



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

ROGÉRIO RODRIGUES

**A BOMBA CARNEIRO HIDRAÚLICO:
UMA PROPOSTA PARA O ENSINO SOBRE ENERGIA
MECÂNICA**

Londrina
2022

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



ROGÉRIO RODRIGUES

**A BOMBA CARNEIRO HIDRAÚLICO:
UMA PROPOSTA PARA O ENSINO SOBRE ENERGIA
MECÂNICA**

Londrina
2022

ROGÉRIO RODRIGUES

**A BOMBA CARNEIRO HIDRAÚLICO:
UMA PROPOSTA PARA O ENSINO SOBRE ENERGIA
MECÂNICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Estadual de Londrina, como requisito para obtenção do Título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Manuel Simões Filho

Londrina
2022

Rodrigues, Rogério.

A bomba carneiro hidráulico: uma proposta para o ensino sobre energia mecânica / Rogério Rodrigues. - Londrina, 2022. 52 f. : il.

Orientador: Manuel Simões Filho.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2022.

Inclui bibliografia.

1. O trabalho propõe a discussão do uso da metodologia estudo de caso com a finalidade de avaliar o conceito de energia mecânica no ensino de física investigando a bomba carneiro hidráulico usando a metodologia Estudo de Caso. - Tese. I. **FILHO**, Manuel Simões . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. III. Título.

ROGÉRIO RODRIGUES

**A BOMBA CARNEIRO HIDRAÚLICO:
UMA PROPOSTA PARA O ENSINO SOBRE ENERGIA
MECÂNICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Estadual de Londrina, como requisito para obtenção do Título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Manuel Simões Filho
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Americo Tsuneo Fujii
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Marcus Vinícius Martinez Piratelo
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 18 de julho de 2022.

Este trabalho é direcionado aos meus pais, irmã, sobrinhos que estiveram ao meu lado me auxiliando ao longo dessa trajetória, sem os quais seria impossível realizá-la.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, Ele que me forneceu a força e o equilíbrio necessário para vencer esta etapa.

Aos Professores Manuel Simões Filho e Américo Tsuneo Fujii pela orientação e parceria ao longo do processo de pesquisa.

Aos meus colegas de turma que proporcionaram momentos únicos, os quais contribuíram para fortalecerem meus conhecimentos.

Aos meus pais Ronaldo e Eunice, que sempre me motivaram, pela educação a mim dada, pelo exemplo de luta e perseverança.

A minha irmã Renata e sobrinhos Paulo, Lucas e Ana Ayumi que sempre estiveram ao meu lado me apoiando, pelos momentos alegres.

A diretora, equipe pedagógica do colégio no qual a pesquisa realizou-se pela colaboração e acolhida.

Finalmente aos dezesseis alunos participantes da pesquisa, sem os quais ela não existiria, pela atenção, interesse e envolvimento na atividade proposta.

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

“Existe apenas um canto do universo que você pode ter certeza de aperfeiçoar,
que é você mesmo” .

Aldous Huxley

RODRIGUES, Rogério. **A bomba carneiro hidráulico**: uma proposta para o ensino sobre energia mecânica. 2022. 70 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissionalizante em Ensino de Física) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2022.

RESUMO

O presente trabalho aborda a metodologia Estudo de Caso variante Aprendizagem Baseada em Problemas. No desenvolvimento desta metodologia os alunos foram divididos em grupos para resolverem um caso. O problema consistiu em investigar o funcionamento do carneiro hidráulico, equipamento utilizado na agricultura para o bombeamento de água. O estudo foi realizado com estudantes do ensino médio na disciplina física de um colégio localizado na área rural. O papel do professor é de mediador da aprendizagem. Verificou-se nesta proposta que os alunos obtiveram interesse e compreenderam os conceitos físicos envolvidos, dentre os quais a energia mecânica.

Palavras-chaves: estudo de caso; energia mecânica; carneiro hidráulico.

RODRIGUES, Rogério. **A proposal for teaching about mechanical energy through the case study methodology investigating the ram ram pump.** 2022. 70 p. Dissertation (National Professional Master in Physics Teaching) - State University of Londrina. Londrina, 2022.

ABSTRACT

The present work approaches the Problem Based Learning methodology. In developing this methodology, students were divided into groups to solve a case. The problem was to understand how the hydraulic ram works, equipment used in agriculture to pump water. The study was carried out with high school students in the physics discipline of a college located in the rural area. The teacher's role is to mediate learning. It was verified in this proposal that the students got interest and understood the physical concepts involved, among which the mechanical energy.

