



UESB
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO SUDOESTE DA BAHIA



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PPG
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF

Raphael Lima Sodré

Uma Sequência Didática de Ensino e Aprendizagem em Física a Partir da Panela de Pressão como Equipamento Gerador à Luz da Alfabetização Técnica

PRODUTO EDUCACIONAL

Produto educacional apresentado ao programa de pós-graduação em Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Sociedade Brasileira de Física (SBF), vinculado à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) – Polo 62 –, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

Área de Concentração: Física na Educação Básica
Linha de Pesquisa: Física no Ensino Médio
Temática: A Física na Cozinha
Orientador: Prof. Dr. Ferdinand Martins da Silva
Coorientador: Prof. Dr. Luizdarey de Matos Castro

Vitória da Conquista – BA

Abril de 2024

Apresentação

Este trabalho apresenta uma proposta de Ensino de Física por meio de um produto educacional que servirá de subsídio teórico e metodológico para os professores de Física das escolas básicas de ensino. Trata-se de uma Sequência Didática (SD) de ensino e aprendizagem que promove uma abordagem temática para a construção humanista e contemporânea de Conceitos e Fenômenos Físicos relacionados ao uso da Panela de Pressão durante o cozimento dos alimentos, seguindo a abordagem pedagógica da “Educação Dialógico-Problematizadora” de Paulo Freire. Além disso, a proposta também se baseia nas discussões associadas às questões de segurança quanto ao manuseio desse utensílio doméstico tão comum em nosso dia a dia.

A proposta da pesquisa é subsidiada pelos fundamentos teórico-metodológicos estabelecidos pela dinâmica dos “Três Momentos Pedagógicos” de Demétrio Delizoicov e José André Angotti, em paralelo com a abordagem temática dos “Equipamentos Geradores” de Fábio da Purificação de Bastos, ao qual encontra-se estruturada na concepção da “Alfabetização Técnica” promovida por Maurice Bazin.

A Panela de Pressão é utilizada como equipamento gerador para contextualizar e abordar os conceitos e fenômenos físicos associados ao seu uso, uma vez que se trata de um objeto do cotidiano dos educandos cuja contextualização histórica e social reflete o avanço da tecnologia ao longo de décadas. E, por isso, ela se firma como núcleo da problematização da pesquisa, cujo caráter é quali-quantitativo, e considera os “Obstáculos Espistemológicos” trazidos por Gaston Bachelard. Além disso, a metodologia apresenta roteiros, questionários e entrevistas do tipo semi-estruturadas (Gil, 2023; Lakatos; Marconi, 2021; 2022a; 2022b; Ludke; André, 1986) para obtenção de dados quali-quantitativos em que são flexíveis e os educandos participantes desenvolvem uma interação significativa com o tema abordado pelo professor.

A presente proposta foi elaborada para um público da 2ª série do Ensino Médio do curso profissionalizante em Administração (tempo integral) e prevê um tempo didático de 26 horas/aulas. O processo ensino-aprendizagem inclui atividades práticas (teóricas, experimentais e computacional) e discussões textuais abrangentes por meio de reflexões críticas em rodas de conversas com os educandos, a investigação temática, a elaboração e produção de artes gráficas que expressam uma sátira a respeito de situações errôneas associadas à Panela de Pressão, a avaliação formativa da aprendizagem dos educandos de forma predominante, produções textuais (mapas conceituais) e um feedback pedagógico por parte dos educandos sobre suas percepções e considerações a respeito da SD.

Sumário

Introdução.....	4
Sequência Didática.....	7
Referências.....	53
Apêndice A – Termo de Autorização Escolar.....	59
Apêndice B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	60
Apêndice C – Custos para Adaptação da Painela de Pressão.....	61
Anexo – Texto “A Painela de Pressão”.....	62

Introdução

O educador Paulo Freire é um dos principais nomes da Educação mundial, sendo conhecido por sua teoria crítica e transformadora. Seus pressupostos pedagógicos têm servido de inspiração para educadores de todo o mundo, por sua abordagem humanista e participativa, que considera o educando como sujeito central e ativo do processo educativo. Para Freire (1987; 2020; 2021), a Educação é uma forma de libertação e transformação social, que deve estar a serviço da construção de uma sociedade mais justa e democrática.

Dentre os pressupostos freirianos destacam-se a ideia da Educação como processo de humanização, consciência política e de classe, responsabilidade social e ambiental e, a importância da participação ativa dos educandos no processo educativo em prol da transformação social (Freire, 1987; 2021; Bastos, 1995). Seu método pedagógico, segundo Fernandes (2022), consiste basicamente em três etapas: a *investigação*, a *tematização*, e a *problematização*.

Na *investigação*, os educandos e o professor desbravam a realidade local na qual tanto a escola quanto os educandos nela presentes estão inseridos, buscando por palavras e/ou temas centrais, emergentes ou latentes, que estejam vinculados a um contexto sócio-histórico-cultural-político-tecnológico. Na *tematização*, os sujeitos envolvidos no processo educativo buscam codificar e decodificar os temas encontrados por meio de reflexões críticas, atribuindo-lhes significados sociais. Por fim, na *problematização* eles buscam superar seus saberes prévios dos educandos, baseado em suas vivências e percepções de mundo, e adotar uma forma crítica da leitura e escrita de mundo (Fernandes, 2022; Delizoicov, 1982; Pernambuco, 1981).

Segundo Freire (1987; 2021), a Educação não pode se resumir a uma mera transmissão de conhecimentos, mas deve ser um processo de construção conjunta de saberes, em que o educador e o educando dialogam e aprendem mutuamente. Nesse sentido, a Educação deve estar pautada na relação dialógica entre educador e educando, em que ambos são sujeitos centrais e ativos do processo educativo.

Para operacionalizar esses pressupostos, Delizoicov e Angotti (1990) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2021) propõem a utilização dos Três Momentos Pedagógicos, abordagem metodológica procedimental ancorada na abordagem temática freiriana, que consistem na *problematização inicial*, na *organização do conhecimento* e na *aplicação dos conhecimentos*. Esses três momentos são etapas distintas, porém articuladas entre si, e proporcionam uma metódica baseada na codificação-ação-decodificação, e promover uma

abordagem metodológica humanizada para gerar reflexões profundas a respeito de um tema específico latente ou evidente, da realidade local dos educandos.

O primeiro momento, a Problematização Inicial, parte da realidade dos educandos buscando identificar as contradições e desafios que enfrentam. O segundo momento, a Organização do Conhecimento, consiste na pesquisa e reflexão aprofundada e conjunta sobre os temas levantados na problematização inicial. Por fim, o terceiro momento, a Aplicação do Conhecimento, busca transformar a realidade a partir dos conhecimentos construídos e responder às questões norteadoras que emergiram das discussões durante a problematização inicial (Delizoicov; Angotti, 1990).

Nesse viés, os Equipamentos Geradores estabelecidos por Bastos (1990) surgem como uma importante ferramenta para um Ensino de Física dialógico-problematizador (Delizoicov, 1982), de modo a tornar a prática educativa mais humanizada e alinhada com as vivências contemporâneas dos educandos em seus contextos socioculturais.

De acordo com Bastos (1990) e Santos e Meirelles (2022), os Equipamentos Geradores são objetos/aparelhos tecnológicos presentes no cotidiano dos educandos e que podem ser utilizados como recursos didáticos que possibilitem ao educando desenvolver habilidades de observação, investigação e interpretação de fenômenos físicos associados à construção e funcionamento desses objetos/aparelhos, explorando conceitos, leis e teorias científicas associadas a eles. Além disso, outros fenômenos naturais, como químicos, biológicos etc., podem ser explorados a depender do interesse do professor e foco de sua pesquisa.

Conforme estabelecido por Auth *et al.* (1995) e Bazin (1977a), o termo “Equipamentos Geradores” refere-se à ideia de que o conhecimento físico presente em equipamentos tecnológicos pode ser utilizado para criar um currículo escolar humanizado. Estudar esses equipamentos em atividades teórico-experimentais é uma prática que envolve diálogo e leva em consideração o contexto sociocultural dos educandos, facilitando a compreensão dos conhecimentos físicos.

Para Freire (2021), a construção do conhecimento do objeto envolve a curiosidade epistemológica, que inclui a capacidade crítica de observar, delimitar e cercar o objeto, além de comparar e fazer perguntas.

Portanto, a utilização dos equipamentos geradores no processo educativo permite ao educando uma compreensão mais ampla, significativa e crítica dos fenômenos físicos presentes no seu dia a dia a partir da manipulação e desmonte dos mesmos e em busca do entendimento de seus processos de fabricação e funcionamento (Bastos, 1990), por meio de aspectos técnicos

e práticos sem, inicialmente, se debruçar sobre as abordagens puramente teóricas e abstratas (Bazin, 1977a).

Com isso, no Ensino de Física, a Panela de Pressão pode ser um excelente equipamento gerador de discussões que levem à exploração de conceitos, leis e teorias científicas importantes para a compreensão abrangente e crítica do mundo ao redor, promovendo uma conscientização dos processos de produção tecnológica que afetam, em diversas dimensões (políticas, econômicas, sociais, históricas, culturais, tecnológicas etc.), o espaço social e as relações humanas que nele estão inseridas (Bastos, 1990; Bazin, 1977a).

A Panela de Pressão é um objeto comum na vida cotidiana das pessoas que pode ser utilizada para abordar diversos Conceitos Físicos como densidade, pressão, calor, temperatura, energia, torque etc., e diversos Fenômenos Físicos como transferência e transformação da energia, transições de fase, aquecimento, movimento rotacional, explosão etc. Além disso, a utilização da Panela de Pressão como Equipamento Gerador pode servir como uma importante ferramenta para a conscientização dos educandos sobre os riscos associados ao seu uso em ambientes domésticos ou profissionais, visto que muitas pessoas não conhecem os riscos associados ao uso inadequado da Panela de Pressão, o que pode levar a acidentes domésticos graves. Por isso, é importante que os estudantes tenham conhecimento sobre os fenômenos físicos relacionados ao funcionamento da Panela de Pressão, bem como sobre as medidas preventivas que devem ser adotadas para evitar acidentes.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo principal propor uma Sequência Didática de Ensino e Aprendizagem em Física por meio de uma abordagem dialógico-problematizadora baseada na utilização da Panela de Pressão como Equipamento Gerador à luz da Alfabetização Técnica, de modo a possibilitar reflexões abrangentes e críticas quanto às fenomenologias ocorridas durante o processo do cozimento dos alimentos, bem como do manuseio seguro e responsável desse utensílio doméstico.

Logo, por meio dessa proposta, espera-se contribuir para a formação integral de educandos críticos e reflexivos, capazes de compreender a Física de forma contextualizada e promover o pleno exercício da cidadania e o preparo para o mundo do trabalho, desenvolvendo competências e habilidades essenciais que possam ser estendidas para situações reais de leitura e escrita de mundo, conforme preconiza Brasil (2018) e Bahia (2022).

Sequência Didática

Áreas da Física a Serem Abordadas: Termologia e Mecânica

Objetos do Conhecimento a serem Trabalhados:

Grandezas e *Conceitos* Físicos:

- Energia térmica;
- Calor;
- Temperatura;
- **Sistema Termodinâmico;**
- **Processo Termodinâmico;**
- Densidade;
- Calor sensível;
- Capacidade térmica;
- Calor latente;
- Pressão;
- **Ponto de ebulição;**
- Trabalho;
- Torque;
- Momento Linear;
- Momento Angular;
- Força.

Fenômenos Físicos:

- Transferências de energia;
- Transformações de energia;
- Aquecimento;
- Propagação do calor;
- Transições de fases;
- Explosão.

Objetivo Geral:

Desenvolver uma proposta de um Ensino de Física humanizado e pautado na temática “A Física na Cozinha”, por meio da exploração das fenomenologias presentes durante o cozimento dos alimentos na Panela de Pressão.

Objetivos Específicos:

- Explorar Grandezas, Conceitos e Fenômenos Físicos associados ao processo de cozimento de alimentos na Panela de Pressão a partir de uma abordagem dialógico-problematizadora, bem como os benefícios e riscos em utilizá-la, por meio de reflexões abrangentes e críticas, considerando o contexto histórico e social que ela surgiu;
- Adaptar uma panela de pressão comum para realização de uma abordagem prática experimental que possibilite medir a temperatura e a pressão de ebulição da água em seu interior, de modo a ser um instrumental apropriado para a exploração e discussão de Grandezas, Conceitos e Fenômenos Físicos associados ao cozimento dos alimentos;
- Promover a centralidade e a participação ativa dos educandos no processo educativo de modo a proporcionar-lhes o desenvolvimento de competências e habilidades científicas necessárias para se manusear a Panela de Pressão de forma segura e responsável, bem como para que os mesmos possam fazer uma melhor leitura e escrita de mundo;
- Avaliar o processo de ensino e aprendizagem desenvolvido.

Habilidades da BNCC da Área de Conhecimento de Ciências da Natureza e suas Tecnologias a Serem Desenvolvidas:

(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas (Brasil, 2018, p. 555).

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados

experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica (Brasil, 2018, p. 559).

(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos (Brasil, 2018, p. 559).

Tempo de Execução da SD: 1.300 minutos (26 aulas de 50 minutos cada).

A SD pode ser esquematizada em três etapas distintas, porém conectadas entre si, segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2021). O Quadro 1 abaixo sistematiza os passos da SD a serem executados.

Quadro 1 – Organização sistemática da sequência didática de ensino e aprendizagem.

Momentos	Proposta	Encontros	Nº de Aulas	Duração
1º Momento	Contextualização para o estudo da realidade	Do 1º ao 3º Dia	03	150 min
2º Momento	Organização do conhecimento para o aprofundamento teórico	Do 4º ao 11º Dia	14	700 min
3º Momento	Plano de ação para a aplicação do conhecimento	Do 12º ao 18º Dia	9	750 min
Total (Σ):		18 dias	26	1.300 min

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

1º Momento: Problematização Inicial

1º Dia: Aula 01 (introdutória)

Objetivo: Conhecer os objetivos e as atividades a serem desenvolvidas na SD voltada para um Ensino de Física pautado na problematização do uso da panela de pressão.

Apresente aos sujeitos da pesquisa (educandos de uma turma da 2ª série do Ensino Médio) a proposta da SD. Utilize o momento dessa aula para dar uma panorama geral de como será o desenvolvimento da SD, esclarecendo dúvidas e ponderando pontos relevantes. O espaço utilizado pode ser desde uma biblioteca, a sala de aula, um laboratório de informática, ou o que

achar melhor. É sugerido utilizar uma apresentação em slides para melhor ilustrar os principais momentos propostos para a SD.

Evidencie aos educandos os motivos e relevância social e científica da aplicação da SD, os objetivos geral e específicos de aprendizagem a serem atingidos, a metodologia a ser adotada para se atingir tais objetivos, as etapas da SD e as atividades (teóricas, experimentais, computacionais, produções textuais etc.) em grupos e individuais propostas que serão realizadas em cada uma dessas etapas e o que se espera de cada uma das etapas.

Aqui também vale salientar sobre a importância pedagógica de se estabelecer e compartilhar com os educandos os critérios de avaliação da aprendizagem que serão considerados, dando uma ênfase maior à avaliação formativa, conforme preconiza os documentos normativos *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN)* (Brasil, 1996), a *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)* (Brasil, 2018) e o *Documento Curricular Referencial da Bahia* (Bahia, 2022). No entanto, sugere-se ao professor-pesquisador que o processo formativo (qualitativo) corresponda a 70% da avaliação da aprendizagem dos educandos, sob a consideração da participação ativa dos mesmos em todas as atividades propostas, a frequência durante toda a SD, a pontualidade, desenvoltura e desenvolvimento progressivo (processual) no que tange aos aspectos científicos (cognitivos) e humanos (socioemocionais) ao longo de toda a SD, e que 30% seria destinado à avaliação somativa (quantitativo), que é composta por dois testes escritos, sendo um de múltipla escolha e individual e o outro discursivo e em grupo. Ou seja, o peso das avaliações formativas é 0,70 e das avaliações somativas é 0,30. Esses foram os critérios utilizados pelo Autor (2024) desta SD.

2º Dia: Aula 02

Objetivo: Refletir sobre o uso da panela de pressão no preparo dos alimentos, levantando hipóteses (saberes prévios) e abrindo espaços para questionamentos acerca do assunto.

Aqui, destaca-se a importância do resgate dos conhecimentos/saberes prévios dos educandos como uma etapa crucial na prática educativa para se obter informações gerais sobre o que os educandos já sabem e entendem sobre determinado assunto, por meio de questionários impressos para respostas discursivas (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2021; Delizoivoc, 1982; Freire, 1987; 2021).

O debate principal deverá ser focado na conscientização sobre os benefícios e riscos do uso da panela de pressão no preparo dos alimentos, bem como nas fenomenologias físicas presentes durante esse processo.

