

Estudo da física térmica a partir da construção de uma chocadeira elétrica: aprendizagem baseada em projetos

 Adenauro Martini¹,  Elizandra Sehn²

^{1,2} Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. Pós-Graduação em Ensino de Física (MNPEF-MD) - Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF). Avenida Brasil, 4232, Independência. Medianeira - PR. Brasil.

Autor para correspondência/Author for correspondence: adenauro.martini@escola.pr.gov.br

RESUMO. O ensino de Física visa contribuir para o processo formativo dos estudantes, possibilitando a resolução de problemas e desafios no dia a dia. No contexto dos colégios do campo, a abordagem de situações concretas e contextualizadas auxilia no processo de aprendizagem científica do aluno. O presente trabalho apresenta um relato de experiência que busca discutir o potencial da resolução de problemas e a investigação no Ensino de Física, utilizando-se da metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos. A experiência foi desenvolvida com uma turma de 2ª série do Ensino Médio de um colégio do campo. Os dados foram analisados de forma qualitativa, comparando os avanços obtidos pelos estudantes no pré e pós testes aplicados à turma. Os resultados obtidos mostraram que a abordagem da metodologia ativa aliada ao contexto dos estudantes favorece a apropriação dos conteúdos, potencializa a aprendizagem significativa dos fenômenos físicos e torna as aulas mais dinâmicas.

Palavras-chave: ensino de física, educação do campo, resolução de problemas, aprendizagem significativa.

RBEC	Tocantinópolis/Brasil	v. 9	e16745	UFNT	2024	ISSN: 2525-4863
------	-----------------------	------	--------	------	------	-----------------



Study of thermal physics from the construction of an electric brooder: Project Based Learning

ABSTRACT. The teaching of Physics aims to contribute to the formative process of students, enabling the resolution of problems and challenges in daily life. In the context of country school, the approach of concrete and contextualized situations assists in the student's scientific learning process. This paper presents an experience report that seeks to discuss the potential of problem-solving and inquiry in Physics Education, using the methodology of Project Based Learning. The experience was developed with a 2nd grade class of High School in a country school. The data were analyzed qualitatively, comparing the progress achieved by students in pre and post-tests applied to the class. The results obtained showed that the approach of active methodology combined with the students' context favors the appropriation of content, enhances the meaningful learning of physical phenomena and makes the classes more dynamic.

Keywords: teaching of physics, rural education, problem solving, meaningful learning.

Estudio de física térmica a partir de la construcción de una incubadora eléctrica: aprendizaje basado en proyectos

RESUMEN. La enseñanza de Física tiene como objetivo contribuir al proceso formativo de los estudiantes, permitiendo la resolución de problemas y desafíos en la vida cotidiana. En el contexto de las escuelas de campo, el enfoque de situaciones concretas y contextualizadas ayuda en el proceso de aprendizaje científico del alumno. Este trabajo presenta un informe de experiencia que busca discutir el potencial de la resolución de problemas y la investigación en la enseñanza de Física, utilizando la metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos. La experiencia se desarrolló con una clase de 2º grado de secundaria en una escuela de campo. Los datos fueron analizados de manera cualitativa, comparando los avances logrados por los estudiantes en pruebas previas y posteriores aplicadas a la clase. Los resultados obtenidos mostraron que el enfoque de la metodología activa combinada con el contexto de los estudiantes favorece la apropiación del contenido, mejora el aprendizaje significativo de los fenómenos físicos y hace que las clases sean más dinámicas.

Palabras clave: enseñanza de física, educación rural, resolución de problemas, aprendizaje significativo.

Introdução

Ao longo da caminhada como professor de Física em escolas de Educação do Campo, um dos autores deste trabalho, tem constatado 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 foi 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-se 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 no componente curricular 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.

A Base Nacional Comum Curricular (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, 2017, p. 14).

Considerando que a escola precisa trabalhar e levar em conta esse conhecimento prévio e as experiências dos alunos, as aulas poderão se tornar 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.

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 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) sugerem 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.

A experiência foi desenvolvida com os estudantes da 2ª série do Ensino Médio de um colégio do campo durante o primeiro trimestre de 2022 e contemplou os conteúdos de Termodinâmica, em especial os conceitos de temperatura e calor, bem como alguns fenômenos relacionados a estas grandezas físicas.

O objetivo principal deste trabalho consistiu em desenvolver uma proposta para o estudo do calor e da temperatura a partir da construção de uma chocadeira elétrica, usando a metodologia da Aprendizagem Baseado em Projetos (ABP). Dentre os principais objetivos específicos pretendidos com o trabalho, destacam-se: a) mapear os possíveis conhecimentos prévios dos alunos por meio das atividades elencadas na sequência de atividades; b) propor o estudo de conceitos de temperatura e calor a partir dos conhecimentos prévios averiguados; c)

construir uma chocadeira elétrica de baixo custo aplicando de maneira ativa os conceitos e conhecimentos abordados como elemento motivador de aprendizagem; d) relacionar os conhecimentos teóricos ao cotidiano dos estudantes, favorecendo a aprendizagem significativa; e) avaliar qualitativamente por meio de mapa mental a aprendizagem dos estudantes.