Key words: case study; mechanical energy; hydraulic ram.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-------------------|--|----|
| Figura 1 - | Modelo original do carneiro hidráulico | 14 |
| Figura 2 - | Diagrama esquemático do carneiro hidráulico | 16 |
| Figura 3 - | Bomba carneiro hidráulico de 1 polegada | 17 |
| Figura 4 - | Carneiro hidráulico: construção e funcionamento | 18 |
| Figura 5 - | Carneiro hidráulico com válvulas metálicas | 22 |
| Figura 6 - | Ilustração da formação do fenômeno golpe de aríete | 23 |

LISTA DE QUADROS

| | | |
|-------------------|---|----|
| Quadro 1 - | Questionário de sondagem..... | 44 |
| Quadro 2 - | Estudo de caso: carneiro hidráulico | 45 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | | |
|--------------------|-----------------------------------|----|
| Gráfico 1 - | Relação entre as Categorias | 51 |
|--------------------|-----------------------------------|----|

SUMARIO

| | | |
|----------|--|----|
| | INTRODUÇÃO | 11 |
| 1 | REFERENCIAL TEÓRICO | 13 |
| 1.1 | CONCEITO FÍSICOS ENVOLVIDOS E ABORDADOS EM SALA DE AULA | 13 |
| 1.1.1 | Carneiro Hidráulico | 13 |
| 1.1.2 | Golpe de Aríete | 23 |
| 1.1.3 | Energia Mecânica..... | 24 |
| 1.2 | REFERENCIAIS UTILIZADOS PARA ELEBORAÇÃO DE UMA ABORDAGEM PEDAGÓGICA | 25 |
| 1.2.1 | Aprendizagem Baseada em Problemas | 25 |
| 1.2.2 | Estudo de Caso..... | 26 |
| 1.2.3 | Estudo de Caso no Ensino de Ciências e o Ensino de Física..... | 28 |
| 1.3 | CONTEXTUALIZAÇÃO..... | 31 |
| 1.3.1 | Educação do Campo | 31 |
| 2 | PROCEDIMENTOS METOLÓGICOS | 35 |
| 2.1 | CARACTERIZAÇÃO DE TAMARANA | 36 |
| 2.2 | METODO DE PESQUISA: COLETA E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS | 45 |
| 3 | ANÁLISE DE DADOS | 48 |
| 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 52 |
| | BIBLIOGRAFIA | 53 |
| | APÊNDICE | 54 |
| | APÊNDICE A - ESTUDO DE CASO: RESPOSTAS DOS ALUNOS | 55 |

INTRODUÇÃO

Desde os primórdios, o homem procura soluções para sua vida cotidiana. Um dos primeiros desafios para a humanidade depois que o homem deixou de ser nômade, caçador e coletor de alimentos, foi a prática da agricultura e a produção de alimentos. Para isso, além da fertilidade do solo, era necessário água, que nem sempre estava acessível de maneira simples. As inovações tecnológicas no bombeio de água estão diretamente relacionadas com a capacidade de produção de alimentos e a capacidade do aproveitamento dos solos, principalmente em regiões onde as chuvas não são regulares e a água é de difícil acesso. Os primeiros registros de uso de sistemas mecânicos na irrigação datam de 2000 A.C. (Ferreira, 2010).

As primeiras referências conhecidas a “moinhos de vento” datam do século V. Essas estruturas adaptadas foram usadas para prover movimento a engenho de moagem de grãos e no bombeio de água. O italiano Agostino Ramelli (1531-1600) produziu o primeiro projeto completo do artefato na obra "Livro de Diversas e Artificiosas Máquinas", prestigiando sua construção. Atualmente essas máquinas são utilizadas com vários melhoramentos. Na Holanda ainda há dessas máquinas em operação, onde são utilizadas para drenar as terras baixas devolvendo as águas aos rios, além dos diques, tornando o solo cultivável.

Em 1650, Guericke constrói sua bomba de pistão, em que podia-se retirar o ar de dentro de recipientes e assim produzir vácuo (SILVA, 2017).

Em 1671, Samuel Morland deixa de atuar na carreira pública para dedicar-se a estudos matemáticos e ao design de máquinas, em particular no campo da hidrostática. Em 1674, patenteou uma bomba a pistão de alta potência no qual, um ano depois, elevou águas do rio Tâmis a uma altura de mais de 18 metros. (adaptado de (museugalileo, 2017)).

O padre brasileiro Bartholomeu Lourenço de Gusmão (1685-1724), mais conhecido por ter seu nome associado unicamente à invenção do balão de ar quente (aeróstato), também contribuiu à hidráulica. Suas ideias foram apresentadas na obra impressa em 1710 (TAUNAY, 1934). Nessa obra apresenta métodos de esgotamento de porões de navio.