Como primeira atividade pedagógica, deve-se realizar uma roda de conversa com os educandos para dialogar sobre o roteiro das discussões a serem desenvolvidas, a fim de explorar seus saberes prévios com base em suas experiências e leituras de mundo (Delizoicov; Angotti, 2021; Freire, 2020).

Para realizar essa atividade diagnóstica recomendo o uso de recursos didático-metodológicos, como um roteiro de perguntas (a seguir) que pode ser impresso ou apresentado em dispositivos audiovisuais, como aparelho de televisão ou Datashow, de acordo com a disponibilidade de recursos do professor e/ou da escola. Os questionamentos deverão ser levantados e direcionados a todos da turma, sem preferencialismo(s). Além disso, os educandos devem ser incentivados a todo momento a dialogar entre eles e com o professor sobre o que está sendo questionado ou colocado em pauta para discussão. Portanto, é essencial que o professor registre as respostas dos participantes por meio de instrumentos de obtenção de dados como dispositivos audiovisuais, celular ou outro aparelho, e/ou anotações em diário de bordo de observações realizadas, ou o que for melhor a critério de cada professor. Abaixo segue o roteiro de perguntas utilizados nesta SD com os educandos.

Roteiro para Discussão em Sala e Identificação dos Saberes Prévios dos Educandos

- 1) Você possui alguma experiência na cozinha? Se sim, comente um pouco sobre.
- 2) Quais são os tipos de panelas que podemos utilizar na cozinha no preparo dos alimentos? Comente sobre a principal diferença entre elas.
- 3) Quais são os fatores que influenciam o processo de cozimento dos alimentos?
- 4) Quando o assunto é “acidentes domésticos” durante o cozimento dos alimentos, qual o utensílio doméstico que primeiro, ou mais, lhe vem em mente? Comente um pouco sobre.
- 5) Você conhece alguém que passou por uma situação no qual a panela de pressão explodiu? Se sim, comente como foi, caso saiba alguns detalhes.
- 6) Por que, em alguns casos esporádicos, a panela de pressão explode?
- 7) Você sabe dizer se existe alguma coisa de diferente na panela de pressão que faz os alimentos serem cozidos mais rápido do que uma panela comum? Se sim, comente um pouco sobre isso.

- 8) Você já tentou abrir a tampa da panela de pressão logo após desligar o fogo, depois que o alimento foi cozido? Se sim, o que você notou e como explicaria isso? Pode também comentar uma situação do tipo observada, se caso nunca tentou fazer isto.
- 9) Por que algumas pessoas molham a panela de pressão em baixo da pia assim que a retira do fogo? Você já fez isso ou presenciou alguém fazendo?
- 10) Por que algumas pessoas abaixam o fogo quando a água começa a ferver na panela ou quando a panela de pressão começa a “apitar/chiar”, durante o preparo de algum alimento? Qual sentido isto tem para você?

Para garantir o engajamento dos educandos nas atividades propostas é essencial manter um diálogo constante e incentivar a participação ativa dos mesmos (Delizoicov; Angotti, 2021; Freire, 1987).

Para um melhor andamento das discussões é recomendável abordar cada item do roteiro separadamente e destacar a importância de registrar as falas dos educandos em um diário de bordo ou por meio de gravações de áudio e/ou vídeo, sempre dando pequenas pausas para descontração entre uma discussão e outra. No entanto, é importante lembrar que as questões a serem abordadas, apesar de sugeridas, não são padronizadas e podem haver ramificações para outras áreas temáticas, modificações ou até mesmo novas inclusões, a critério de cada professor e realidade local.

3º Dia: Aula 03

Objetivo: Dialogar sobre o uso da panela de pressão no preparo dos alimentos por meio de questionamentos que serão respondidos em grupos, a fim de obter seus sabres prévios.

Para essa SD, sugere-se a formação democrática de grupos de estudos colaborativos para a realização das atividades propostas ao longo da maior parte da SD. Portanto, haverá avaliações da aprendizagem dos educandos que ocorrerão de forma coletiva (grupos) ao longo da SD. No entanto, também haverá avaliações da aprendizagem que ocorrerão de forma individualizada.

Os educandos irão formar grupos seguindo o critério da afetividade entre eles. Os grupos irão escolher livremente nomes ou palavras para identificar cada um deles, mas com a exigência única de que esses nomes ou palavras devem obrigatoriamente estar associados ao contexto

histórico, cultural ou ambiental de sua cidade. Isso é necessário para se evitar nomes ou palavras impróprias. Além do mais, cada grupo deverá ser composto por um número igual de membros.

Para dar continuidade a essa atividade, os educandos terão a oportunidade de manusear uma panela de pressão real convencional e sem adaptações (equipamento gerador), desmontando suas partes e anotando curiosidades relevantes para pesquisas futuras dentro da SD (Bastos, 1990). Em seguida, serão apresentadas seis problematizações relacionadas ao uso da panela de pressão, a saber:

Questões Norteadoras da SD

- 1) Por que os alimentos cozinham mais rápido na panela de pressão do que numa comum?
- 2) Existem riscos associados ao uso da panela de pressão? E benefícios? Se sim, quais são e por quê?
- 3) É importante cozinhar os alimentos antes de consumi-los? Se sim, diga o porquê disso.
- 4) Quais são as condições que fazem um alimento cru ficar cozido?
- 5) Acidentes envolvendo o uso da panela de pressão são comuns? Eles podem ser fatais? Comente sobre isso.
- 6) Quais medidas preventivas devemos tomar afim de minimizar os riscos de acidentes domésticos durante o cozimento dos alimentos na panela de pressão?

É fundamental que o professor mantenha os educandos engajados e os encoraje a apresentar suas hipóteses e levantar novas questões sobre o assunto, o que pode levar a novas descobertas e desdobramentos. É importante salientar que os mesmos devem se sentir livres para explorar a temática de maneira autônoma e coletiva, sem medo de se expressar e de propor novas ideias. Dessa forma, a atividade torna-se mais dinâmica e participativa, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa (Delizoicov; Angotti, 2021; Freire, 1987; Moreira, 2010).

Ao final desse primeiro momento o professor pode criar, junto à turma, um mapa conceitual ou mental a respeito do cozimento dos alimentos na panela de pressão, como forma de auxiliar o processo de avaliação da aprendizagem inicial, ou seja, na avaliação diagnóstica dos saberes prévios dos mesmos. Contudo, a criação do mapa conceitual fica a critério do professor, podendo ser utilizadas outras formas como mapas mentais, resumos, diagramas, arguição oral etc. Ou então, pedir aos educandos que façam um mapa mental ou conceitual de forma individual ou em grupos. Esse mapa mental ou conceitual pode ser construído no quadro branco a partir do que os educandos responderam nos questionários. Porém, o mesmo pode ser

construído por meio de recursos computacionais, a critério do professor e disponibilidade de equipamentos e local. Esse mapa conceitual inicial poderá ser usado para comparar com um segundo mapa conceitual, que será feito coletivamente ao final do processo, no terceiro momento pedagógico, afim de avaliar qualitativamente o progresso da aprendizagem dos conceitos e fenômenos físicos estudados ao longo da SD. Caso o professor não queira utilizar os mapas conceituais, poderá ser feita essa análise a partir das respostas dos questionários de forma direta ou utilizando outros recursos didáticos, conforme supracitado ou preferência do professor.

2º Momento Pedagógico: Organização do Conhecimento

4º Dia: Aula 04

Objetivos:

- Discutir sobre como o conceito de energia foi e é fundamental para o desenvolvimento da Humanidade, sobretudo quanto ao preparo dos alimentos;
- Conhecer um pouco sobre o contexto histórico da panela de pressão, seu funcionamento, riscos e medidas preventivas;
- Identificar os tipos de transformações físicas ocorridas durante o cozimento dos alimentos na panela de pressão.

Para a primeira aula, o professor deve pedir aos educandos que façam uma leitura do Texto 1. Este texto, gerado com a ajuda do sistema de inteligência artificial ChatGPT desenvolvido e administrado pela Openai (2021), baseado na arquitetura GPT-3.5, pode ser disponibilizado de forma impressa ou em formato digital em PDF para os educandos acessarem por seus celulares ou mostra-lo por meio de um aparelho de televisão ou Datashow, caso haja.

Texto 1 - A Energia como Pilar Central da Civilização

A energia é um conceito universal que desempenha um papel fundamental em todos os aspectos da nossa vida. Ela está presente em todas as formas de atividade, desde os processos naturais até as

realizações humanas. Ao longo da história, o conceito de energia evoluiu, e seu entendimento tem sido aprimorado ao longo do tempo.

Há aproximadamente 150 mil anos os seres humanos viviam praticamente como os outros animais, utilizando apenas o que conseguiam retirar da natureza.

O Sol era a única fonte de luz e de calor, e seu alimento consistia de frutos das árvores e de carne crua, pois ainda não sabiam como produzir e dominar o fogo. A energia do Sol é a principal responsável pela manutenção da vida em nosso planeta, seja por permitir que haja água líquida, fundamental para que a vida se desenvolva, seja por meio da fotossíntese realizada pelas plantas.

A fotossíntese é uma reação química realizada pelas plantas que usa a energia solar para capturar o gás carbônico presente na atmosfera e liberar o gás oxigênio ao produzir compostos como glicose, que servem de alimento para outros seres vivos.

A luta pela sobrevivência implica uma permanente busca de recursos na natureza, o que requer considerável quantidade de energia. Como grande parte da energia corporal (em média 60%) é usada para manter a temperatura do nosso corpo estável, a sobrevivência do homem primitivo dependia basicamente do balanço energético, ou seja, da diferença entre a energia obtida dos alimentos e a energia que era gasta pelo corpo.

A caça e a pesca eram realizadas sem o uso de instrumentos elaborados, o que requeria uma quantidade ainda maior de energia corporal para capturar e matar suas presas.

De acordo com achados arqueológicos, o homem primitivo começou a dominar o fogo há cerca de 20 mil anos, tornando sua vida menos difícil. Este conhecimento possibilitou-lhe enxergar durante a noite e se proteger de predadores, além de fornecer calor, fundamental para aquecer o ambiente em dias frios e cozinhar os alimentos, facilitando a digestão e eliminando micro-organismos patogênicos.

Outra grande revolução que ocorreu na vida do homem foi o advento da agricultura, há cerca de 15 mil anos. Com a invenção do

arado, foi possível também aproveitar a força muscular dos animais para realizar o trabalho de lavrar a terra.

Com o cultivo da terra, o homem deixou de ser essencialmente nômade e passou a se estabelecer em regiões próximas aos grandes rios, onde a terra era mais úmida e fértil. Além disto, o homem também se dedicou à criação de animais, como o gado.

Devido à agricultura, o homem passou a armazenar a energia radiante do Sol ao estocar alimentos para distribuição e consumo, conforme sua necessidade.

Os primeiros instrumentos de ferro foram feitos (forjados ao fogo) há aproximadamente 5 mil anos, ampliando a capacidade de derrubar florestas e sulcar terras mais duras, expandindo a atividade agrícola para além das margens dos rios.

A construção histórica do conceito de energia remonta a séculos atrás. Desde a antiguidade, filósofos e cientistas têm explorado e debatido sobre o poder misterioso que impulsiona o mundo. No século XIX, o físico britânico William Thomson (Lord Kelvin) introduziu o termo "energia" para descrever a capacidade de um sistema de realizar trabalho. Essa definição ampliou nosso entendimento sobre a natureza da energia.

Desde os primórdios da humanidade, a utilização da energia tem sido essencial para nossa sobrevivência e desenvolvimento. Desde a queima de madeira para obter calor e cozinhar alimentos, até a domesticação do fogo para iluminação, os primeiros seres humanos utilizaram diferentes formas de energia para suprir suas necessidades básicas. Com o tempo, a energia foi canalizada para diversas finalidades, incluindo o desenvolvimento da agricultura, a criação de ferramentas e a invenção de máquinas.

Existem diferentes tipos e formas de energia. A energia mecânica é composta por duas modalidades de energia, sendo a energia cinética associada ao movimento de objetos, enquanto a energia potencial refere-se à energia armazenada em um sistema. Já a energia térmica é a energia associada às movimentações das moléculas

de um corpo, estando, de certo modo, relacionada com a temperatura desse corpo.

Quando objetos com temperaturas diferentes estão em contato térmico, haverá um fluxo espontâneo de energia térmica, chamado calor, do corpo de maior para o de menor temperatura. Além disto, existe outras modalidades de energia, como a energia elétrica, a energia química presente nos compostos químicos (nos alimentos, por exemplo), a energia nuclear contida nos núcleos dos átomos, a energia luminosa do Sol, a energia sonora etc.

A conservação da energia é um princípio fundamental na Física. Segundo a Lei da Conservação da Energia, a energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada de uma forma para outra ou transferida de um lugar para outro. Isto significa que a quantidade total de energia em um sistema isolado permanece constante ao longo do tempo. Essa lei nos ajuda a entender como a energia flui e se transforma em diferentes processos.

A transformação e a transferência de energia são processos essenciais em muitas atividades humanas. Por exemplo, em uma usina hidrelétrica, a energia potencial gravitacional da água armazenada em uma represa é convertida em energia cinética de rotação nas turbinas, movimentando-as, fazendo girar o rotor que converte esta energia cinética de rotação em energia elétrica. Da mesma forma, a eletricidade que chega nas tomadas de nossas casas, indústria etc., é devido às transformações e transferência de energia ocorre ocorridas.

Em particular, o uso da energia na preparação de alimentos teve um impacto significativo na saúde e sobrevivência da espécie humana. Antes do domínio do fogo, nossos antepassados dependiam de alimentos crus, limitando suas opções alimentares e dificultando a digestão de certos alimentos. Com a descoberta do fogo e o desenvolvimento de técnicas de cozimento, os seres humanos puderam tornar os alimentos mais palatáveis, aumentar sua disponibilidade nutricional e facilitar sua digestão.

O cozimento dos alimentos, graças ao uso da energia (térmica), possibilitou o amolecimento de fibras vegetais, a destruição de

microrganismos patogênicos e a desnaturação de proteínas, tornando os alimentos mais seguros e nutritivos. Isso permitiu que nossos antepassados diversificassem sua dieta, absorvendo mais nutrientes e energia dos alimentos. Essa mudança alimentar teve um impacto direto na evolução do nosso cérebro e no desenvolvimento da espécie humana.

A dependência humana da energia é evidente em todos os aspectos da nossa vida moderna. Desde o fornecimento de eletricidade para iluminação e uso de dispositivos eletrônicos até a utilização de combustíveis para transporte e aquecimento, estamos constantemente dependentes da energia para atender às nossas necessidades diárias. A falta de acesso à energia pode limitar o desenvolvimento econômico, social e educacional das comunidades.

No Século XIX, um físico inglês chamado James Joule (1818 – 1889), desempenhou um papel fundamental na compreensão da relação entre a energia mecânica e calor. Joule estava determinado a investigar a natureza da energia e demonstrar que o calor era uma forma de energia e não uma substância misteriosa como se acreditava na época. Tal substância misteriosa era conhecida como “calórico”.

Joule desenvolveu um aparelho chamado calorímetro, que consistia em um recipiente de água isolado termicamente e equipado com pás giratórias. Ele conduziu uma série de experimentos nos quais aplicou trabalho mecânico às pás, fazendo-as agitar a água dentro do calorímetro.

A experiência consistia no seguinte: o atrito das pás giratórias contra a água do calorímetro deveria aquecê-la, uma vez que ela oferecia certa resistência ao movimento das pás. Esta operação foi repetida 16 vezes e, em seguida, a temperatura da água foi medida com auxílio de um termômetro extremamente sensível, capaz de detectar diferenças de temperaturas de 0,01 °F.

Ao medir a temperatura da água antes e depois da agitação, Joule observou que a temperatura aumentava. Isso o levou a concluir que o trabalho mecânico realizado pelas pás estava sendo convertido

em energia térmica, aumentando a energia cinética das moléculas de água e, conseqüentemente, elevando a temperatura.

Com base nessas observações, Joule estabeleceu uma relação quantitativa entre a energia mecânica e o calor. Ele determinou que uma certa quantidade de trabalho mecânico correspondia a uma quantidade específica de calor produzido. Essa relação foi denominada de equivalente mecânico do calor.

O valor estabelecido por Joule para o equivalente mecânico do calor foi de aproximadamente 4,186 joules por caloria. Isso significa que 4,186 joules de energia mecânica são equivalentes a uma caloria de energia térmica.

Essa descoberta de Joule teve um impacto revolucionário no campo da Física e estabeleceu a base para a compreensão da conservação da energia. Sua experiência demonstrou que a energia é uma grandeza universal que pode se manifestar em diferentes formas, como energia mecânica e calor. Essa compreensão foi essencial para o desenvolvimento posterior das leis da termodinâmica e para a evolução da ciência da energia.

Após a leitura e discussão do texto, é importante que o professor dialogue com os educandos sobre a importância do uso da energia para o preparo dos alimentos, destacando como o calor é uma forma de energia que é transferida da panela para a água e da água para os alimentos por meio do processo de condução e por meio do processo de convecção apenas no último caso (da água para os alimentos), permitindo o seu cozimento e eliminando microrganismos prejudiciais à saúde.