Considerando os pontos apresentados pelos autores, organizou-se um Projeto com situações de investigação e resolução de problemas para estudo da Física térmica¹ que foi desenvolvido durante 16 horas/aulas, composta por momentos que contemplaram as seguintes etapas: motivação, problematização, compreensão, aplicação e avaliação.

Nas seções seguintes são apresentadas uma breve fundamentação teórica sobre aprendizagem significativa, na sequência os materiais e métodos utilizados, em seguida os principais resultados e as discussões, as considerações finais e por último as referências consultadas.

Aprendizagem Significativa

Tradicionalmente se conhece o ensino-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 complementando 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 o professor.

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 nesse 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.

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 adotado pelo professor (Kato & Kawasaki, 2011).

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 em sua teoria central 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 (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 certo domínio do conceito de Temperatura (conceito subsunçor) para poder relacionar o conhecimento novo e fazer relações entre eles.

Ausubel (1982), em sua teoria de aprendizagem, 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. 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 (Ausubel, 1982).

Moreira (1982) destaca que duas condições são 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 (1999, p. 156) 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.

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

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 (Bender, 2014).

Materiais e Métodos

O trabalho desenvolvido apresenta uma proposta de ensino de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), 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 outros componentes curriculares. Pode-se afirmar que a forma de aplicar a ABP é bastante simples. Conforme Lyceum (2019), em linhas gerais os seus principais passos são: a) Sugerir um problema aos estudantes; b) Na sequência são investigadas as suas possíveis causas e elaboração de hipóteses; c) Após deve-se conhecer o desafio e suas origens para definir as estratégias de

resolução do problema; d) Estabelecimento de um plano de ação; e) Execução do plano de ação podendo apresentar os resultados depois; e f) Avaliação de todo o processo e dos resultados obtidos.

Para este autor, 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.

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 meio de projetos.

A turma selecionada para o desenvolvimento da proposta e aplicação das atividades foi a segunda série do Ensino Médio de um Colégio Estadual do Campo no município de São João/PR, pois de acordo com o Currículo do Estado, disponibilizado pela Secretaria do Estado da Educação do Paraná (SEED/PR), o conteúdo de Termodinâmica está previsto para ser trabalhado nessa fase escolar.

Os vinte e um estudantes participaram de todas as etapas do desenvolvimento da proposta de ensino. A faixa etária dos estudantes varia de 15 a 18 anos, dos quais 11 são do sexo feminino e 10 do sexo masculino. A participação das atividades foi obrigatória, visto que foram desenvolvidas durante as aulas do componente curricular de Física em período regular num total de 12 horas/aulas e um encontro em contraturno, totalizando 16h/a para o desenvolvimento do projeto.

Cada Momento (2 aulas geminadas) foi organizado com abordagem da Aprendizagem Baseada em Projetos contemplando as seguintes etapas:

- a) Motivação: instigação, roda de conversa, vídeo, notícia;
- b) Problematização: questionamento, problema ou desafio;
- c) Compreensão: estudo com leituras, exposição oral pelo professor, vídeos, registro de informações, pesquisa;
- d) Aplicação: demonstrações, testes, manuseio de instrumentos, investigação expedicionária, experimento, montagem da chocadeira;
- e) Avaliação: pré-teste, questionários orais e escritos, gincana, lista de exercícios, produção escrita, pós teste, aplicação do conhecimento.

A organização e o desenvolvimento dos momentos são apresentados no Quadro 1:

Quadro 1 – Síntese das atividades.

