para medidas de quantidade de calor.

$$1 \text{ kcal} = 1.000 \text{ cal} = 10^3 \text{ cal}$$

A British Thermal Unit (BTU) é uma unidade técnica usada para quantidade de calor. É muito utilizada em manuais para caracterizar equipamentos e máquinas que envolvem energia térmica.

$$1 \text{ BTU} = 252,4 \text{ cal} = 1.055 \text{ J}$$

Efetue as seguintes conversões:

As unidades joule, kelvin, pascal e newton pertencem ao SI - Sistema Internacional de Unidades. Dentre elas, aquela que expressa a magnitude do calor transferido de um corpo a outro é denominada:

- (A) joule
- (B) kelvin
- (C) pascal
- (D) newton

Desde 1960, o Sistema Internacional de Unidades (SI) adota uma única unidade para quantidade de calor, trabalho e energia, e recomenda o abandono da antiga unidade ainda em uso. Assinale a alternativa que indica na coluna I a unidade adotada pelo SI e na coluna II a unidade a ser abandonada.

	I	II
(A)	joule (J)	caloria (cal)
(B)	caloria (cal)	joule (J)
(C)	watt (W)	quilocaloria (kcal)
(D)	quilocaloria (kcal)	watt (W)
(E)	pascal (Pa)	quilocaloria (kcal)

6 - Um corpo de massa 250g, ao absorver 930 cal, aumenta a sua temperatura em 40°C . Utilizando as informações sobre calores específicos constantes na tabela pesquisada, de qual substância pode ser constituído esse corpo?

7 - Explique com suas palavras o significado do calor específico do chumbo ser $0,030\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$.

8 - Uma panela de cobre possui massa de 200g a uma temperatura de 20°C . Tendo perdido 800cal, calcule: (Dados: $c_{\text{cobre}} = 0,094\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$)

a) O valor da sua capacidade térmica

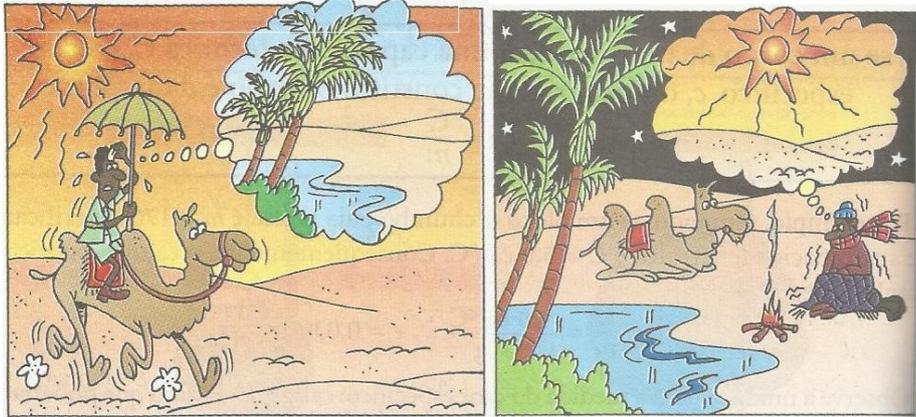
b) A temperatura final.

9 - Durante um estudo sobre o comportamento térmico de determinado corpo, cuja massa é 0,2 kg, foi fornecido a ele a quantidade de calor de 0,2 kcal, provocando uma variação de temperatura de 5°C para 15°C . Diante desses dados, determine o calor específico da substância que constitui esse corpo.

10 - Ao tocarmos com as mãos uma superfície fria, é o frio que se desloca da superfície para a mão ou é a mão que transmite energia para a superfície? Explique sua resposta.

11- Observe a figura a seguir. Ela representa o dia e a noite no deserto. Sabemos que nessas regiões o solo é composto principalmente de areia e a evaporação de água supera a precipitação pluviométrica. Suponha que a figura representa o deserto do Saara onde as chuvas são extremamente raras e a temperatura pode chegar a 50°C durante o dia e -5°C durante a noite. Justifique essa variação na temperatura, baseando-se em seus conhecimentos de calorimetria.

Figura 6: Ilustração do deserto



Fonte: Curso de Física, volume 2, Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga, pág.: 84.