Uma forma alternativa da dinâmica é o professor ir discutindo partes individuais do texto separadamente com os educandos, e ir avançando à medida que conclui cada discussão, promovendo a participação ativa dos mesmos, tanto na leitura quanto nos momentos de reflexão e discussão. Portanto, é fundamental que o professor promova a liberdade para que os educandos possam fazer questionamentos extras sobre o texto e o tema em questão (Delizoicov; Angotti, 2021; Freire, 1987).

O professor deverá abordar brevemente a origem e a evolução da panela de pressão ao longo do tempo, ressaltando aspectos relacionados aos fenômenos térmicos envolvidos no processo de cocção (cozimento dos alimentos por meio do mecanismo calor). Dessa forma, os

educandos terão a oportunidade de ampliar seus conhecimentos sobre o assunto e compreender como a tecnologia evoluiu ao longo dos anos para tornar o processo de cozimento mais eficiente e seguro. Isso os ajudará a refletir que a Ciência é um processo inacabado, com falhas, em constante evolução e não um produto final perfeito.

Para isto, sugere-se utilizar o Texto 2, gerado também com a ajuda do sistema de inteligência artificial ChatGPT, desenvolvido e administrado pela Openai (2021), baseado na arquitetura GPT-3.5:

Texto 2 - Panela de Pressão: Conheça a História e a Ciência por Trás do seu Funcionamento

A panela de pressão é um utensílio culinário muito usado atualmente. Contudo, seu precursor, o digestor de Papin, foi inventado no século XVII no ano de 1679 – por Denis Papin, um físico e matemático francês que trabalhava na Royal Society em Londres. A ideia original de Papin era estudar a pressão do vapor gerada ao invés de cozinhar alimentos mais rapidamente e de maneira mais eficiente. Ou seja, seu objetivo inicial era apenas estudar como a temperatura de ebulição da água estava associada à pressão sobre ela, baseado na Lei de Boyle-Mariotte. Além disso, seu invento serviu de inspiração para a criação da máquina a vapor, crucial para o início da I Revolução Industrial, ocorrida de 1769 até 1850.

Devido a isso a panela de pressão foi inicialmente concebida como uma ferramenta científica e não como um utensílio doméstico. No entanto, ao longo dos anos, a ideia se espalhou e a panela de pressão se popularizou tanto que se tornou um item quase que obrigatório em muitas cozinhas ao redor do mundo.

O próprio Papin preparou a primeira refeição feita sob alta pressão em seu digestor. Essa mesma refeição foi servida a intelectuais da Royal Society em Londres, pouco tempo depois dele inventar seu digestor.

Ao longo dos anos, a panela de pressão passou por várias melhorias tecnológicas. As primeiras panelas de pressão eram feitas de ferro fundido e eram bastante pesadas. Hoje em dia, as panelas de

pressão são feitas de materiais mais leves, como alumínio ou aço inoxidável, e uma tampa com uma válvula de segurança, uma junta de vedação e uma válvula que permite controlar a pressão no interior da panela.

O princípio de funcionamento básico da panela de pressão é subsidiado pela Termodinâmica, área da Física responsável pelo estudo dos fenômenos térmicos. Quando a água é aquecida em um recipiente hermeticamente fechado, a pressão do vapor aumenta internamente. Quando esta pressão de vapor dentro da panela de pressão atinge um nível suficientemente alto, a temperatura de ebulição da água aumenta e os alimentos são cozidos em uma temperatura mais elevada do que seria possível em uma panela comum. E é por este fato que a panela de pressão é especialmente útil para cozinhar alimentos mais duros, ou seja, que requerem longos períodos de cozimento, como grãos, feijão, raízes como mandioca, carnes duras etc. Ela também é ótima para cozinhar alimentos em grandes quantidades, como sopas e ensopados, em um curto espaço de tempo.

Durante o preparo dos alimentos, a energia térmica é a mais utilizada, pois é necessária para que ocorram as reações químicas que transformam os alimentos crus em alimentos cozidos. Essa reação química é conhecida como reação de Maillard, e é responsável por dar aquelas crostinha dourada nos alimentos. A energia térmica é transferida por meio do calor, que é a energia em trânsito de um corpo para outro em função exclusiva da diferença de temperaturas entre eles.

No caso do cozimento de alimentos em panelas comuns, a transferência de calor é realizada principalmente por condução térmica, ou seja, a panela é aquecida pelo fogo e transfere o calor para o alimento por meio do contato direto. Em contrapartida, a panela de pressão utiliza um sistema de aumento da pressão interna, que eleva o ponto de ebulição da água, fazendo-a “ferver” a temperaturas maiores do que se estivesse sendo fervida à pressão atmosférica local. E este fato acelera o processo de cozimento dos alimentos, visto que a energia

térmica da água aumenta e, conseqüentemente, sua transferência para os alimentos em seu interior também.

Além disso, é importante destacar a importância de se cozinhar os alimentos antes de consumi-los, pois isso elimina ou reduz os microrganismos presentes nos alimentos que podem causar doenças. O cozimento também ajuda a quebrar as fibras dos alimentos, tornando-os mais fáceis de digerir e absorver pelo organismo.

Além das transformações físicas envolvidas no processo dos alimentos, temos a termólise, que é um processo químico que ocorre quando uma substância é decomposta pela ação do calor. Esse processo é observado no cozimento dos alimentos, quando o calor é aplicado às proteínas, carboidratos e outros compostos presentes nos alimentos. Durante a termólise, as ligações químicas que mantêm esses compostos unidos são quebradas, liberando átomos e moléculas.

No caso das proteínas, a termólise resulta na desnaturação das proteínas, que perdem sua estrutura tridimensional e se desdobram em cadeias de aminoácidos. Esse processo é importante no cozimento de alimentos como carne, ovos e feijão, onde a desnaturação das proteínas ajuda a torná-los mais macios e digeríveis.

Além disso, a termólise também pode causar a decomposição de vitaminas e outros nutrientes sensíveis ao calor, o que pode reduzir o valor nutricional dos alimentos cozidos em excesso. Por isso, é importante controlar a temperatura e o tempo de cozimento dos alimentos para evitar a perda de nutrientes.

Portanto, isso nos mostra como a panela de pressão pode ser usada como um dos vários exemplos de como a Ciência e a Tecnologia podem ser aplicadas para tornar a vida cotidiana mais fácil e eficiente. Desde a sua invenção, ela tem sido uma ferramenta valiosa na cozinha, permitindo que as pessoas cozinhem alimentos mais rapidamente, possibilitando economia de tempo e energia, além de proporcionar uma maior garantia na eliminação de microrganismo que podem fazer mal à nossa saúde.

No entanto, o uso da panela de pressão pode apresentar alguns riscos à segurança, ainda que em casos esporádicos. A alta pressão no

interior da panela pode causar a ruptura do utensílio, resultando em um acidente grave, que pode levar até mesmo à morte, como tem ocorrido recentemente. Além disso, a tampa da panela só deve ser aberta quando a pressão no interior foi liberada naturalmente, caso contrário, o vapor pode causar queimaduras graves. Não o bastante, as panelas feitas de alumínio podem representar algum dado ao sistema nervoso humano.

Para garantir a segurança ao utilizar a panela de pressão, é importante seguir algumas precauções. Antes de usar a panela, verifique se a tampa e a válvula de segurança estão em bom estado e se ajustam corretamente na panela. É essencial ler atentamente as instruções do fabricante e respeitar as limitações de uso. Manter a válvula de controle de pressão sempre limpa reduz muito os riscos de acidentes. Trocar a borracha de vedação anualmente também é necessário para um bom funcionamento da panela de pressão.

A panela nunca deve ser deixada sem supervisão durante o uso e é importante respeitar o tempo de liberação da pressão antes de abrir a tampa. Outro fator importante é sempre procurar o selo ou rótulo de qualidade do INMETRO na panela, quando for adquiri-la.

Após a leitura dos textos, é recomendável que o professor conduza uma discussão com os educandos para que possam refletir sobre o tema abordado e expressar suas dúvidas e opiniões. Para tanto, é importante que o professor estimule a participação ativa dos mesmos, deixando espaço para possíveis questionamentos e observações (Freire, 1987; 2020).

5º Dia: 5ª, 6ª e 7ª Aulas

Objetivos:

- Identificar as variáveis termodinâmicas e mecânicas relacionadas ao processo de cozimento dos alimentos na panela de pressão;
- Discutir sobre a influência da pressão no tempo de cozimento dos alimentos na panela de pressão;

- Promover reflexões que possibilitem desenvolver consciência com relação ao manuseio seguro e responsável com a panela de pressão.

Para esse dia, foram utilizadas 03 (três) aulas seguidas de 50 min cada. No entanto, cada uma dessas aulas pode ser desenvolvida em dias diferentes e subsequentes. Abaixo segue um roteiro com algumas perguntas que podem fazer parte da discussão com relação às leituras dos textos 1 e 2 lidos e discutidos na aula anterior e que deve ser respondido durante a primeira aula deste dia (5ª aula) e em grupos.

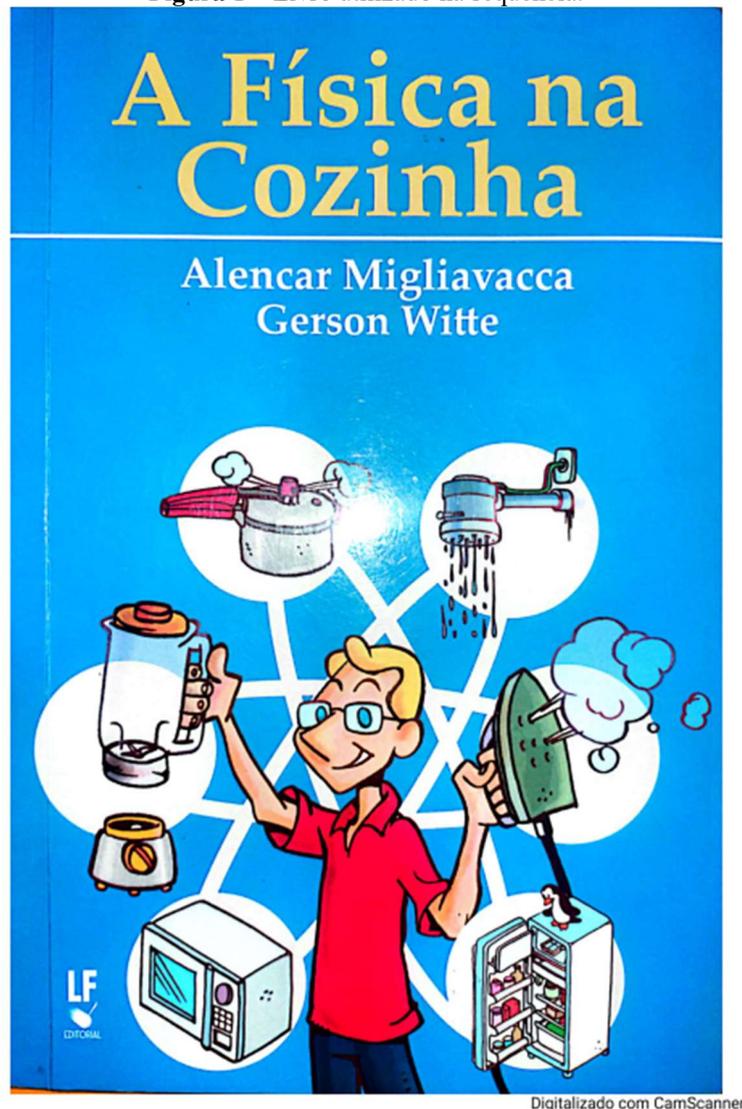
Roteiro para Discussão

- 1) Qual é a importância do uso da energia no preparo dos alimentos?
- 2) O que a panela de pressão faz para que os alimentos cozinhem mais rápido? E como isso ocorre?
- 3) Como o uso da energia ajudou no desenvolvimento da civilização?
- 4) Quais são as vantagens em se utilizar a panela de pressão hoje em dia? E por quê?
- 5) Baseado nas reflexões e discussões realizadas sobre os dois textos apresentados, o que você conseguiu entender sobre o conceito de energia? Comente um pouco sobre.
- 6) Quais são as transformações físicas que você identifica que foram tratadas nos textos? Os textos tratam apenas de transformações físicas? Comente um pouco sobre.

Para a segunda aula deste dia (6ª aula) será proposto aos educandos que realizem a leitura do texto “A Panela de Pressão” (Anexo A), presente no capítulo 3 do livro “A Física na Cozinha” (Figura 1) de Migliavacca e Witte (2014). Para que todos tenham acesso ao texto, o professor deverá providenciar algumas cópias impressas para distribuir entre os educandos. O texto digitalizado encontra-se no Anexo.

Após a leitura, os educandos devem ser incentivados a identificar e listar os conceitos físicos abordados no texto referido. O objetivo é que eles compreendam como esses conceitos estão presentes em uma atividade cotidiana, como o preparo de alimentos na panela de pressão. Para tanto, o professor deverá promover um diálogo com os educandos, a fim de que possam compartilhar suas observações e ideias sobre o tema.

Figura 1 – Livro utilizado na sequência.



Fonte: Acervo pessoal do Autor (2024).

Após a leitura e realização desta primeira parte da atividade, é fundamental que o professor estimule um diálogo entre os educandos sobre as ideias extraídas do texto e seus pontos mais relevantes, como os conceitos e fenômenos físicos envolvidos no preparo dos alimentos na panela de pressão (Delizoicov, 1982; Solino; Gehlem, 2015; Araújo, 2021; Bastos, 1995). Esse diálogo pode ajudar a consolidar o entendimento dos estudantes sobre o tema, bem como permitir a troca de informações e experiências entre eles. Além disso, o professor pode aproveitar a oportunidade para tirar dúvidas e complementar as informações abordadas no texto.

Por fim, na terceira e última aula para este dia (7ª aula), serão passados 03 (três) vídeos. O primeiro deles é *Os mortos do Everest, a panela de pressão e a temperatura de ebulição da água*, com duração de 12 minutos e 27 segundos, que aborda a influência da pressão na temperatura de ebulição da água e conseqüentemente no tempo de cozimento dos alimentos.

Este vídeo se encontra na plataforma do YouTube, podendo ser acessado pelo link <https://www.youtube.com/watch?v=ZNlZ6Sggrgs>. O segundo vídeo que deverá ser utilizado é *Simulação Explosão Panela de Pressão*, com duração de 01 minuto e 10 segundos, e que aborda as causas da explosão da panela de pressão, bem como pode ser evidenciado os padrões de danos causados pela mesma, que mais tarde será usado para abordar as Leis de Newton, a Lei da Conservação da Energia Mecânica e a Lei da Conservação do Momento Linear. Este vídeo também encontra-se na plataforma do YouTube, podendo ser acessado pelo link <https://www.youtube.com/watch?v=cHE0etbLfpA>. O terceiro e último vídeo é *Brasil tem 1.200 acidentes com panelas de pressão por ano*, com duração de 03 minutos e 35 segundos, e servirá de ponto de partida para discussões associadas aos riscos e cuidados que devemos ter ao manusear a panela de pressão. Este vídeo também encontra-se na plataforma do YouTube e pode ser acessado por meio do link <https://www.youtube.com/watch?v=RxiEyQOwHZ4&t=1s>. Recomenda-se baixar os três vídeos antes e levá-los em um pen drive para conectar ao aparelho de televisão da escola, evitando possíveis falhas devido à falta de conexão com a internet da escola, caso haja. Após assistir aos vídeos propostos, é de suma importância iniciar e incentivar um diálogo com os educandos sobre pontos cruciais mostrados nos vídeos, com possíveis esclarecimentos de eventuais dúvidas dos mesmos.

6º Dia: 8ª Aula

Objetivo: Compreender as fenomenologias físicas ocorridas durante o processo de cozimento dos alimentos na panela de pressão, bem como em uma provável situação de explosão da mesma.

Para essa aula, o professor irá realizar uma aula expositiva, ou da forma que achar mais conveniente ao perfil de sua turma, sobre as fenomenologias ocorridas durante o processo de cozimento dos alimentos na panela de pressão, bem como uma explicação também sobre o fenômeno físico de uma possível explosão da mesma. Os tópicos abordados podem ser desde os processos de transferência (condução e convecção térmica) e transformação de energia (energia térmica em energia mecânica “trabalho” durante a expansão dos vapores que erguem a válvula reguladora de pressão), o aquecimento (calor sensível), transições de fases, como a vaporização “ebulição” da água no interior da panela e condensação do vapor de água na parte inferior da tampa da panela de pressão (calor latente), aumento da pressão interna na panela de pressão e sua relação com o ponto de ebulição da água, dissipação de energia (energia térmica

dos vapores em escape através da válvula reguladora de pressão, em energia sonora), sistema termodinâmico (panela e tudo que há dentro dela é um sistema, o ar envolta dela é o meio externo, as regiões externas adjacentes à panela são as fronteiras desse sistema por onde ocorrem as trocas de energia na forma de calor e trabalho etc.) e a explosão da panela de pressão sendo explicada por meio das Leis de Newton, Princípio da Conservação da Energia Mecânica e Princípio da Conservação do Momento Linear.