MOMENTO	PRINCIPAIS ATIVIDADES	APRENDIZAGEM POR PROJETOS (COMPONENTES)	CONTEÚDOS CONTEMPLADOS
1º Momento 02 horas aulas	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação da proposta de trabalho com projeto; - Instigação– Vídeo institucional; - Produção do mapa mental (sondagem) sobre o tema calor. - Leitura complementar “Contexto histórico do calor”; - Questionário diagnóstico para as famílias. -Problematização: Existe alguma relação /aplicabilidade na produção de pintinhos e os conteúdos de Física em que estamos estudando? Quais? Onde? 	<ul style="list-style-type: none"> - Âncora; - Questão motriz; - Trabalho em equipe; - Investigação; - Reflexão; 	<p>Conhecimentos prévios sobre calor e temperatura;</p>
2º Momento 02 horas aulas	<ul style="list-style-type: none"> - Problematização: Como aquecer os ovos e manter a temperatura ideal para incubação e nascimento dos pintinhos? - Atividade em grupo: Pesquisa, produção de cartaz diferenças entre calor e temperatura; - Vídeo – Conceitos de temperatura e calor; - Atividade Demonstrativa – Processos de transmissão de calor; - Socialização e registro do aprendizado; - Exercícios de fixação. 	<ul style="list-style-type: none"> -Situação -problema; - Investigação e pesquisa; -Trabalho em equipe; - Reflexão; -Feedback e Revisão; 	<p>Conceitos e unidades de medidas de calor e temperatura. Processos de transferência de calor.</p>
3º Momento 02 horas aulas	<ul style="list-style-type: none"> - Retomada e roda de conversa sobre aula anterior; - Problematização: Como manter o equilíbrio térmico no interior de um ambiente? Como dificultar trocas de calor de um corpo com o meio externo? Que materiais são utilizados e porquê? - 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; 	<p>Isolantes e condutores; Trocas de calor. Calor específico e capacidade térmica.</p>
4º Momento 02 horas aulas	<ul style="list-style-type: none"> - Reportagem do Globo Rural – Uma experiência de sucesso numa Casa Familiar Rural sobre Chocadeiras caseiras; - Problematização: Que conhecimentos da física são necessários para construir e utilizar uma chocadeira elétrica caseira? - Leitura e discussão do texto: Aspectos físicos envolvidos na chocadeira elétrica; - Visita a uma propriedade rural no município que utiliza a chocadeira elétrica; - Organização dos grupos para construção da chocadeira e 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; 	<p>Condutores e isolantes; Equilíbrio térmico; Propagação de calor; Transformação de energia.</p>

5º Momento 04 horas aulas Extraclasse	<ul style="list-style-type: none"> - Socialização dos modelos escolhidos pelos grupos da chocadeira a ser construída; - Problematização: Como será construída a chocadeira elétrica com materiais de baixo custo? - Início da 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"> Aplicações dos isolantes e condutores; Processos de transmissão de calor; Medidas de temperatura; Equilíbrio térmico; Trocas de Calor
6º Momento 02 horas aulas	<ul style="list-style-type: none"> - Problematização: Como produzir o aquecimento interno da chocadeira? Que fontes de calor dispomos? Como faremos? - Aula expositiva: Elementos do circuito elétrico e suas funções; - Instalação do circuito elétrico da chocadeira; - Calibração do termostato e testes iniciais; - 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"> Circuito elétrico; Fontes de calor; Transformação de energia; Condutores e isolantes elétricos.
7º Momento 02 horas aulas	<ul style="list-style-type: none"> - Problematização: O que aprendemos sobre o conteúdo estudado? - 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 (Avaliação) - 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"> Avaliação; Apresentação dos resultados;

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

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 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.

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).

A escolha do modelo de chocadeira e o revestimento a ser utilizado, foi iniciada por cada equipe no primeiro momento, logo após a apresentação da proposta. Cada grupo, a partir dos materiais disponíveis, decidiu conjuntamente e a partir de pesquisas na internet, o seu modelo a ser confeccionado. A construção dos modelos escolhidos iniciou-se a partir do quarto momento, conforme apresentado no Quadro 1. As equipes que não conseguiram

concluir nos momentos destinados a construção em sala de aula, concluíram em casa.

Nas Figuras 1, 2 e 3 pode-se ter uma ideia dos principais modelos de revestimento das chocadeiras.

Figura 1- madeira



Figura 2 - papelão



Figura 3 - isopor.










Fonte: Arquivo dos autores (2022).

Na sequência, no Quadro 2, são apresentados os principais passos (básicos) adaptados pelos autores do modelo sugerido no *Blogue Blogger*, que orientou os estudantes para a construção da chocadeira caseira do modelo com revestimento de papelão. Disponível em <http://sg1galinhascaipiras.blogspot.com/2012/09/manual-para-construcao-de-chocadeira.htm>. Acesso em 14/06/2022.

Quadro 02 - Passos para a construção de uma chocadeira elétrica.

<p>1- Revestimento interno da chocadeira. Escolha uma caixa de madeira, papelão ou isopor e revista as paredes internas com papel alumínio, esse revestimento dificulta a absorção do calor em forma de radiação.</p>	
<p>2- Colocação da tela e grelha de proteção na chocadeira. Instale 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 os ovos fiquem sobre a grelha que vai se movimentar sobre a tela. Uma haste metálica pode ser soldada, ou presa à grelha para facilitar a movimentação dos ovos.</p>	