7º Dia: 9ª Aula

Objetivo: Compreender como ocorre a explosão da panela de pressão por meio de conhecimentos físicos sistemáticos.

Para essa aula, o professor deverá utilizar os momentos de discussões da aula anterior para propor um diálogo reflexivo com os educandos a respeito da explosão da panela de pressão (Araújo; 2021; Bastos, 1995; Delizoicov; Muenchen, 2013). Além disso, devem ser utilizados os momentos de discussões referentes aos vídeos da 7ª aula sobre a física envolvida no tempo de cozimento dos alimentos na panela de pressão, bem como dos acidentes que eventualmente ocorrem com ela. Propor reflexões abrangentes e críticas embasadas no conhecimento físico estudado na aula anterior. Abaixo tem um roteiro que pode ser utilizado pelo professor para direcionamento das discussões. No entanto, esse questionário pode ser adaptado segundo percepções e necessidades do professor com relação à sua turma.

Roteiro

- 1) Quais são os possíveis danos materiais que a explosão da panela de pressão pode causar?
- 2) Você notou se há algum padrão dos danos causados em acidentes envolvendo a panela de pressão? Se sim, qual é esse padrão?
- 3) Se sua resposta anterior for “sim”, explique cientificamente o porquê desse padrão ocorrer.
- 4) O que faz uma panela de pressão explodir? Faça uma descrição sobre isso, segundo a Física.

8º Dia: 10ª, 11ª e 12ª Aulas

Objetivo: Exercer a prática experimental com a panela de pressão adaptada para entendimento concreto do funcionamento da mesma e das fenomenologias envolvidas em seu funcionamento.

Para a primeira aula deste dia (10ª aula), o professor deverá ser apresentar pessoalmente aos educandos a panela de pressão alvo da pesquisa, já toda adaptada para aferir temperatura e pressão em seu interior (Nunes, 2017), conforme Figura 2 abaixo. No entanto, este momento em particular deverá ser utilizado para que os educandos possam manipular o equipamento gerador (Bastos, 1990; José; Darlon, 2022; Angotti; Bastos; Mion, 2001; Auth *et al.*, 1995; Bazin, 1977a) e conhecer os instrumentos de medidas (manômetro e termômetro) instalados em sua tampa, para que possam discutir a respeito de suas funcionalidades e também sobre a funcionalidade das partes principais da panela de pressão (borracha de vedação, válvula de segurança, válvula de controle de pressão, tampa e corpo da panela de pressão) de forma reflexiva e crítica (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2021; Freire, 1987; Bastos, 1990). Além disso, é fundamental o professor abordar sobre as medidas de segurança para evitar acidentes com a panela de pressão.

Figura 2 – Elementos para confecção da maquete experimental (fotos superiores). Maquete experimental concluída (foto inferior). *Obs.:* Faltaram nas fotos as arruelas que foram no termômetro de rosca.



Fonte: Tiradas pelo Autor (2024).

Concluída essa parte, o professor deverá propor a primeira parte da atividade prática experimental envolvendo a panela de pressão adaptada, que pode ser iniciada ainda na 10ª aula. Esta atividade consiste em estimar teoricamente, por meio de cálculos matemáticos, a pressão interna que a panela adaptada por gerar, bem como o valor de temperatura de ebulição da água que essa pressão pode acarretar em seu interior. Para isso, o professor deverá seguir o roteiro experimental proposto abaixo, imprimindo cópias para cada um dos grupos formados durante a 3ª aula do Primeiro Momento Pedagógico.

Atividade de Estimativa do Ponto de Ebulição da Água no Interior da Panela de Pressão Real

- 1) Use a balança para aferir a massa, m , da válvula reguladora de pressão da panela de pressão. Em seguida converta esse valor, em gramas, para quilogramas. Dado: $1 \text{ kg} = 1.000 \text{ g}$.
- 2) Meça, com a régua, ou paquímetro, o diâmetro interno do orifício de saída de vapor do pino central da tampa da panela de pressão. Em seguida, converta esse valor, obtido em milímetros, para metros, e logo após divida o resultado por 2 para obter o raio, r . Dado: $1 \text{ m} = 1.000 \text{ mm}$.
- 3) Identifique a forma geométrica da área, A , de saída dos vapores no pino central e calcule-a por meio da equação $A = \pi r^2$, de contato entre os vapores e a base da válvula reguladora de pressão. Use $\pi = 3,14$.
- 4) Calcule o peso, P , da válvula reguladora de pressão. Use $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (aceleração da gravidade local). Utilize a expressão matemática: $P = m \times g$.
- 5) Calcule a pressão gerada pelos vapores sobre a válvula reguladora de pressão durante a iminência do escape. Considere a área de contato como sendo igual a área calculada de saída de vapor pelo pino central, calculada no item 3. Utilize a expressão matemática abaixo.

$$p_{vap} = \frac{P}{A}$$

- 6) Some o valor de pressão obtido com o valor da pressão atmosférica local para obter a pressão interna, p , da panela de pressão. Use $p_{atm} = 101.325 \text{ Pa}$ (pressão da atmosfera ao nível do mar, dada em Pascal). Por fim, converta o valor obtido, em Pa , para atm. Para isto, use a relação $1 \text{ atm} = 101.325 \text{ Pa}$;
- 7) Use a equação de Clausius-Clapeyron abaixo para estimar o valor da temperatura de ebulição da água no interior da panela de pressão real. Ao final, converta o valor encontrado para a escala Celsius.

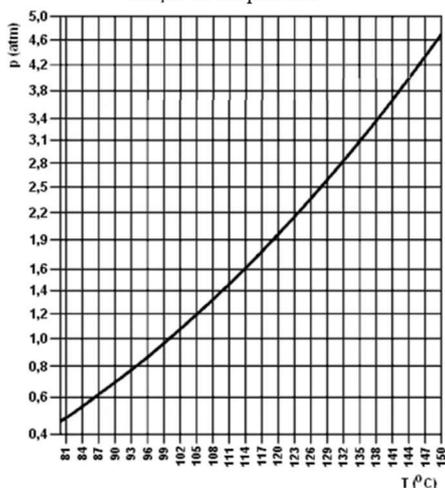
$$\ln\left(\frac{p}{p_0}\right) = -\frac{\Delta h_{vap}}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)$$

Considere os dados abaixo:

- Δh_{VAP} é a entalpia molar de vaporização da água e vale $40.687,92 \text{ J mol}^{-1}$;
- R é a constante universal dos gases ideais e vale $8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$;
- T_0 é a temperatura absoluta de transição de fase da água ao nível do mar: $373,15 \text{ K}$;
- T é a temperatura absoluta de transição de fase final da água dentro da panela de pressão. É essa que será calculada!;
- p_0 é a pressão máxima de vapor da água em ebulição ao nível do mar e vale $1,00 \text{ atm}$;
- p é a pressão máxima de vapor da água em ebulição dentro da panela de pressão e vale o resultado encontrado no passo 6.

8) A partir dos resultados obtidos nos passos 6 e 7, compare o ponto de ebulição da água estimado para dentro da panela de pressão real com a previsão computacional feita pelo prof. Dr. Fernando Lang da Silveira, do *Centro de Referência para o Ensino de Física (CREF)* da *Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)*, por meio do gráfico representado na Figura 1, e com os resultados obtidos computacionalmente pelo Autor (2024) apresentados na tabela representada na Figura 2. Faça a mesma comparação, só que agora com os resultados obtidos pelos instrumentos de medidas (termômetro e manômetro) na tampa da panela de pressão após a realização da experiência.

Figura 1 - Pressão de vapor saturado da água em função da temperatura.



Fonte: Adaptado de Silveira (2020, online).

Figura 2 - Temperatura de ebulição da água em função da pressão de vapor e da altitude.

Altitude (km)	Pressão (atm.)	Temperatura (°C)	Altitude (km)	Pressão (atm.)	Temperatura (°C)
40,87	0,0082	0	1,51	0,8369	95
38,15	0,0113	5	0,00	1,0000	100
35,46	0,0155	10	***	1,1891	105
32,91	0,0209	15	***	1,4077	110
30,45	0,0279	20	***	1,6592	115
28,06	0,0370	25	***	1,9475	120
25,75	0,0485	30	***	2,2767	125
23,53	0,0630	35	***	2,6512	130
21,37	0,0812	40	***	3,0759	135
19,28	0,1038	45	***	3,5558	140
17,25	0,1317	50	***	4,0963	145
15,29	0,1658	55	***	4,7032	150
13,40	0,2073	60	***	5,3827	155
11,54	0,2576	65	***	6,1411	160
9,75	0,3180	70	***	6,9854	165
8,01	0,3902	75	***	7,9226	170
6,31	0,4761	80	***	8,9605	175
4,67	0,5776	85	***	10,1068	180
3,07	0,6971	90	***	11,3698	185

Fonte: Produzido pelo Autor (2024).

Para realização das questões propostas nesse roteiro, é necessário a posse de uma balança de precisão, para aferir a massa da válvula reguladora de pressão da panela de pressão, e de um paquímetro (manual ou digital), para medição do diâmetro interno de saída de vapor do pino central da tampa da panela de pressão, conforme Figura 3 a seguir. Caso não possua um paquímetro, pode-se utilizar uma régua milimetrada. No entanto, a leitura contém uma margem de erro maior. Portanto, é essencial ter muita cautela e atenção durante essas medições.

Figura 3 – Elementos da bancada experimental completa para a realização das práticas experimentais.



Fonte: Tirada pelo Autor (2024).

Vale ressaltar que, o uso da equação de Clausius-Clapeyron não é o foco da aprendizagem, até porque não é um conteúdo de Ensino Médio. No entanto, seu uso, ao menos operacional, é essencial e indispensável para a estimativa da temperatura de ebulição da água no interior da panela de pressão, conhecida a pressão interna da panela, uma vez que lá coexistem duas fases (líquido e gasoso) e, portanto, o uso da equação de Clapeyron, que é vista no Ensino Médio, só serve para um estado único bem definido e não se aplica ao contexto

experimental proposto. Logo, esses cálculos matemáticos servem para ajudar a trabalhar com os educandos dificuldades e potencialidades dos mesmos com relação às abordagens matemáticas dentro da Física. Além disso, a questão 8 desse roteiro proporciona trabalhar com gráficos e tabelas, que são habilidades essenciais da BNCC e cobradas em exames de acesso ao Ensino Superior, como o ENEM.

Após os educandos concluírem em grupo a atividade proposta no roteiro de atividades com auxílio do professor, uma resolução geral coletiva deve ser feita de forma expositiva para toda a classe, utilizando o quadro branco e canetões como recursos didáticos. Durante essa resolução, o professor pode utilizar informações obtidas durante as medições feitas por ele previamente, tanto da massa da válvula, quanto do diâmetro interno do pino de saída de vapor da tampa da panela de pressão. Com isso, o professor pode obter uma estimativa dele para pressão e temperatura da água no interior da panela de pressão e comparar com os resultados obtidos pelos educandos em seus respectivos grupos, promovendo discussões acerca dos erros contidos nos processos de medições, tanto por parte dos instrumentos quanto dos operadores dos mesmos.

9º Dia: 13ª Aula

Objetivo: Realizar simulações computacionais para compreensão visual dos fenômenos físicos envolvidos no funcionamento da panela de pressão, inclusive à explosão.

Esta aula consiste em, por meio do uso do Laboratório de Informática da escola, e com computadores com acesso à internet, simular algumas situações com a panela de pressão para o estudo de conceitos como calor, temperatura, pressão, estados físicos da matéria, transições de fases, influência da pressão no tempo de cozimento dos alimentos e, o que causa a explosão da panela de pressão. Para isso, os grupos deverão se reunir por computador para realizarem coletivamente as atividades propostas no roteiro de atividades.

Essa simulação será feita pelo software livre *PhET Interactive Simulations*¹ e consiste em identificar as variáveis físicas envolvidas e a relação entre elas durante o funcionamento da panela de pressão. É importante ressaltar que o professor deverá levar esse roteiro impresso para cada um dos grupos participantes. Abaixo tem-se o roteiro de atividades proposto:

¹ Universidade do Colorado, Boulder, Estados Unidos da América.

Roteiro de Atividade com Simulação Computacional

PASSO 1: Acesse o site: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/states-of-matter>. Agora, abra o experimento virtual “**States of Matter**” e dentro dele abra a versão “**Phase Changes**”.

PASSO 2: Agora, no canto superior direito, selecione os átomos e moléculas de **ÁGUA** e altere a escala de temperatura do termômetro (localizado na tampa da panela) de K para °C.

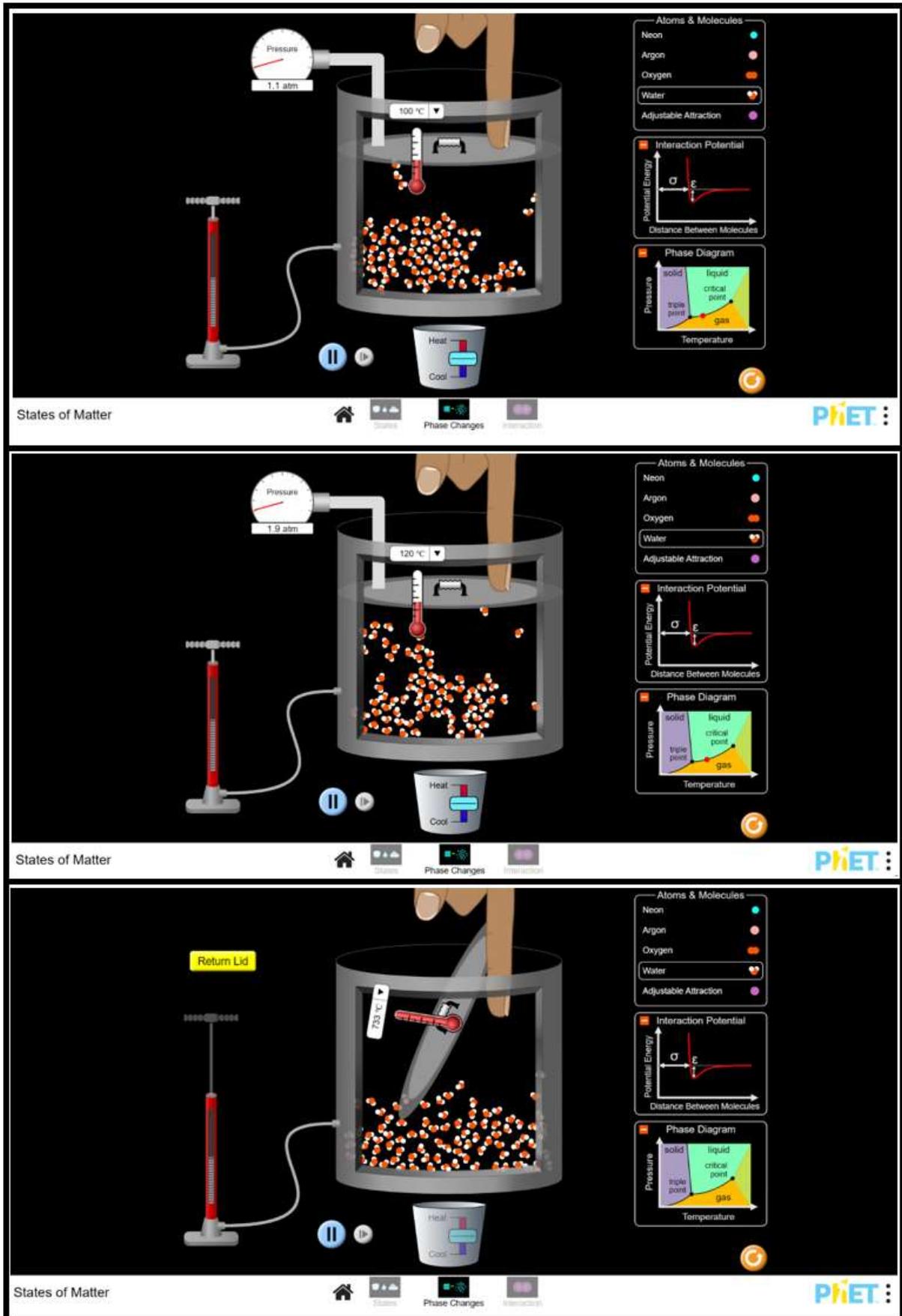
PASSO 3: Manipule o experimento várias vezes e observe atentamente o que acontece para responder as seguintes questões abaixo:

- 1) Identifique quais são as quatro grandezas físicas envolvidas nessa simulação e que possuem relação com o cozimento dos alimentos na panela de pressão real. Conceitue cada uma delas.
- 2) Descreva como o aumento da pressão pode afetar a temperatura e o estado físico de agregação molecular da água. Aumente essa pressão até exceder o limite máximo (aquecendo ou reduzindo o volume) e veja o que ocorre.
- 3) Acesse o site https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter/latest/states-of-matter_all.html, abra “**States**”, selecione a água (“**Water**”), altere a temperatura de K para °C. Clique em cada um dos três estados físicos (“**Solid**”, “**Liquid**”, e “**Gas**”) e descreva um modelo molecular para a água nesses três estados.
- 4) Agora descreva como o aquecimento (“**Heat**”) e o resfriamento (“**Cool**”) alteram o comportamento das moléculas de água.