<p>3- Aberturas para ventilação e visualização do espaço interno. Crie uma abertura lateral na caixa para acessar a parte interna, 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.</p>	
<p>4- Furos para oxigenação e saída de calor. Alguns furinhos podem ser feitos na parte superior, inferior e laterais da caixa 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</p>	
<p>5 – Colocação de recipientes com água na parte inferior da chocadeira. 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.</p>	
<p>6- Instalação das lâmpadas. 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.</p>	
<p>7- Instalação do termostato e umidômetro Instale os aparelhos de medição de temperatura e de umidade: termostato e o umidômetro; 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=Alml-VpoGKo. 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.</p>	
<p>8 - Recursos para melhorar a umidade desejada. 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 ou instalar um frasco que produza gotejamento no interior da chocadeira.</p>	

<p>9 - Movimentação dos ovos. Por fim, lembre-se de virar os ovos manualmente 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.</p>	
---	---

Fonte: Adaptado pelos autores (2022).

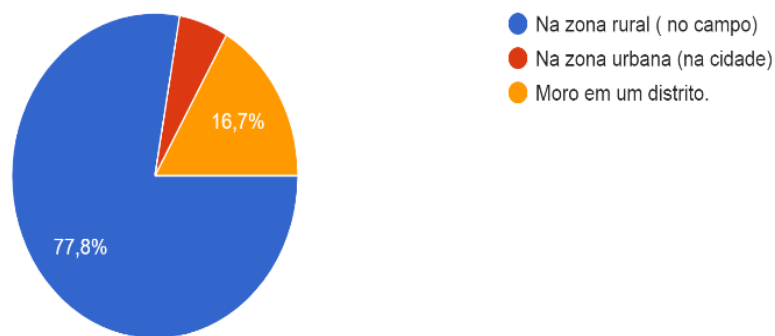
Os itens básicos necessários adquiridos para construção da chocadeira elétrica são: 2 lâmpadas de 60W, 1 lâmpada de 100W (ovoscópio), 4 m de fiação, 2 Soquetes em cerâmica ou porcelana, 1 termostato, 1 higrômetro, Papel alumínio. Já os materiais que podem ser reutilizados: 1/2 m de tela ou grade, 1 Caixa de papelão/ isopor ou madeira com tampa, 1m de ripa (madeira), Martelo, Alicate, Serrote, Chave de fenda, Furadeira, Cola quente, 3 ou 4 potes/bacias ou bandejas de plástico, 1/2 m tela (sombrite), 1/2 m de cano PVC.

Resultados e discussão

Nesta seção são apresentados os resultados das principais atividades desenvolvidas nos diferentes momentos do projeto, bem como as discussões.

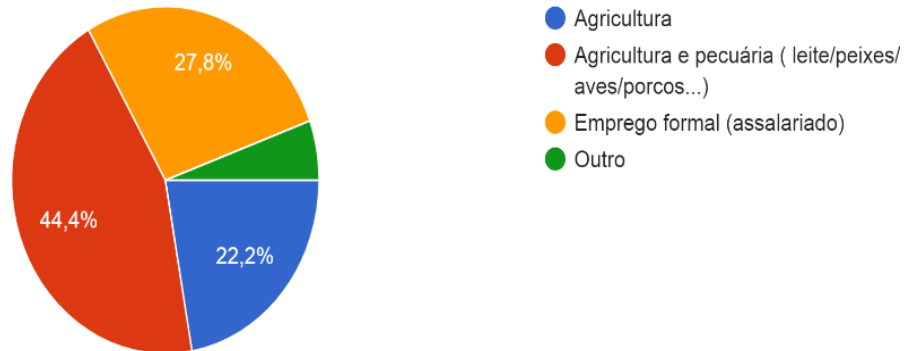
Como diagnóstico da realidade dos estudantes e suas famílias, foi aplicado no primeiro momento, um questionário com questões relacionadas ao tema. Dentre elas, três são relevantes para este estudo, conforme pode-se observar nos Gráficos 1, 2 e 3, elas identificam a zona de residência das famílias, a sua principal fonte de renda e o tipo de criação de aves que há na propriedade. Dos 21 estudantes consultados, 18 responderam ao questionário.

Gráfico 1 - Local da residência das famílias.



Fonte: Pesquisa aplicada (2022).