Essa experiência virtual é fundamental para enriquecer o processo de ensino e aprendizagem dos educandos, sobretudo quanto à visualização de alguns processos de forma didática e simplificada. Além disso, pode-se simular a explosão da panela de pressão e observar quais fatores contribuíram para tal ocorrido, vindo a discutir com os mesmos durante o decurso dessa atividade.

É importante o professor nortear os educandos para que percebam as grandezas físicas que se relacionam no experimento e façam uma analogia com o funcionamento real de uma panela de pressão durante o cozimento dos alimentos. A Figura 4 abaixo ilustra uma parte do que pode ser feita segundo o roteiro proposto (questão 3).

Figura 4 – Simulação computacional sobre o funcionamento da panela de pressão e sua eventual explosão.



Fonte: University of Colorado Boulder (© 2002 - 2023, online).

10º Dia: 14ª, 15ª e 16ª Aulas

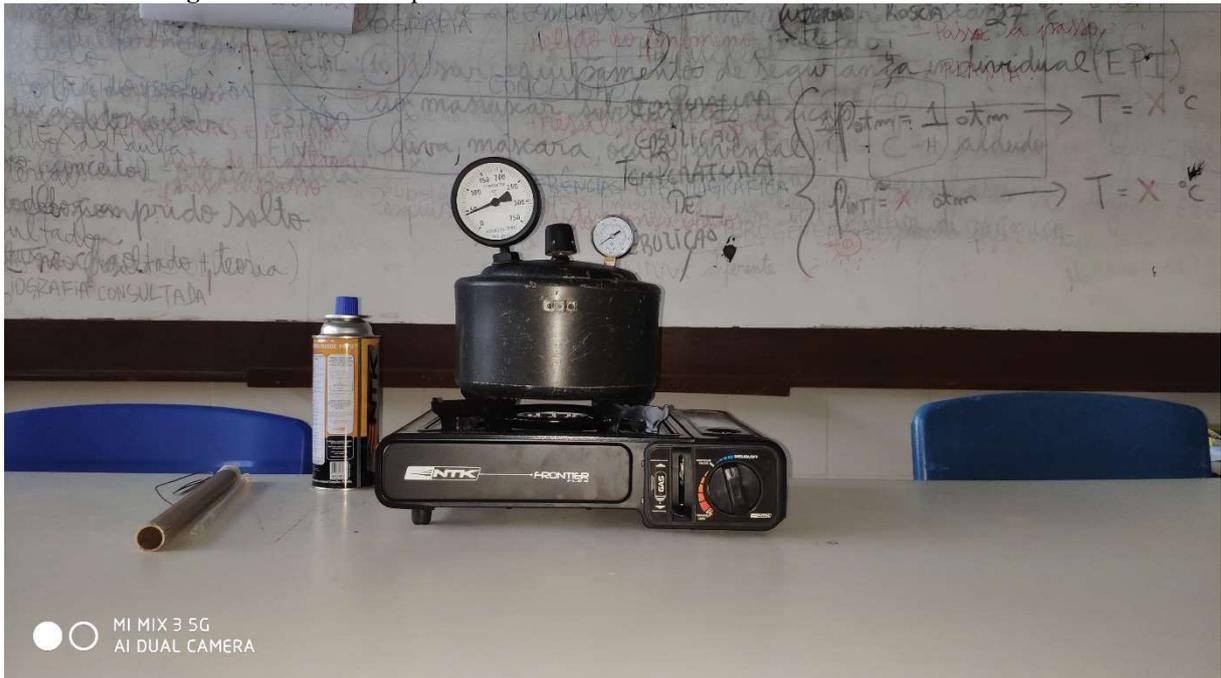
Objetivo: Promover a aprendizagem por meio da prática experimental dialógica.

Para este dia, sugere-se ao professor dividir as aulas em dois momentos: um para a realização da aula prática experimental com a panela de pressão real adaptada para aferir temperatura e pressão e seu interior, e o outro para uma aula teórica a respeito do movimento rotacional da válvula reguladora de pressão durante o funcionamento da panela de pressão real.

Para o primeiro deles, o professor poderá levar os educandos a um laboratório de Física ou Ciências, caso tenha na escola, ou mesmo alguma área externa dentro dos limites da escola, como quadras, campos abertos etc. No entanto, se a escola não disponibilizar de tais espaços, o mesmo pode realizar a prática experimental da própria sala de aula (exceto bibliotecas, por conter muitos materiais inflamáveis próximos, como papel). Esse é um momento crucial para o professor explicar na prática todos (ou boa parte) dos conceitos e fenômenos físicos presentes desde o momento em que a chama do fogão é ligada sob a panela com água em seu interior, até o momento em que a válvula reguladora da mesma começa a funcionar, liberando o excesso de vapor. Além disso, é importante comentar sempre que possível sobre as medidas preventivas necessárias a um manuseio responsável e seguro da panela de pressão que as pessoas devem adotar antes, durante e após o preparo dos alimentos.

Abaixo segue uma imagem (Figura 5) contendo a foto da bancada experimental pronta para dar início às atividades práticas-experimentais da SD. Essa atividade é crucial para os educandos verem na prática que o aumento da pressão gerado pelo peso da válvula reguladora de pressão faz com que a temperatura de ebulição da água em seu interior aumente. Com isso, os educandos evidenciam que a água começa a “ferver” a uma temperatura acima dos 100 °C (nível do mar), permitindo que mais energia térmica na forma de calor seja transferida para os alimentos imersos nela, proporcionando uma maior celeridade no cozimento dos mesmos. Além disso, o professor pode comentar a respeito da tensão superficial da água, que é rompida quando os vapores atingem energia cinética suficiente para vencer as ligações eletromagnéticas que ocorrem com as moléculas de água na superfície da mesma, escapando na forma gasosa (ebulição).

Figura 5 – Bancada experimental montada momentos antes de iniciar as atividades.



Fonte: Tirada pelo Autor (2024).

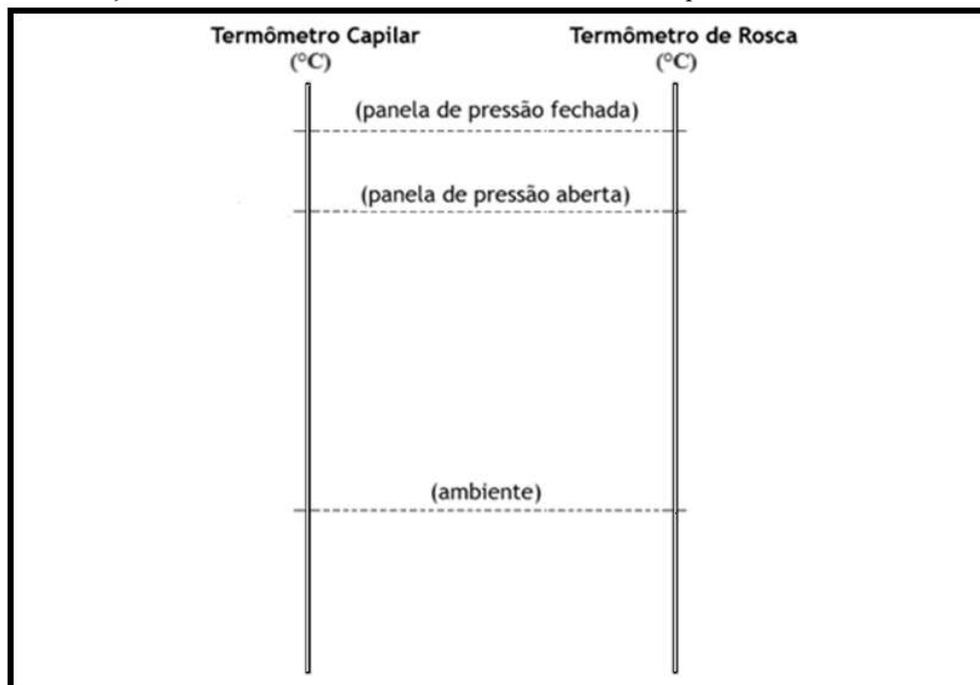
Como pode-se notar na figura acima, é necessário que o professor tenha um fogão portátil (desses de pesca ou acampamento) de fácil transporte para levar ao local escolhido para realização da aula prática experimental. Além disso, faz-se necessário ter um fornecimento de gás de cozinha, que, neste caso, é um refil que é instalado dentro do compartimento de abastecimento desse fogão. Um termômetro capilar (de álcool ou mercúrio) próprio para laboratórios e experiências, é necessário para a realização completa das atividades propostas no roteiro dessa aula. Abaixo tem-se o roteiro da aula e da atividade prática experimental.

Atividade de Estimativa da Temperatura de Ebulição da Água na Panela de Pressão a Partir da Relação Termométrica entre as Escalas dos Termômetros Capilar e de Rosca

- 1) Deixe os termômetros de rosca (na tampa da panela) e o capilar de vidro em contato com a água (antes de ligar o fogo) durante uns 02 a 03 minutos, para que os mesmos entrem em equilíbrio térmico com a mesma no interior da panela. Em seguida, anote os valores indicados por cada um dos termômetros para a temperatura ambiente da água.
- 2) Retire os termômetros da água e acenda o fogo. Espere a água ferver com a panela aberta (sem tampa). Agora use o termômetro capilar de vidro (álcool) para aferir a temperatura de ebulição da água na panela de pressão. Registre o valor indicado.

- 3) Retire o termômetro capilar e coloque a tampa na panela, bem encaixada e tensionada, porém sem a válvula reguladora de pressão, e espere até que a temperatura de ebulição da água seja indicada pelo termômetro de rosca (ferro). Registre o seu valor.
- 4) Coloque de volta a válvula reguladora de pressão na tampa da panela e espere até que ela comece a chiar enquanto solta o excesso de vapor. Registre o valor de temperatura indicado pelo termômetro de rosca.
- 5) Agora, no diagrama da Figura 1 abaixo, represente os valores encontrados para cada situação acima e obtenha uma relação termométrica entre as escalas dos dois termômetros. Em seguida, estime o valor da temperatura de ebulição da água quando a panela de pressão está fechada e a válvula reguladora aberta que seria registrado pelo termômetro capilar de álcool. Anote este valor também no esquema abaixo.

Figura 1 - Relação termométrica entre as escalas dos termômetros capilar de álcool e de rosca em ferro.



Fonte: Produzido pelo Autor (2024) no Paint do Windows.

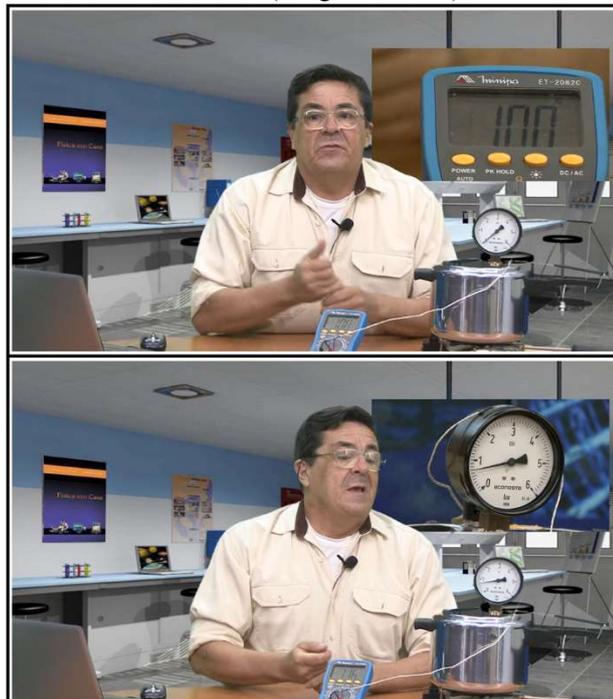
Já o segundo momento deste dia pode ser direcionado a uma aula expositiva sobre a explosão da panela de pressão e o movimento rotacional da válvula reguladora da mesma e sua relação com o torque gerado sobre ela devido às saídas dos vapores, por meio de análises feitas através das lentes teóricas do Princípio da Conservação do Momento Linear (explosão da panela de pressão, com a tampa da panela e o corpo da panela seguindo na direção vertical e em sentidos opostos) e do Princípio da Conservação do Momento Angular (rotação da válvula aproximadamente constante).

11º Dia: 17ª Aula

Objetivo: Compreender que o conhecimento científico não é perfeitamente exato e acabado, mas sim uma construção humana passível de erros e revisões.

Para essa aula, o professor poderá utilizar o vídeo *Como Funciona: A Panela de Pressão*. É um vídeo muito interessante que consiste basicamente numa experiência com a panela de pressão real que faz aferição de pressão e temperatura em tempo real (Figura 6). Este aparato experimental é apresentado pelo professor Dr. Luíz Antônio de Oliveira Nunes, do Instituto de Física da USP de São Carlos, e encontra-se disponibilizado na playlist de seu canal no Oficiêcia na plataforma YouTube. O link de acesso é: <https://www.youtube.com/watch?v=MQUzdOh8JHc>. Este vídeo possui duração de 17 minutos e 11 segundos e descreve exatamente a experiência proposta na Figura 5. Tal vídeo será fundamental para que os educandos possam perceber a relação em tempo real que existe entre pressão e temperatura de ebulição da água e como isso afeta o tempo de cozimento dos alimentos. O mesmo servirá de comparativo para que os educandos possam identificar similaridades e diferenças entre as duas experiências: a realizada na escola e a realizada pelo professor Nunes (2017).

Figura 6 – Momentos de fervuras da água a pressão ambiente (imagem superior) e a pressão superior à pressão ambiente (imagem inferior).



Fonte: Capturas de tela de trechos do vídeo de Nunes (2017).

Abaixo tem o roteiro que pode ser utilizado para realização da atividade logo após os educandos assistirem ao vídeo proposto.

Atividade sobre as Experiências com a Panela de Pressão

Com base no vídeo “*Como Funciona: A Panela de Pressão*” do prof. Dr. Luíz Antônio de Oliveira Nunes, do IFUSP de São Carlos, e com a experiência feita no Laboratório de Ciências na aula anterior, utilizando a panela de pressão adaptada, respondam coletivamente as seguintes questões abaixo.

- 1) Qual foi o objetivo (finalidade) de cada uma das experiências realizadas? Esses objetivos foram comuns?
- 2) O que foi feito em cada uma das experiências realizadas para que as mesmas consolidassem seus objetivos?
- 3) No vídeo fica evidente que a temperatura de ebulição da água ficou entre 115 °C e 116 °C, devido a uma pressão interna de aproximadamente 1,68 bar (manômetro), quando a panela de pressão estava hermeticamente fechada e com válvula reguladora devidamente instalada e em pleno funcionamento. No entanto, a mesma situação na experiência feita no Laboratório de Ciências na aula anterior registrou um valor de temperatura de ebulição da água que ficou entre 100 °C e 102 °C, para o mesmo valor de pressão interna de 1,68 bar. Por que os valores de temperaturas registrados pelos termômetros nas duas experiências deram DIFERENTES para a água, sendo que Caravelas está aproximadamente no nível do mar e o valor de temperatura de ebulição da água deveria ser bem próximo de 120 °C e o de pressão interna deveria ser bem próximo de 2,00 bar, ao invés de 1,68 bar? Esta situação afetou o alcance do objetivo durante a experiência realizada no Laboratório de Ciências?

Os elementos da questão 3 destacados em vermelho podem ser substituídos pelo professor aplicador segundo a localidade onde é realizada a experiência, bem como os dados referentes às medições de temperatura e pressão obtidas nessa localidade.

3º Momento Pedagógico: Aplicação do Conhecimento

12º Dia: 18ª Aula

Objetivo: Refletir de forma abrangente e crítica a respeito das novas percepções de mundo com base nos conhecimentos físicos recém construídos.

A atividade proposta para este dia consiste em o professor exibir um vídeo de propaganda muito recorrente nas redes sociais, como YouTube e Instagram, que trata de um anúncio de uma suposta “panela de pressão de pedra” que pode ser aberta a qualquer momento durante o cozimento dos alimentos sem que haja riscos de explosão.

O vídeo intitulado “Panela de Pressão de Pedra sabão funciona?” a ser utilizado pode ser acessado por meio do link <https://www.youtube.com/watch?v=dc5COLv3pNg&t=7s>. Esse vídeo tem duração de 02 minutos e 11 segundos e encontra-se disponível um canal do YouTube. Nele, uma pessoa do sexo feminino apresenta uma suposta panela de pressão feita de pedra sabão, “evidenciando” alguns “benefícios” da utilização da mesma durante o preparo dos alimentos, como, por exemplo, a informação de que a panela de pressão de pedra não contém borracha de vedação e pode ser aberta a qualquer momento sem esforço durante o cozimento dos alimentos, sem que haja risco de explosão da mesma. Ela também argumenta que a “válvula” reguladora de pressão não precisa ser higienizada, pois a mesma não explode igual uma panela de pressão convencional verdadeira.

O objetivo de tal atividade é de que os educandos, ao assistirem o vídeo proposto, possam identificar alguma falha no marketing dessa panela a partir dos conhecimentos físicos construídos ao longo das aulas anteriores, nos dois primeiros momentos pedagógicos. A partir daí, uma discussão crítica e reflexiva deve ser iniciada em sala de aula com os mesmos com o intuito primário de aguçar seus sentidos críticos para que utilizem as competências e habilidades desenvolvidas de modo a tentar verificar a credibilidade da propaganda com base no que é falado nela.

Abaixo tem-se um roteiro com questões que podem ser lançadas aos educandos para que os mesmos reflitam sobre a situação expostas e, colaborativamente, discutam entre si e com o professor sobre o teor da propaganda, com base em argumentos físicos e matemáticos. As quatro primeiras questões podem ser discutidas a partir de um diálogo que pode ser gravado com o celular ou mesmo anotações em diário de bordo de pontos relevantes das falas dos educandos. Já a última questão deve ser abordada ativamente pelos educandos por meio de uma resolução matemática escrita conjunta.

Atividade de Análise da Propaganda Sobre a “Panela de Pressão de Pedra”

- 1) Após assistir ao vídeo sobre o marketing da “panela de pressão de pedra”, qual sua análise sobre?
- 2) Havendo condições e interesse pessoal, você compraria essa “panela de pressão de pedra” da propagando do vídeo (ver Figura 1)? Justifique sua resposta!
- 3) O que você acha desse tipo de propaganda? Você acha que a Ciência pode evitar Fake News?
- 4) Como você explicaria cientificamente para uma pessoa leiga que acreditasse realmente nessa propaganda e quisesse muito comprar essa “panela de pressão de pedra” achando que realmente é uma panela de pressão, que essa propaganda é enganosa pois e que a panela não passa de uma panela de pedra comum?
- 5) De acordo com um comerciante desse tipo de panela no Mercado Livre, o diâmetro interno da tampa da mesma é de aproximadamente 22 cm, conforme Figura 1. Utilize argumentos matemáticos para comprovar cientificamente a fraude que é esse tipo de propaganda. Para isto, calcule a massa, em kg, que a tampa dessa panela deve ter para que a pressão interna seja de 2,00 atm, o que resultaria numa temperatura de cozimento de 120 °C igual as panelas de pressão verdadeiras. Use: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, $\pi = 3,14$ e $p_{atm} = 1,00 \text{ atm} = 101.325 \text{ Pa}$. Diga se há algum sentido lógico o resultado obtido. Utilize a equação:

$$p_{int} = p_{atm} + \frac{m g}{\pi r^2}$$

Figura 1 – “Panela de pressão” feita de pedra sabão, com venda anunciada no Mercado Livre.

The image shows a screenshot of a Mercado Livre product page. The product is titled 'Panela Pressão Pedra Sabão' and is described as having a capacity of 4000 ml and a weight of 8 kg. The dimensions are listed as a height of 13 cm and an inner diameter of 22 cm. The price is shown as R\$ 332 with a 10% discount, and it is available for purchase. The page also includes navigation links, a search bar, and a shopping cart icon.

Fonte: Mercado Livre (© 1999 - 2023, online).

Por meio da realização desta atividade os educandos podem perceber que esses comerciais nas redes sociais convencem muitas pessoas sem os conhecimentos científicos

básicos para o discernimento da veracidade da informação transmitida, que que, por serem leigas quanto aos conceitos e fenômenos físicos acabam caindo em golpes, pagando caro (cerca de R\$ 350,00) por uma unidade de tamanho mediano. O conhecimento salva, liberta e permite-nos tomarmos melhores decisões na vida! E os educandos podem perceber isso durante a aplicação de seus conhecimentos físicos recém construídos.

13º Dia: 19ª e 20ª Aulas

Objetivo: Promover um momento de reflexão crítica de leitura e escrita de mundo por meio da interdisciplinaridade com a área do conhecimento de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, com base nos resultados obtidos na aula anterior.

Durante essas duas aulas, o professor pode proporcionar um momento interdisciplinar aos educandos com a Arte, Literatura ou Língua Portuguesa, por meio da realização de uma atividade muito interessante, proposta pelo professor em sala de aula, que pode ser finalizada na mesma ou em casa, trazendo em um prazo estipulado pelo professor, em caso dessas duas aulas não der tempo para finalização em sala. Essa atividade deu muito certo na aplicação da SD proposta pelo Autor (2024), obtendo-se alguns resultados muito interessantes.

Tal atividade consiste em cada um dos grupos de estudos colaborativos **criar uma arte gráfica sátira**, com desenhos e textos, que pode ser uma **charge** (desenho único com textos), um **meme** ou uma **tirinha** (pequeno trecho de uma história em quadrinhos, entre 3 e 4 quadrinhos), a respeito da conclusão que os mesmos tiveram sobre a propaganda da panela de “pressão” de pedra.

Nesse momento, cabe ao professor dialogar com os mesmos, explicando o objetivo da atividade, e dando-lhes liberdade criativa e poética para a execução da mesma, além de poder criar a arte gráfica de forma real, feita à mão em papel, ou digital por meio de programas computacionais, com desenhos simplistas ou mais sofisticados, para aqueles que possuem mais habilidades com desenhos feitos à mão. Essa foi uma das atividades que, de modo geral, eles mais gostaram de realizar durante a aplicação da SD pelo Autor (2024).

14º Dia: 21ª Aula

Objetivo: Identificar os conhecimentos físicos aprendidos e não aprendidos pelos educandos por meio do contexto do uso da panela de pressão no cozimento dos alimentos.

Para essa aula, os educandos, divididos em seus respectivos grupos, devem realizar uma atividade teórica que engloba os principais conceitos e fenômenos físicos trabalhados ao longo de toda a SD. Trata-se de uma atividade muito conceitual cujo objetivo é obter resultados que apontem falhas e êxitos na aprendizagem dos educandos com relação à Física estudada durante os momentos anteriores. Abaixo tem-se a atividade com as questões propostas e que deve ser impressas para que cada grupo a realize coletivamente.

Atividade Geral

- 1) O que ocorre com a água, em termos de temperatura, vaporização e quantidade dentro da panela, após a mesma começar a “ferver”, se aumentarmos a intensidade da chama do fogão? Comente também como isso pode contribuir no final do mês para a economia de dinheiro.
- 2) Por que a panela de pressão leva um certo tempo para “pegar pressão”? E como essa pressão afeta o tempo de cozimento dos alimentos?
- 3) Quais são as principais grandezas físicas “responsáveis” pelo cozimento dos alimentos? Descreva algumas das reações químicas que ocorrem durante esse processo.
- 4) Considerando o cozimento dos alimentos na panela de pressão, descreva em palavras escritas ou por meio de desenhos esquemáticos, quem é considerado o sistema (e de que tipo), quem é o universo, quem é o meio externo, quem é a fronteira, quem é a fonte de calor e quem é a vizinhança.
- 5) É muito comum, durante o funcionamento da panela de pressão no preparo dos alimentos, a válvula reguladora de pressão girar enquanto escapa vapor por ela. Além disto, nota-se também o seu chiado característico sempre presente após a panela “pegar pressão”. Comente sobre isso de acordo com os conceitos e fenômenos físicos estudados.

15º Dia: 22ª Aula

Objetivo: Identificar os conhecimentos físicos aprendidos e não aprendidos pelos educandos por meio do contexto do uso da panela de pressão no cozimento dos alimentos.

Para esta aula, o professor deve propor aos educandos realizarem uma atividade teórica associada à leitura e escrita de mundo com base no fenômeno físico eventual da explosão da panela de pressão, além de conceitos e fenômenos físicos voltados para a compreensão do cozimento dos alimentos dentro da panela de pressão, como transferências e transformações de

energias envolvidas, as transições de fases presentes e a relação entre a pressão interna e a temperatura de ebulição da água com o tempo de cozimento dos alimentos. Abaixo segue as duas atividades propostas.

Atividade Sobre a Explosão da Panela de Pressão

1) Analise as imagens na tirinha abaixo e escreva sua interpretação física e preventiva associada à situação exposta. Evidencie conceitos e fenômenos físicos, bem como as leis que os regem.

Figura 1 – Quadrinho associando a panela de pressão com uma plataforma de lançamento de foguetes.

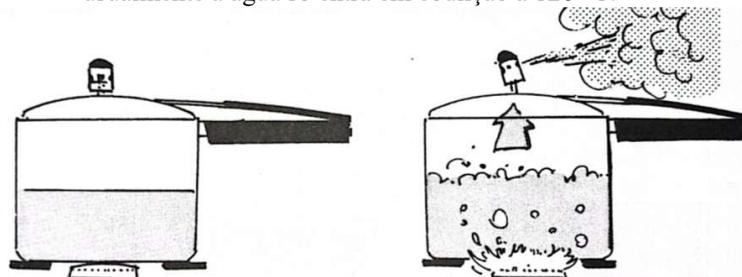


Fonte: Montini (2022, p. 14).

Atividade Sobre a Física Envolvida no Cozimento dos Alimentos na Panela de Pressão

1) Analise a imagem abaixo e descreva fisicamente, de acordo com seu entendimento, os processos de transferência e transformação de energia presentes na situação ilustrada, as transições de fases ocorridas e a relação entre a pressão interna e a temperatura de ebulição da água com o tempo de cozimento dos alimentos.

Figura 1 – Panela de pressão antes (à esquerda) e depois (à direita) de “pegar” pressão. Na panela de pressão, usualmente a água só entra em ebulição a 120 °C.



Fonte: Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (2015, P. 47).

Essas atividades devem ser impressas pelo professor e disponibilizadas aos grupos participantes para que os educandos, colaborativamente, reflitam e discutam a respeito da Física envolvida em ambas as situações. As respostas podem ser obtidas por meio de diálogo com o professor, com os áudios gravados, anotadas em diários de bordo ou mesmo escrita na folha de respostas.

16º Dia: 23ª Aula

Objetivo: Verificar a evolução das aprendizagens dos educandos com relação aos conceitos e fenômenos físicos envolvidos no cozimento dos alimentos com a panela de pressão por meio de uma avaliação teórica preparatória para os exames vestibulares.

Nessa aula o professor deve esclarecer aos educandos que os mesmos façam uma avaliação individual (avaliação somativa) com questões objetivas de vestibulares e ENEM que abordam os fenômenos físicos associados ao uso da panela de pressão durante o preparo dos alimentos. Além disso, caso seja política da escola em que o professor atua e aplica a SD proposta, preparar os educandos para os exames de acesso ao Ensino Superior, essa atividade é crucial para que o professor possa ter uma noção da evolução da aprendizagem dos educandos frente aos exames tradicionais teóricos. Abaixo segue o modelo de teste que deve ser impresso pelo professor e disponibilizado aos educandos no dia da avaliação. A Tabela 1 logo a seguir contém o gabarito das questões propostas para posterior conferência das respostas dos educandos.

Atividade Individual com Questões de Vestibular: cada questão vale 1,25 ponto

1) (FUVEST - SP 2014 1ª Fase) Para impedir que a pressão interna de uma panela de pressão ultrapasse um certo valor, em sua tampa há um dispositivo formado por um pino acoplado a um tubo cilíndrico, como esquematizado na figura ao lado. Enquanto a força resultante sobre o pino for dirigida para baixo, a panela está perfeitamente vedada. Considere o diâmetro interno do tubo cilíndrico igual a 4 mm e a massa do pino igual a 48 g. Na situação em que apenas a força gravitacional, a pressão atmosférica e a exercida pelos gases na panela atuam no pino, a pressão absoluta máxima no interior da panela é



Note e adote:
 $\pi = 3$
 $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ N/m}^2$
 Aceleração local da gravidade = 10 m/s^2

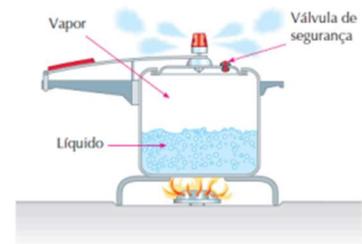
- a) 1,1 atm.
- b) 1,2 atm.

- c) 1,4 atm.
- d) 1,8 atm.
- e) 2,2 atm.

2) (ENEM 2020) As panelas de pressão reduzem o tempo de cozimento dos alimentos por elevar a temperatura de ebulição da água. Os usuários conhecedores do utensílio normalmente abaixam a intensidade do fogo em panelas de pressão após estas iniciarem a saída de vapores. Ao abaixar o fogo, reduz-se a chama pois assim evita-se o

- a) Aumento da pressão interna e os riscos de explosão.
- b) Dilatação da panela e desconexão com sua tampa.
- c) Perda da qualidade nutritiva do alimento.
- d) Deformação da borracha de vedação.
- e) Consumo de gás desnecessário.

3) (ENEM 1999) A panela de pressão permite que os alimentos sejam cozidos em água muito mais rapidamente do que em panelas convencionais. Sua tampa possui uma borracha de vedação que não deixa o vapor escapar, a não ser através de um orifício central sobre o qual assenta um peso que controla a pressão. Quando em uso, desenvolve-se uma pressão elevada no seu interior. Para a sua operação segura, é necessário observar a limpeza do orifício central e a existência de uma válvula de segurança, normalmente situada na tampa. O esquema da panela de pressão e um diagrama de fase da água são apresentados abaixo. A vantagem do uso de panela de pressão é a rapidez para o cozimento de alimentos e isto se deve



- a) à pressão no seu interior, que é igual à pressão externa.
- b) à temperatura de seu interior, que está acima da temperatura de ebulição da água no local.
- c) à quantidade de calor adicional que é transferida à panela.
- d) à quantidade de vapor que está sendo liberada pela válvula.
- e) à espessura da sua parede, que é maior que a das panelas comuns.

4) (UEPG - GO) A respeito do funcionamento da panela de pressão, dê o somatório das proposições corretas.

- (01) De acordo com a lei dos gases, as variáveis envolvidas no processo são pressão, volume e temperatura.
- (02) O aumento da pressão no interior da panela afeta o ponto de ebulição da água.
- (04) A quantidade de calor doado ao sistema deve ser constante, para evitar que a panela venha a explodir.
- (08) O tempo de cozimento dos alimentos dentro de uma panela de pressão é menor porque eles ficam submetidos a temperaturas superiores a 100 °C.

Somatório: _____

5) (UNICENTRO 2008) A panela de pressão, inventada em 1861, vem sendo aprimorada graças aos esforços de quem procura entender certos fenômenos científicos para cozinhar.

Considerando-se o funcionamento de uma panela de pressão, analise as proposições, marcando V para as verdadeiras e F, para as falsas.

- () A água no interior de uma panela de pressão evapora a uma temperatura abaixo de 100 °C.
- () O vapor começa a escapar da panela quando a pressão interna se torna maior do que a soma da pressão atmosférica mais a pressão exercida pelo pino da tampa.
- () A temperatura de ebulição da água, no interior de uma panela, a pressão de 2,0 atm, aumenta quando é fornecida uma quantidade maior de calor para a panela.

A alternativa que indica a sequência correta, de cima para baixo, é a

- a) F F V
- b) F V V
- c) V F F
- d) V V F
- e) F V F

6) (IFBA 2012) A panela de pressão é um instrumento muito importante para a redução do tempo de cozimento dos alimentos, principalmente em locais como La Paz. Estas panelas funcionam da seguinte forma:

- a) Aumentam a pressão do vapor na superfície do líquido, aumentando a temperatura de ebulição.
- b) Aumentam a pressão do vapor na superfície do líquido, reduzindo a temperatura de ebulição do líquido.
- d) Diminuem a pressão do vapor na superfície do líquido, aumentando a temperatura de ebulição.
- d) Diminuem a pressão do vapor na superfície do líquido, reduzindo a temperatura de ebulição do líquido.
- e) Facilitam o escapamento do vapor que está no interior da panela, facilitando o cozimento.

7) (OBF 2018) Uma panela de pressão, daquelas que sua mãe usa para cozinhar mais rapidamente o feijão nosso de cada dia, apresenta essa enorme vantagem sobre uma panela comum aberta, devido ao fato

- a) do ponto de ebulição da água que envolve o feijão, na panela de pressão, ser superior a 100°C;
- b) das paredes da panela de pressão ser espessa, conservando, por muito tempo, o calor em seu interior;
- c) da temperatura de ebulição dos líquidos no interior da panela de pressão ser reduzida;
- d) do aumento da temperatura reduzir a pressão no interior da panela de pressão, facilitando a expansão dos alimentos;
- e) da pressão comprimir os alimentos, facilitando o cozimento.