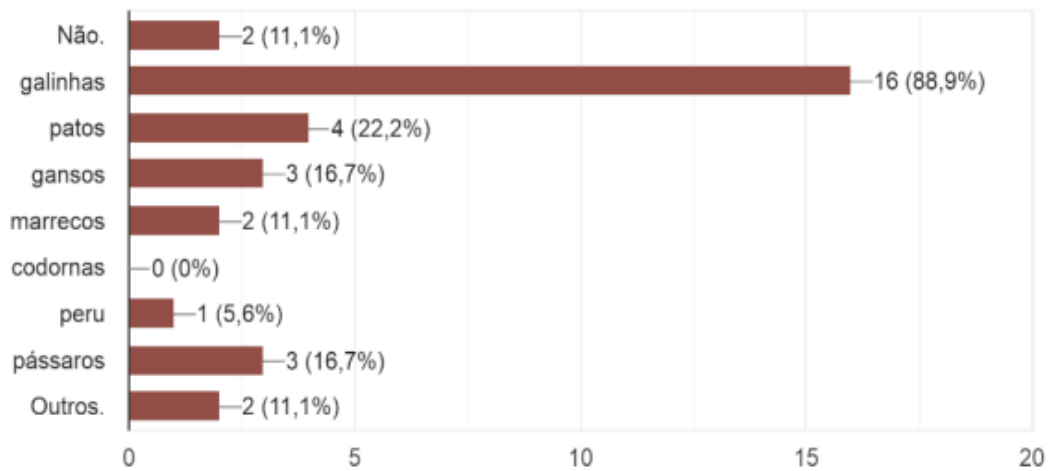
Gráfico 2 - Principal fonte de renda familiar.



Fonte: Pesquisa aplicada (2022).

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.

Gráfico 3 - Tipo de produção de aves existentes nas propriedades.



Fonte: Pesquisa aplicada (2022).

Outro aspecto importante constatado a partir do 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

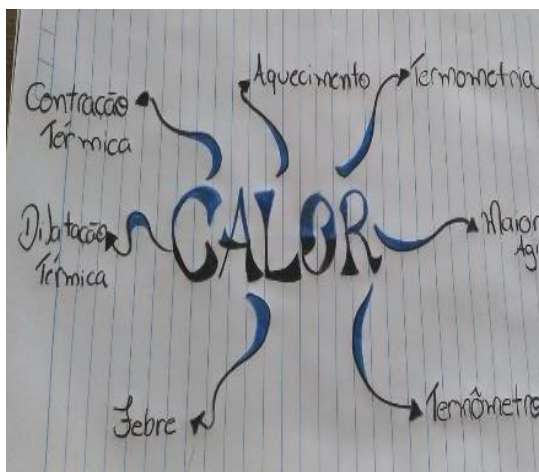
favorecer a implantação de uma chocadeira elétrica de baixo custo nas propriedades, visto que as criações são variadas e em pequena escala.

Durante a apresentação da proposta aos estudantes no primeiro momento, foi possível observar interesse e curiosidade por boa parte dos estudantes na construção e funcionamento da chocadeira elétrica, visto que o produto a ser confeccionado tinha relação direta com as atividades cotidianas da maioria deles, o que pode tornar o estudo da física térmica um conhecimento significativo.

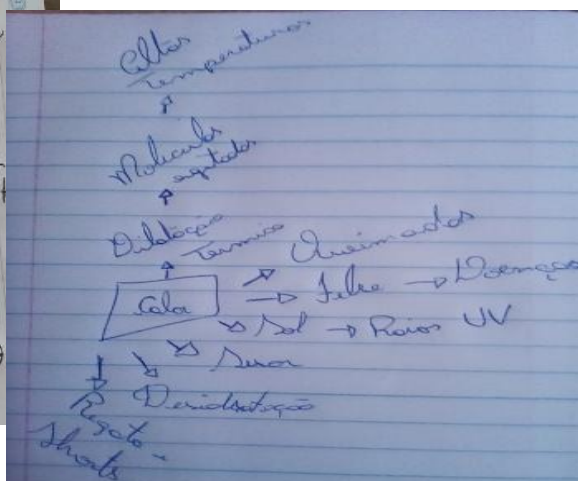
Uma das atividades relevantes ainda no primeiro momento, foi o levantamento dos conhecimentos prévios sobre o conteúdo por meio de um mapa mental. Para Galante (2013), o mapa mental é uma ferramenta pedagógica que proporciona um interessante meio para que o educador possa mensurar a sua forma de ensinar e o aprendizado dos estudantes de uma forma mais dinâmica e menos tradicional.

Utilizando-se desta ferramenta, foi realizada uma atividade de levantamento dos conhecimentos prévios, onde a partir do termo central “Calor” os estudantes deveriam relacionar outros termos ou conceitos já estudados. Dois exemplos podem ser observados nas Figuras 04 e 05.

Figura 04 - Pré-teste mapa mental 1. Figura 05 - Pré-teste mapa mental 2.



Fonte: Arquivos dos autores (2022).



Fonte: Arquivos dos autores (2022).

Percebe-se neste momento que o estudante 1, Figura 04, elabora uma lista de termos/conceitos relacionados ao elemento central calor, colocando uma organização

hierárquica progressiva parcial, onde os conceitos, como por exemplo calor e temperatura já são diferenciados, porém não caracterizados. Já o estudante 2 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 pessoas se referem ao calor, ou seja, não há uma distinção clara entre os dois conceitos.