8) As panelas de pressão são muito utilizadas na cozinha, pois diminuem o tempo de cozimento dos alimentos. Marque V quando verdadeiro e F quando falso nas seguintes observações sobre o sistema:

- () A temperatura de ebulição da água é menor que 100 °C, por isso atinge mais rápido o cozimento.

- () A pressão de vapor da água com sal e demais temperos é menor que a pressão de vapor da água pura, por isso sua temperatura de ebulição aumenta.
- () O alimento só irá cozinhar quando a água atingir o ponto de ebulição.
- () A válvula de pressão é a responsável por controlar a pressão no interior da panela.
- () Em qualquer altitude, a água pura no interior da panela terá a mesma temperatura de ebulição.
- () A panela explode por conta do entupimento da válvula reguladora e do não funcionamento da válvula de segurança. Isso faz sua pressão aumentar de forma exponencial até que a energia interna seja suficiente para romper a tampa da panela.
- () Durante a explosão da panela de pressão, a quantidade de movimento linear total do sistema (tampa + corpo da panela) é conservada, fazendo com que essas partes sejam aceleradas em direções opostas ao longo do eixo vertical. Isso também é explicado pelas Leis de Newton.
- () Só é possível ouvirmos o som característico (chiado) da panela de pressão graças à dissipação da energia dos vapores expelidos pela válvula de controle com o ar atmosférico ao redor.

A sequência correta para as observações acima é:

- a) F, V, F, V, F, V, V, V
- b) F, V, F, F, F, V, F, V
- c) V, V, F, V, V, F, V, V
- d) V, F, V, F, F, V, F, V
- e) F, F, F, V, V, V, F, V

Tabela 1 – Gabarito da avaliação individual com questões de vestibulares, ENEM e OBF.

Questão:	1	2	3	4	5	6	7	8
Resposta:	C	E	B	11	E	A	A	A

Fonte: Produzido pelo Autor (2024).

17º Dia: 24ª Aula

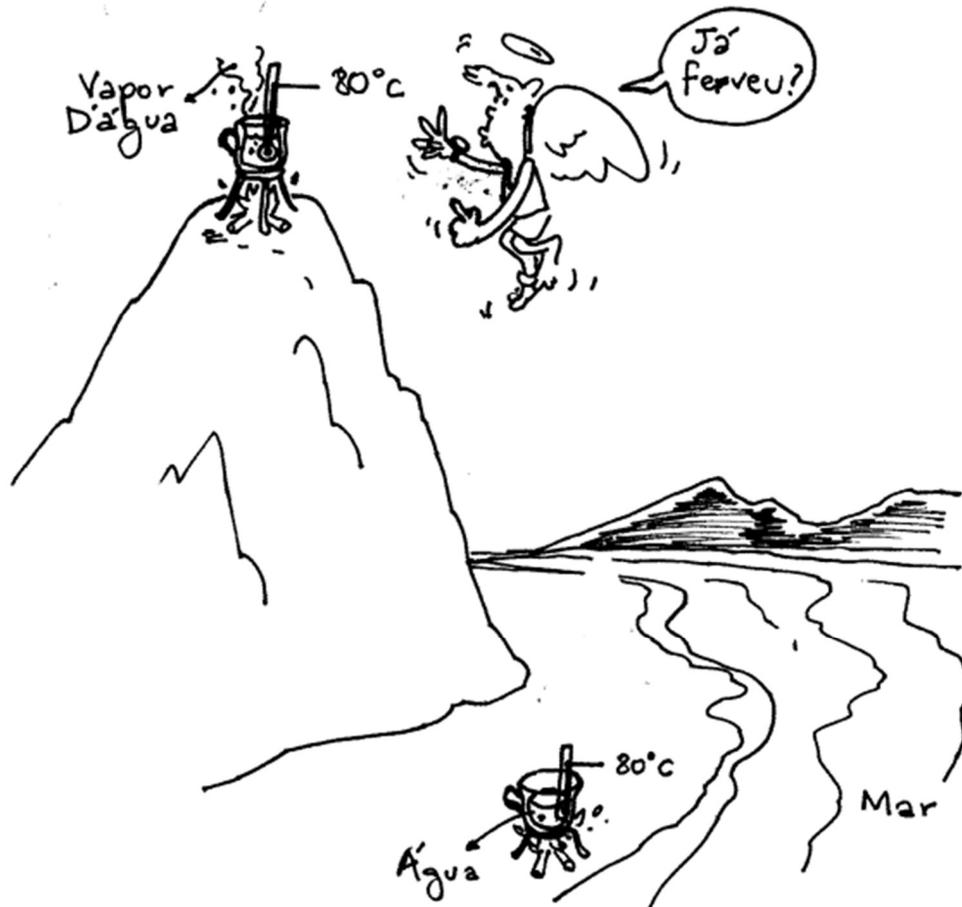
Objetivo: Avaliar a argumentação discursiva e coletiva dos educandos sobre os conhecimentos físicos aprendidos ao longo da SD.

Para essa aula, o professor deve propor aos educandos realizarem uma avaliação final em grupos. Essa avaliação consiste em fornecer uma imagem para que os mesmos, coletivamente, possam fazer a leitura minuciosa da mesma e interpretá-la, escrevendo com palavras próprias o entendimento de tal imagem, baseado em conceitos e fenômenos físicos construídos ao longo da SD. Trata-se de uma atividade avaliativa discursiva extremamente interessante para se utilizar com os educandos, pois vai além da mera resolução de exercícios teóricos matemáticos. Além disso, essa avaliação tem caráter qualitativo e somativo. Ou seja, deve valer nota. Abaixo tem-se a atividade avaliativa que deve ser impressa pelo professor e entregue aos grupos participantes.

Atividade com Questão Discursiva: valor 10,0 pontos

1) Faça uma leitura da imagem da Figura 1 abaixo e disserte criticamente, de forma científica, sobre as informações que podem ser obtidas pela ilustração.

Figura 1 – Mudanças sob pressão.



Fonte: Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (2006, p. 61).

RESPOSTA ESPERADA: “Na figura apresentada podemos observar duas situações distintas em uma mesma imagem. A paisagem consiste basicamente do topo de uma montanha alta e a beira da praia. Em cada uma dessas localizações, encontra-se um caldeirão com água que está sobre o fogo, com cada um deles tendo um termômetro que registra as respectivas temperaturas em cada uma das situações, que no caso ilustrado, correspondem a 80°C . No entanto, na situação do topo da montanha, percebe-se que há vapor escapando, indicando que a água ali estava fervendo, causando espanto do homem alado que achou que a água só iria ferver a 100°C . Em contrapartida, na situação à beira mar, a água ainda não se encontra fervendo, indicando que a mesma ainda não iniciou o processo de mudança da fase líquida para a gasosa (ebulição). Isso

é devido à pressão atmosférica em cada uma dessas localidades. Em locais mais elevados, em relação ao nível do mar, existe uma menor quantidade de ar, exercendo menos peso sobre a superfície da água no caldeirão e, conseqüentemente, gerando uma menor pressão atmosférica sobre ela. Isso faz com que as moléculas de água necessitem de menos energia térmica, fornecida pela chama da fogueira, para conseguirem vencer a tensão superficial da água e escaparem na forma de vapor, ao contrário da situação à beira mar, em que está alinhada com o nível do mar e, a este nível, existe mais ar acima exercendo mais peso sobre a superfície da água do caldeirão de baixo, que conseqüentemente gera uma maior pressão atmosférica sobre ela e que influencia o ponto de ebulição da água, fazendo-a ferver a 100 °C. Ou seja, na altitude do nível do mar, as moléculas de água precisam de mais energia térmica, fornecida na forma de calor, para conseguirem vencer a tensão superficial da água, por conta da pressão atmosférica sobre esta película de água dificultar mais o escape dessas moléculas na forma e vapor. Portanto, como a temperatura é uma grandeza física diretamente associada à energia interna do sistema, quanto maior for a indicação da temperatura, maior será a energia térmica que foi fornecida ao sistema na forma de calor” (O Autor, 2024).

18º Dia: 25 e 26ª Aulas

Objetivos:

- Avaliar a evolução das aprendizagens dos educandos;
- Obter feedbacks pedagógicos dos educandos e refletir sobre os mesmos.

Essas aulas serão destinadas para a construção de um mapa conceitual coletivo a respeito do uso da panela de pressão no cozimento dos alimentos e das fenomenologias ocorridas nesse processo. Esse mapa deve ser construído pelo professor, com auxílio dos educandos da turma, por meio da dialogicidade (Deizoicov; Muenchen, 2013; Mion, 1996; Delizoicov; 1982; Freire, 1987; 2021; Solino; Gehlem, 2015). O mapa conceitual é um instrumento avaliativo precioso para consolidar os conhecimentos físicos construídos por parte dos educandos ao longo da SD (Moreira, 2010). Por meio dele, o professor vai percebendo os avanços obtidos nas aprendizagens de uma forma menos tradicional, como exames teóricos escritos.

Por fim, o professor pode utilizar algum espaço nos momentos finais da última aula, caso houver, para obter alguns feedback pedagógicos dos educandos sobre a SD e avaliação dos mesmos sobre ela, atribuindo uma nota de 0,0 a 10,0 para a SD, em que os educandos

possam comentar quais atividades mais gostaram, quais menos gostaram, se gostariam de ver algum tipo de atividade específica nas aulas de Física em momentos posteriores etc. Caso o professor queira um roteiro pronto para que os educandos possam dar esse feedback, pode utilizar o modelo do Autor (2024), criado no Google Forms. No entanto, pode-se utilizar ele impresso também. Porém, a vantagem do formulário online é que, caso não haja tempo hábil em sala de aula, o mesmo poderá ser enviado aos educandos por meio de um link de acesso para realizarem a avaliação da SD em suas casas e, a partir dos dados obtidos, o próprio formulário gera automaticamente gráficos nas questões objetivas que facilitem a interpretação do professor. O formulário utilizado está logo abaixo.

Feedback Pedagógico: Avaliação da Sequência Didática de Ensino e Aprendizagem

INSTRUÇÃO: Envie seu feedback sobre a Sequência Didática (SD) de Ensino e Aprendizagem de Física que você acabou de concluir, incluindo comentários sobre a estrutura organizacional, os conteúdos e o professor.

1. Após concluir sua participação na pesquisa educacional intitulada "Uma Sequência Didática de Ensino e Aprendizagem em Física a Partir da Panela de Pressão como Equipamento Gerador, à Luz da Alfabetização Técnica", selecione abaixo a opção que condiz com o seu juízo a respeito de sua satisfação quanto à eficácia da Sequência Didática de Ensino e Aprendizagem em Física supracitada durante todo o seu decurso.

- () Péssimo
- () Ruim
- () Regular
- () Bom
- () Ótimo
- () Excelente

2. Selecione abaixo o(s) ponto(s) que você mais gostou ao longo da Sequência Didática.

- () Atividades Experimentais

- () Atividades Computacionais
- () Atividades Teóricas
- () Aulas Teóricas
- () Aulas Experimentais
- () Videoaulas

3. Quanto ao nível numa escala de 1 a 5 do seu aprendizado com relação a alguns conceitos e fenômenos físicos associados ao processo de cozimento dos alimentos na panela de pressão, sendo o 1 Péssimo e o 5 Excelente, marque para cada linha o que lhe é pertinente, de acordo com sua autoavaliação.

- () Seus Conhecimentos Prévios
- () Seus Conhecimentos Construídos
- () A Contribuição da Sequência Didática para o desenvolvimento de suas habilidades e competências científicas sobre o uso consciente da panela de pressão.

4. Quais aspectos desta Sequência Didática foram mais úteis ou valiosos para você?

5. O que você sugere para melhorar a Sequência Didática?

6. Tem alguma(s) coisa(s) da Sequência Didática que você gostaria de ter nas aulas de Física com mais frequência? Se sim, diga o que é(são).

Referências

ARAÚJO, J. B. R. **A pedagogia freiriana e o ensino de física: um relato de experiência.** Revista Brasileira de Educação Básica, Belo Horizonte, v. 6, número especial, p. 1-9, 2021. Disponível em <<https://rbeducacaobasica.com.br/a-pedagogia-freiriana-e-o-ensino-de-fisica-um-relato-de-experiencia/>>. Acesso em: 19 set. 2022.

AUTH, M. A. *et al.* **Prática educacional dialógica em física via equipamentos geradores.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 12, n.1, p. 40-46, abr. 1995. Disponível em: <<https://antigo.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7138/6594>>. Acesso em: 03 abr. 2022.

BABINI, M. **A física da panela de pressão.** Uma física, 9, setembro, 2021a. Disponível em: <<https://umafisica.wordpress.com/2021/09/09/a-fisica-da-panela-de-pressao/>>. Acesso em: 28 jul. 2023.

_____. **Física salva: como usar panelas de pressão.** Uma física, 10, setembro, 2021b. Disponível em: <<https://umafisica.wordpress.com/2021/09/09/a-fisica-da-panela-de-pressao/>>. Acesso em: 28 jul. 2023.

BAHIA. Secretaria da Educação do Estado. **Documento curricular referencial da bahia: etapa ensino médio.** Salvador, 2022. Disponível em: <<http://dcrb.educacao.ba.gov.br/dcrb-volume-2-orientacoes-de-estudos-sobre-o-dcrb-ensino-medio-e-sua-implementacao/>>. Acesso em: 17 maio 2023.

BASTOS, F. P. de. **Alfabetização técnica na disciplina de física: uma experiência educacional dialógica.** 1990. 251 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1990. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/75622?show=full>>. Acesso em: 22 set. 2022.

_____. **Pesquisa-ação emancipatória e prática educacional dialógica em ciências naturais.** Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/000741901>>. Acesso em: 09 set. 2022.

BAZIN, M. O cientista como alfabetizador técnico. *In*: ANDERSON, S.; BAZIN, M. **Ciência e (in)dependência: o terceiro mundo face à ciência e tecnologia.** Lisboa: Livros Horizonte, 1977a, v. 2, p. 94-98. Disponível em: <https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/651/2022/10/O-cientista-como-alfabetizador-tecnico-Ao-lado-dos-trabalhadores-chilenos-Maurice-Bazin.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2023.

_____. **Ao lado dos trabalhadores chilenos: vivendo e ensinando a ciência para o povo.** *In*: ANDERSON, S.; BAZIN, M. **Ciência e (In)dependência.** Lisboa: Livros Horizonte, 1977b, v. 2, p. 99-110. Disponível em: <https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/651/2022/10/O-cientista-como-alfabetizador-tecnico-Ao-lado-dos-trabalhadores-chilenos-Maurice-Bazin.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2023.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em: 11 jan. 2022.

_____. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Base nacional comum curricular - educação é a base: competências e habilidades específicas em ciências da natureza e suas tecnologias no ensino médio**. Brasília: MEC/CNE, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#medio/a-area-de-ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologias>>. Acesso em: 27 nov. 2022.

CHAVES, A; SAMPAIO, J. F. **Física básica: gravitação, fluídos, ondas, termodinâmica**. Rio de Janeiro: LTC, 2007b. v. 2.

_____. **Física básica: mecânica**. Rio de Janeiro: LTC, 2007a. v. 1.

DELIZOICOV, D. **Concepção problematizadora do ensino de ciências na educação formal: relato e análise de uma prática educacional na guiné-bissau**. 227 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/000711091>>. Acesso em: 19 set. 2022.

_____. **Ensino de física e a concepção freiriana da educação**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 85-97, 1983. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/39552710/Ensino-de-Fisica-e-a-concepcao-freiriana-da-educacao#>>. Acesso em: 18 mar. 2023.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2021.

DELIZOICOV, D.; MUENCHEN, C. **A construção de um processo didático-pedagógico dialógico: aspectos epistemológicos**. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v. 14, n. 3, p. 199-215, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1983-21172012140313>>. Acesso em: 14 mar. 2023.

FERNANDES, V. L. de. **O que é codificação para paulo freire?** Todas as Respostas, 2, abril, 2022. Disponível em: <<https://todasasrespostas.pt/o-que-e-codificacao-para-paulo-freire#O%20Que%20%C3%89%20Codifica%C3%A7%C3%A3o%20Paulo%20Freire?>>. Acesso em: 17 dez. 2024.

FREIRE, P. **Educação como Prática da Liberdade**. 53. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2019.

_____. **Educação e mudança**. Rio de Janeiro: Paz & Terra, 2020.

_____. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 27. ed. Rio de Janeiro: Paz & Terra, 2021.

_____. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz & Terra, 1987.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2023.

Grupo de Ensino de Física. **Como varia a pressão atmosférica com a altitude?**. UFSM, Santa Maria, 21, fevereiro, 2020. Disponível em: <<https://ufsm.br/r-450-485>>. Acesso em: 24 abr. 2023.

Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Física 2: física térmica e óptica**. São Paulo: Edusp, 2015. v. 2.

Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Leituras de física: física térmica, para ler, fazer e pensar**. v.2. IFUSP: São Paulo, 2006. Acesso em: 29 abr. 2023. Disponível em: <http://www.if.usp.br/gref/termo/termo3.pdf>.

_____. **Leituras de física: física térmica**. São Paulo: Edusp, 2006. v. 2. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/termodinamica.htm>>. Acesso em: 08 mar. 2023.

GUÉMEZ, J.; FIOLEAIS, C.; FIOLEAIS, M. **Fundamentos de termodinâmica do equilíbrio**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1998.

JOSÉ, W. D.; DARLON, D. **Motor elétrico e dínamo de bicicleta: articulações entre equipamentos geradores e três momentos pedagógicos no ensino de física sob o olhar da alfabetização técnica**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 39, n. 3, p. 656-687, dez. 2022. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/84438>>. Acesso em: 30 abr. 2023.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2022a.

_____. **Técnicas de pesquisa**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

_____. **Metodologia do trabalho científico**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2022b.

LOCATELLI, R. J. Física com mestre roger. **Os mortos do everest, a panela de pressão e temperatura de ebulição da água**. Youtube, 03, setembro e 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ZNIZ6Sggrgs&t=254s>. Acesso em: 11 set. 2022.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: E.P.U., 1986. Disponível em: <[https://www.academia.edu/43066896/Pesquisa_em Educa%C3%A7%C3%A3o_Abordagens_Qualitativas_vf](https://www.academia.edu/43066896/Pesquisa_em_Educa%C3%A7%C3%A3o_Abordagens_Qualitativas_vf)>. Acesso em: 20 ago. 2022.

LUIZ, A. M.; GOUVEIA, S. L. **Elementos de termodinâmica**. Fortaleza: VestSeller, 2006.

MARTINS, P. **Como usar panela de pressão (sem ter medo)**. Aqui na Cozinha, 9, fevereiro, 2013. Disponível em: <<https://www.aquinacozinha.com/como-usar-panela-de-pressao/>>. Acesso em: 25 mar. 2023.

MIGLIAVACCA, A; WITTE, G. **A física na cozinha**. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

MION, R. A. **Processo reflexivo e pesquisa-ação**: apontamentos sobre uma prática educacional dialógica em física. Dissertação (Mestrado em Educação) – PPGE, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1996. Disponível em: <<https://www.cedoc.fe.unicamp.br/banco-de-teses/36600>>. Acesso em: 29 maio 2023.

MONTINI, P. L. **Pesado e medido**: uma história (de sucesso) em quadrinhos. São Paulo: IPEM - Instituto de Pesos e Medidas do Estado de São Paulo, 2022. Disponível em: <https://www.ipem.sp.gov.br/images/publicacoes/50anos_tiras/50anos_tiras.pdf>. Acesso em: 16 set. 2023.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro, 2010.

MUNAKATA, K. **Física do cotidiano como instrumento para uma abordagem humanizada do ensino de física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 26, n. 3, p. 574-595, dez. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172009000300013&script=sci_arttext>. Acesso em: 02 fev. 2023.

NEUZA. **Expectativas superadas na 5ª feira gastronômica de mariscos da barra de caravelas**. Bahiaextremosul, 31, janeiro, 2022. Disponível em: <<https://www.bahiaextremosul.com.br/expectativas-superadas-na-5-feira-gastronomica-de-mariscos-da-barra-de-caravelas>>. Acesso em: 08 mar. 2024.

NEVES, M. N. L.; AUTH, M. A. **O liquidificador como equipamento gerador no processo de ensino-aprendizagem de Física**. In: Anais de Encontro Científico de Física Aplicada, XIII Encontro Científico de Física Aplicada, 2023. Disponível em: <<https://even3.blob.core.windows.net/processos/14541f7893394f7c8950.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2024.

NUNES, L. A. O. Oficiencia. **Como funciona**: a panela de pressão. Youtube, 28, janeiro e 2017. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=MQUzdOh8JHc>>. Acesso em: 13 set. 2022.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica**: fluídos, oscilações e ondas, calor. 5. ed. São Paulo: Blücher, 2014b. v. 2.

_____. **Curso de física básica**: mecânica. 5. ed. São Paulo: Blücher, 2014a. v. 1.

OLIVEIRA, A. F. de *et al.* **A humanização do ensino de Física**: uma proposta de abordagem. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 34, n. 1, p. 1-13, abr. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172017000100306&script=sci_arttext>. Acesso em: 08 maio 2023.

OLIVEIRA, M. J. de. **Termodinâmica**. São Paulo: Livraria da Física, 2005.

OPENAI. (2021). ChatGPT [versão 3.5]: **Conversas com um modelo de linguagem avançado**. Disponível em: <https://www.openai.com/chatgpt/>. Acesso em: 12 jun. 2023.

PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de ciências a partir de problemas da comunidade**. 276 f. Dissertação (Ensino de Ciências, Modalidade Física) – Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1981. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-13042022-092029/pt-br.php>>. Acesso em: 11 nov. 2022.

Professor Thiago. **Equação de clapeyron e clausius clapeyron (diagramas de fases de substâncias puras)**. Youtube, 15, agosto e 2019. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=-BkaA6VUGOY>>. Acesso em: 21 fev. 2023.

RODRIGUES, E. B.; POSSAMAI, L. M. **A panela de pressão e a física, como método pedagógico do cotidiano à inclusão de experimento científico**. Revista FACISA Online, Barra do Garças, v. 8, n. 2, p. 161-172, jul. 2019. Disponível em: <<https://periodicos.unicathedral.edu.br/index.php?journal=revistafacisa&page=article&op=view&path%5B%5D=495&path%5B%5D=369>>. Acesso em: 09 jan. 2023.

ROSA, C. T. W. da *et al.* **A cozinha como laboratório para discutir física de forma contextualizada**. Revista Vivências, Erechim, v. 16, n. 31, p. 63-73, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.31512/vivencias.v16i31.170>>. Acesso em: 06 jul. 2023.

SANTOS, A. G. F. dos; OLIVEIRA, R. D. V. L. de; QUEIROZ, G. R. P. C. **Conteúdos cordiais: física humanizada para uma escola sem mordaza**. São Paulo: Livraria da Física, 2021.

SANTOS, T. T; MEIRELLES, R. M. S. **Potencialidades dos temas geradores no ensino de ciências**. Revista Educação Pública, Rio de Janeiro, v. 19, n. 5, p. 1-4, 2019. Disponível em <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/19/5/potencialidades-dos-temas-geradores-no-ensino-de-ciencias>. Acesso em: 09 out. 2022.

SILVEIRA, F. L. da. **Como calcular a pressão na panela de pressão conhecida a temperatura?**. CREF-UFRGS, Porto Alegre, 15, julho, 2015. Disponível em: <<https://cref.if.ufrgs.br/?contact-pergunta=como-calcular-a-pressao-na-panela-de-pressao-conhecida-a-temperatura>>. Acesso em: 30 nov. 2022.

_____. **Onde se cozinha mais rápido, em bh ou em la paz?**. CREF-UFRGS, Porto Alegre, 4, março, 2013. Disponível em: <<https://cref.if.ufrgs.br/?contact-pergunta=onde-se-cozinha-mais-rapido-em-bh-ou-la-paz>>. Acesso em: 11 nov. 2022.

_____. **Ponto de ebulição de uma solução aquosa salina**. CREF-UFRGS, Porto Alegre, 21, janeiro, 2019. Disponível em: <<https://cref.if.ufrgs.br/?contact-pergunta=ponto-de-ebulicao-de-uma-solucao-aquosa-salina>>. Acesso em: 22 set. 2023.

_____. **Pressão em uma “panela de pressão”: como calcular?**. CREF-UFRGS, Porto Alegre, 10, dezembro, 2020. Disponível em: <<https://cref.if.ufrgs.br/?contact-pergunta=pressao-em-uma-panela-de-pressao-como-calcular>>. Acesso em: 22 nov. 2022.

_____. **Pressão na panela**. CREF-UFRGS, Porto Alegre, 4, outubro, 2010. Disponível em: <<https://cref.if.ufrgs.br/?contact-pergunta=pressao-na-panela>>. Acesso em: 17 nov. 2022.

SOLINO, A. P.; GEHLEN, S. T. **O papel da problematização freireana em aulas de ciências/física:** articulações entre a abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação. *Revista Ciência & Educação, Bauru*, v. 21, n. 4, p. 911-930, 2015. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/G7RT7TN5Pdz58qNKG5WwRZk/?lang=pt>>. Acesso em: 13 maio 2022.

University of Colorado Boulder. PhET™ Interactive Simulations. **States of matter:** phase changes. © 2002 – 2023. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter/latest/states-of-matter_all.html>. Acesso em: 22 out. 2023.

YAMAMOTO, K; FUKU, L. F. **Física para o ensino médio:** terminologia, óptica e ondulatória. 4. ed. v. 2. São Paulo: Saraiva, 2017.

Apêndice A – Termo de Autorização Escolar



TERMO DE AUTORIZAÇÃO ESCOLAR

Eu, **Luiz Leonardo Soares Ferreira**, na condição de gestor do Colégio Polivalente de Caravelas, situado na avenida das Palmeiras, número 77, bairro Nova Coréia, Caravelas-BA, autorizo a realização de uma sequência didática de ensino e aprendizagem vinculada ao *Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF)* da *Sociedade Brasileira e Física (SBF)* e amparado pela *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)*, nas dependências desta escola, conforme as seguintes condições:

1. **Turma, turno e período da aplicação:** A sequência didática será aplicada junto à turma 2AMS no turno matutino, todas as quartas-feiras, das 8:20 as 9:10, e no turno vespertino, todas as quintas-feiras, das 14:30 as 17:30. A sequência didática terá início a partir da segunda semana de setembro de 2023 e se poderá se estender até a última semana do mês de novembro do mesmo ano.
2. **Locais de realização na escola:** As atividades serão realizadas nas seguintes dependências da escola: *Sala de aula designada para a turma; Laboratório de Ciências; Laboratório de Informática; Biblioteca.*
3. **Responsável pela sequência didática:** O professor efetivo de Física da escola, Raphael Lima Sodré, inscrito sob o número de matrícula estadual 85201511 e CPF 03877233589, aluno do MNPEF do polo 62 (UESB: Vitória da Conquista – BA) sob a matrícula acadêmica 2022F0142, será o responsável pelo planejamento e condução das atividades, além do acompanhamento da turma durante todo o desenvolvimento da sequência didática.
4. **Objetivo da pesquisa:** Aplicar e avaliar uma sequência didática de ensino e aprendizagem em Física para desenvolver uma série de atividades acadêmicas de cunho científico, de modo a coletar dados que possam contribuir para a melhoria do Ensino de Física no Brasil, sobretudo nas escolas públicas. A pesquisa é intitulada como *“DA COZINHA PARA A SALA DE AULA: Uma Possibilidade de um Ensino de Física a Partir da Painel de Pressão como Equipamento Gerador”*.
5. **Compromisso:** O professor se compromete a zelar pela integridade dos alunos durante a realização da sequência didática, sobretudo a do laboratório de ciências. Qualquer dano ou incidente será comunicado imediatamente à direção da escola para que as medidas necessárias sejam tomadas a fim de reparar ou resolver a situação.
6. **Autorização da direção e contato:** A presente autorização foi concedida com a devida ciência e aprovação da equipe diretiva da escola. Em caso de dúvidas, esclarecimentos ou demais necessidades de contato, contatar a direção da escola por meio do endereço físico supracitado ou número de telefone (73) 3297 - 1008. A direção da escola reserva-se o direito de revogar esta autorização caso haja qualquer violação das normas da instituição.

Este termo de autorização tem validade apenas durante o período especificado e está sujeito a revisão e alteração, se necessário. A direção da escola reserva-se ao direito de revogar esta autorização caso haja qualquer violação das normas da instituição.

Assinatura e carimbo do diretor.

Luiz Leonardo Soares Ferreira
 Diretor - Aut. 90695/22
 Port. 474/2016 - D.O. 26/01/2016
 Col. Polivalente de Caravelas
 Vol. 17/04/2025

Data: 12 de setembro de 2023

Apêndice B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

() Declaro que sou maior de idade e autorizo a minha participação... ou () Autorizo a participação do meu tutelado menor de idade... em uma sequência didática de ensino e aprendizagem em Física vinculada ao *Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF)* nas dependências do Colégio Polivalente de Caravelas, situado na Avenida das Palmeiras, número 77, Nova Coréia, Caravelas-BA, conforme as seguintes condições pré-estabelecidas abaixo:

- 1. Turma, Turno e Período da Aplicação:** A sequência didática será aplicada junto à turma 2AMS no turno matutino, todas as quartas-feiras, das 8:20 as 9:10, e no turno vespertino, todas as quintas-feiras, das 14:30 as 17:30. A sequência didática terá início a partir da segunda semana de setembro de 2023 e se poderá se estender até a última semana do mês de novembro do mesmo ano.
- 2. Locais de Realização na Escola:** As atividades serão realizadas nas seguintes dependências da escola: *Sala de aula designada para a turma; Laboratório de Ciências; Laboratório de Informática; Biblioteca.*
- 3. Responsável pela Sequência Didática:** O professor efetivo de Física da escola, Raphael Lima Sodré, inscrito sob o número de matrícula estadual 85201511 e CPF 03877233589, aluno do MNPEF do polo 62 (UESB: Vitória da Conquista – BA) sob a matrícula acadêmica 2022F0142, será o responsável pelo planejamento e condução das atividades, além do acompanhamento da turma durante todo o desenvolvimento da sequência didática.
- 4. Objetivo da Pesquisa:** Aplicar e avaliar uma sequência didática de ensino e aprendizagem em Física para desenvolver uma série de atividades acadêmicas de cunho científico, de modo a coletar dados que possam contribuir para a melhoria do Ensino de Física no Brasil, sobretudo nas escolas públicas. A pesquisa é intitulada como *“DA COZINHA PARA A SALA DE AULA: Uma Possibilidade de um Ensino de Física a Partir da Painel de Pressão como Equipamento Gerador”*.
- 5. Compromisso:** O professor se compromete a zelar pela integridade dos alunos durante a realização da sequência didática, sobretudo a do laboratório de ciências. Qualquer dano ou incidente será comunicado imediatamente à direção da escola para que as medidas necessárias sejam tomadas afim de reparar ou resolver a situação.
- 6. Autorização da Direção e Contato:** A presente autorização foi concedida com a devida ciência e aprovação da equipe diretiva da escola. Em caso de dúvidas, esclarecimentos ou demais necessidades de contato, contatar a direção da escola por meio do endereço físico supracitado ou número de telefone (73) 3297 - 1008. A direção da escola reserva-se o direito de revogar esta autorização caso haja qualquer violação das normas da instituição.

Eu compreendi os termos acima e concordo em permitir a participação do meu tutelado (caso seja o responsável legal do aluno menor de idade) ou minha própria participação (caso seja maior de idade) na sequência didática mencionada. Reconheço que eu o aluno participante tem o direito de retirar sua participação a qualquer momento, sem que haja qualquer tipo de prejuízo pessoal ao mesmo.

Nome completo do aluno menor: _____

Assinatura do responsável legal do aluno menor: _____

Assinatura do aluno maior de idade: _____

Data: 14 de setembro de 2023.

Apêndice C – Custos para Adaptação da Painela de Pressão

Tabela 1 – Relação de materiais e serviço para a adaptação da painela de pressão e utilização na SD.

Item	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Frete (R\$)	Custo Total (R\$)
Manômetro vertical de rosca 1/8	01	39,50	*****	39,50
Selante de silicone p/ motor	01	18,53	*****	18,53
Termômetro vertical de rosca 1/2	01	119,90	*****	119,90
Arruela 1/2	02	1,50	*****	3,00
Termômetro capilar de álcool	01	34,60	15,80	50,4
Painela de pressão pequena	01	39,90	*****	39,90
Mão de obra (torneiro mecânico)	01	100,00	*****	100,00
Fita veda-rosca	01	3,40	*****	3,40
Balança digital de cozinha	01	48,99	15,80	64,79
Fogareiro portátil	01	162,34	*****	162,34
Cartucho gás butano p/ fogareiro	04	13,60	*****	54,40
Paquímetro digital	01	39,90	18,12	58,02
Total	16	*****	*****	714,18

Fonte: Produzido pelo Autor (2024).

Anexo – Texto “A Panela de Pressão”

Acesse com seu dispositivo celular, aponte o leitor de códigos para o QR Code abaixo para ter acesso direto ao texto utilizado na SD. Caso não consiga acessar por esse QR Code, o acesso direto ao arquivo texto também pode ser feito por meio do Link: <https://docs.google.com/document/d/1pICsDG4BmgSV5mqUNyG7nqA1-OuD37Dp/edit?usp=sharing&ouid=116099474010644649250&rtpof=true&sd=true>