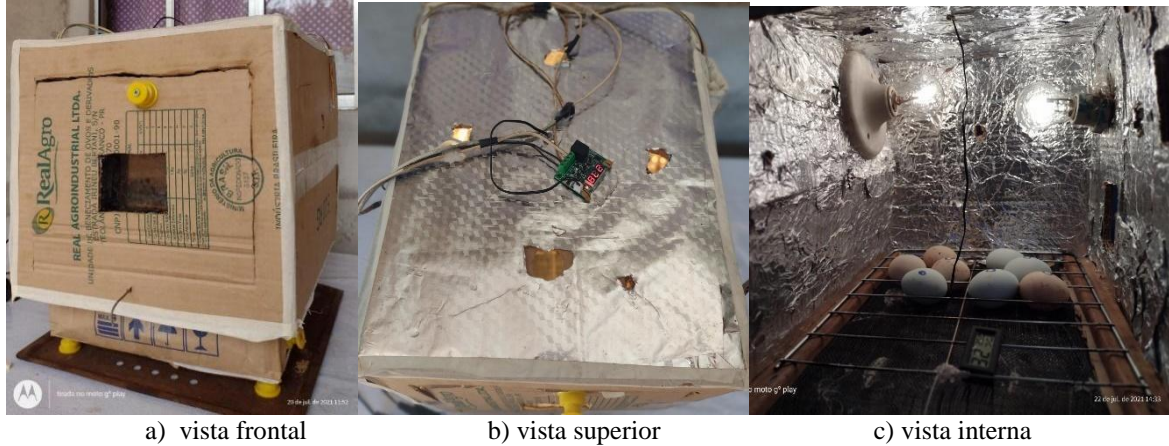
Ao analisar o pré-teste, pode-se observar que alguns estudantes apresentam dificuldade em utilizar o conhecimento científico para diferenciar calor e temperatura e suas relações com outras grandezas. As relações feitas são a partir de termos normalmente do cotidiano, utilizando-se do conhecimento empírico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

Esses conhecimentos apresentados nos 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 (subsunção) é a âncora para a aprendizagem de novos conhecimentos. A partir daí, iniciou-se o projeto de construção das chocadeiras e nenhuma equipe, apesar das dificuldades encontradas durante o processo, deixou de fazer a sua incubadora, contemplando os principais aspectos envolvidos na sua construção. Todo o material utilizado para a construção foi providenciado pelos estudantes, nas suas próprias propriedades com reutilização e aproveitamento de material de baixo custo, exceto os termostatos e os higrômetros que foram adquiridos pelo professor.

Para Moreira (1999), 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 subsunções adequados.

Além de melhorar o engajamento e presença dos estudantes nas aulas, a metodologia baseada em projeto, favoreceu também o avanço do desempenho dos alunos em atividades ligadas ao raciocínio lógico, relacionando a teoria e com atividades práticas e a ciência com outras áreas do conhecimento. Além disso, trabalhar com projetos incentiva o desenvolvimento de habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas, colaboração e comunicação. O resultado obtido após a construção, pode ser observado na produção de duas equipes nas Figuras 06 e 07.

Figura 06 - Chocadeira 01: confeccionada pelos estudantes da equipe 01.



a) vista frontal

b) vista superior

c) vista interna

Fonte: Resultado da equipe 01 (2022)

Figura 07 - Chocadeira 02: confeccionada pelos estudantes da equipe 02.



a) vista externa

b) vista interna

c) ovos sendo incubados

Fonte: Resultado da equipe 02 (2022).

Passados vinte e poucos dias da finalização da construção das chocadeiras, três equipes apresentaram registro de nascimento de pintinhos (Figura 08). As demais equipes se depararam com situações-problemas extras que dificultaram o nascimento dos pintinhos como: isolamento insuficiente, pouca umidade do ar, controle e monitoramento de temperatura, qualidade dos ovos e rolagem dos mesmos. Outra equipe, após um tempo conseguiu registrar o nascimento dos pintinhos e apenas uma não conseguiu.

Figura 08 - Registro do nascimento dos primeiros pintinhos na chocadeira caseira.



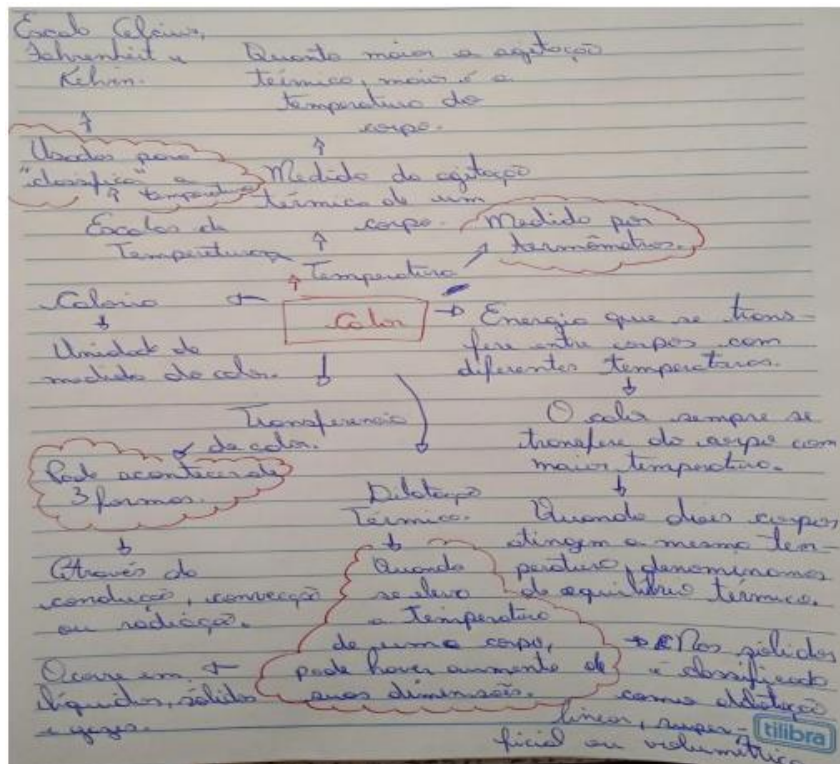
Fonte: Registros das equipes 01, 02 e 03 (2022).

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, umidade, ventilação, movimentação dos ovos e divisão de tarefas entre os estudantes demandou além de paciência e persistência, muita responsabilidade por parte dos meninos e meninas.

Durante o processo de construção das chocadeiras, que durou cerca de 3 a 4 semanas, o professor, de acordo com Moran (2017), exerceu o papel de mediador. Essa ação foi de suma importância, pois muitos estudantes solicitaram atendimento, auxílio e troca de informações que foram além da sala de aula, inclusive por meio de mensagens via *WhatsApp*.

A fim de avaliar o desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes utilizou-se uma análise qualitativa dos pré testes e pós testes, além da observação do desempenho dos mesmos durante todas as etapas de realização das atividades. Nas Figuras 09 e 10 são apresentados dois testes mentais (pós-testes) a título de exemplificação dos estudantes 1 e 2 após a conclusão das atividades.

Figura 09 - Pós-teste estudante 01.



Fonte: Elaborado pelo estudante 1 (2022).

Figura 10 - Pós-teste estudante 02.



Fonte: Elaborado pelo estudante 2 (2022).

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. Pode-se observar, que partindo do termo calor, utilizando-se de linhas, figuras e cores, foram caracterizados de forma satisfatória e contemplados os principais conceitos abordados durante as atividades.

Além dos conceitos e unidades de medidas, os estudantes caracterizam e apontam as formas de propagação de calor, demonstraram as diferenças entre os processos de propagação e os meios onde eles ocorrem utilizando-se de uma organização hierárquica, com termos e ligações. Os conceitos de calor específico e capacidade térmica não foram citados por eles, o que indica que podem ter ficado dúvidas ou lacunas em relação a estes conceitos. De modo geral, o resultado obtido no pós-testes demonstra, em relação ao pré-teste, um avanço significativo na aprendizagem do conteúdo trabalhado.

É perceptível que o desenvolvimento das atividades, baseado nas teorias de Ausubel (1980) e Moreira (1999) foi eficaz e imprescindível para o ensino de Física e que, aliado à Aprendizagem Baseada em Projetos, evidencia que houve avanços relevantes no sentido de ampliar os conhecimentos pré-existentes dos estudantes.

A importância deste trabalho pode ser observada também em relatos demonstrados pelos participantes e a partir dos resultados obtidos, conforme se apresenta na sequência.

“...Gostei, foi muito prestativo, pois nos deu a oportunidade de desenvolver as técnicas abordadas durante a aula e, fazendo com que entendêssemos da melhor maneira como funciona essa parte da física (Estudante 01).”

“...Interessante pois não sabia da chocadeira elétrica como funcionava, muito bom. Não foi algo chato de se estudar, foi um modo prático muito mais interessante (Estudante 02).”

“...Achei ótimo, proporciona uma experiência meio nova, e me fez querer saber mais sobre (Estudante 03).”

“...Eu gostei muito, além de ser uma coisa para o aprendizado também nos tira do papel e caneta (Estudante 04)”

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).

Mostrar aos estudantes as belezas que enxergamos na Física e que esse conhecimento está relacionado às mais diversas situações do nosso dia-dia, foi sem dúvida o maior ganho enquanto professores de Física.

Considerações finais

O trabalho com a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) permitiu que os estudantes confrontassem questões e problemas significativos e desafios 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. Acredita-se que 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 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 e que os questionamentos iniciais do tipo: onde é que eu vou usar isso, professor?” ou “Por que temos que estudar esse conteúdo?” tenham sido amenizados e os conteúdos associados ao contexto dos estudantes tenham se tornado significativos. A sequência de atividades aliada à metodologia de aprendizagem baseada em projetos utilizada durante os momentos foi importante neste processo de aprendizagem e, ainda, possibilitou a contemplação de outros conteúdos como calor específico, capacidade térmica, transformações de energia, circuito elétrico, transferência de calor e equilíbrio térmico.

Desta forma, fica evidenciado 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.

Assim, apesar de não ter atingido todos os objetivos, conseguiram-se avanços em muitos pontos importantes e que numa outra oportunidade lacunas poderão ser preenchidas e outros aspectos poderão ser incorporados à proposta de acordo com a realidade de novos colegas, professores e pesquisadores contribuindo com o avanço e progresso do ensino de Física.

Referências

Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1980) *Psicologia educacional*. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana.

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

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

Bonadiman, H. (1997). A simplicidade no laboratório de Física. *Espaços da Escola*, 24, 19-24.

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

Brasil. (2017). *Ministério da Educação*. Secretaria da Educação Básica. Base Nacional Comum Curricular – Ensino Médio. Brasília.

Galante, C. E. S. (2013). 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*, s./p.

Kato, D. S., & Kawasaki, C. S. (2011). As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de Ciências. *Ciência & Educação*, 17(1), 35-50.

Lange, G., Puls, I., & Wafadar, F.(2011). *Melhoria da incubação de ovos e criação de pintos*. Wageningen: ISBN Agromisa ISBN CTA.

Mora, L. A. (2008). *Processos de Incubação Artificial de ovos: Desenvolvimento de sistemas de medição de temperatura e massa*. Dissertação Faculdade de Engenharia Agrícola - UEC, Campinas/SP.

Moran, J. M. (1999). *Metodologias ativas e modelos híbridos na educação*. Curitiba: CRV: Moreira, M. A. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: EPU.

Moran, J. (2017). Mudanças necessárias na educação, hoje. In Moran, J. (Org;). *Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica* (s./p.). Campinas: Papirus.

Moreira, M. A. (1982). *Aprendizagem Significativa – a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Editora Moraes.

Moreira, M. A. (2017). *Aprendizagem significativa*. Brasília: Ed. da UnB. In Sá, C. O. [et al]. *Manejo de ovos férteis de galinha caipira para a incubação artificial no estado de Sergipe* (s./p.). Embrapa. Aracajú: ISSN.

Vivan, P. M. (2019). *Fatores Físicos que influenciam no desenvolvimento embrionário durante o processo de incubação* (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

ⁱ A Física Térmica é um ramo da física que estuda os fenômenos relacionados ao calor e à temperatura. Ela se baseia nas leis da termodinâmica e busca compreender como a energia térmica se comporta e se transfere entre os corpos. Essa área do conhecimento é fundamental para diversas aplicações práticas, como o projeto de sistemas de refrigeração, a geração de energia e até mesmo a compreensão dos processos biológicos. Disponível em: <https://chapecali.com.br/glossario/o-que-e-fisica-termica/> ; acesso em: 12 de abril de 2024.

Informações do Artigo / Article Information

Recebido em: 16/06/2023
Aprovado em: 15/06/2024
Publicado em: 27/09/2024

Received on June 06th, 2023
Accepted on June 16th, 2024
Published on September, 27th, 2024

Contribuições no Artigo: Os(as) autores(as) foram os(as) responsáveis por todas as etapas e resultados da pesquisa, a saber: elaboração, análise e interpretação dos dados; escrita e revisão do conteúdo do manuscrito e; aprovação da versão final publicada.

Author Contributions: The author were responsible for the designing, delineating, analyzing and interpreting the data, production of the manuscript, critical revision of the content and approval of the final version published.

Conflitos de Interesse: Os(as) autores(as) declararam não haver nenhum conflito de interesse referente a este artigo.

Conflict of Interest: None reported.

Avaliação do artigo

Artigo avaliado por pares.

Article Peer Review

Double review.

Agência de Fomento

Não tem.

Funding

No funding.

Como citar este artigo / Howto cite thisarticle

APA

Martini, A., & Sehn, E. (2024). Estudo da física térmica a partir da construção de uma chocadeira elétrica: aprendizagem baseada em projetos. *Rev. Bras. Educ. Camp.*, 9, e16745.

ABNT

MARTINI, A.; SEHN, E. Estudo da física térmica a partir da construção de uma chocadeira elétrica: aprendizagem baseada em projetos. **Rev. Bras. Educ. Camp.**, Tocantinópolis, v. 9, e16745, 2024.