Neste sentido, percebe-se que as máquinas de bombear água foram essenciais para o desenvolvimento das ações humanas. O carneiro hidráulico,

artifício para bombear água, será objeto de ensino desta pesquisa, no intuito de ensinar o conceito de energia mecânica.

Existem certos problemas no ambiente escolar que são praticamente impossíveis de não ocorrer, sendo a desmotivação do aluno um dos mais preocupantes, fato rotineiro que ocorre com profissionais de todas as áreas da educação e em diferentes níveis de ensino (BIGUN, 1995).

Novas concepções e estudos devem ser realizados na formulação de currículos e metodologias de ensino. Na área de ciências, o professor deve trabalhar os conceitos problematizando-os, tornando a aula mais interessante e atrativa.

Embora se considere o papel mediador do professor essencial ao desenvolvimento cognitivo dos alunos, pela singularidade intrínseca do aprender de cada pessoa, buscou-se neste estudo analisar a aprendizagem destes em suas especificidades.

O presente trabalho, **a bomba carneiro hidráulico: uma proposta para o ensino sobre energia mecânica** justifica-se em razão de constituir-se, no âmbito do ensino-aprendizagem de física, uma análise de conhecimentos prévios frente a uma nova aprendizagem.

Pesquisar como o conceito de energia, especificamente energia mecânica, é compreendido pelos alunos e, se este conceito desempenha funções relacionadas à estruturação das formas de pensar dos mesmos, apresenta-se como um objeto de estudo enriquecedor pelos possíveis questionamentos que sua investigação pode aprofundar e originar para o ensino-aprendizagem de física: O carneiro hidráulico contribui como proposta para o ensino sobre energia mecânica?

Esta Dissertação estrutura-se em quatro capítulos cuja lógica de organização sequencial e interlocução de ideias neles contidas apresenta-se a seguir.

O primeiro capítulo, **Referencial Teórico**, é composto em três partes: **Conceitos Físicos envolvidos e abordados em Sala de Aula**, que explica sobre o funcionamento do carneiro hidráulico e o conceito de energia mecânica, na **Abordagem pedagógica**, em que delinea uma fundamentação teórica sobre a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), a Metodologia de Estudo de Caso e o Ensino de Física e por fim, a **Contextualização**: uma abordagem acerca da Educação do Campo.

O capítulo dois, **Procedimentos Metodológicos**, versa sobre o Método da Pesquisa: Coleta e Organização dos dados e as características do local onde a Escola está inserida, Tamarana.

No capítulo três, **Análise dos dados**, retoma-se a caracterização metodológica e apresenta os dados coletados. E, por fim no último capítulo, **Considerações finais**, tecem quais as contribuições do trabalho, as principais dificuldades para a realização do estudo e as vantagens do uso dessa abordagem em sala de aula.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir, apresenta-se um detalhamento sobre: o carneiro hidráulico e os conceitos físicos relacionados ao seu funcionamento, a metodologia de pesquisa e a abordagem pedagógica do presente estudo, além de uma fundamentação sobre educação do campo.

1.1 CONCEITOS FÍSICOS ENVOLVIDOS E ABORDADOS EM SALA DE AULA:

1.1.2 CARNEIRO HIDRÁULICO

O carneiro hidráulico é um artifício para bombear água a partir do desnível do terreno. Sua construção é simples possuindo duas partes móveis, é barato e livre de poluição (YONG, 1995).

Esse equipamento chama atenção pela sua simplicidade de funcionamento, mas também apuro tecnológico. Em 1772 John Whitehurst foi quem idealizou o projeto de criar um dispositivo capaz de bombear água a um nível mais alto, mas seu dispositivo necessitava de um operador para manobrar uma torneira, gerando o movimento da água no interior das tubulações. Com isso, se produzia de modo controlado, o golpe de aríete, fenômeno que será explicado no próximo tópico.

O primeiro carneiro hidráulico que operava de modo automático foi inventado pelos irmãos Montgolfier em 1796, sendo uma máquina simples e de grande utilidade, quando se deseja elevar pequenas vazões, essa máquina tem seu funcionamento baseado no golpe de aríete, que neste dispositivo ocorre de modo

controlado e repetitivo através de válvulas que se abrem e fecham automaticamente usando as pressões produzidas pela coluna de líquido (DENÍCULI, 1992).

No desenho original dos irmãos Montgolfier (figura abaixo), o fluxo de água faz rolar a bola de ferro ao longo da tubulação e sobe a curva até bloquear a saída da água, ocasionando um incremento da pressão da água detrás da bola, o qual empurra a água através da válvula de um só sentido (retenção vertical). Logo, a pressão baixa e a bola de ferro volta atrás, para o ponto de início do ciclo.

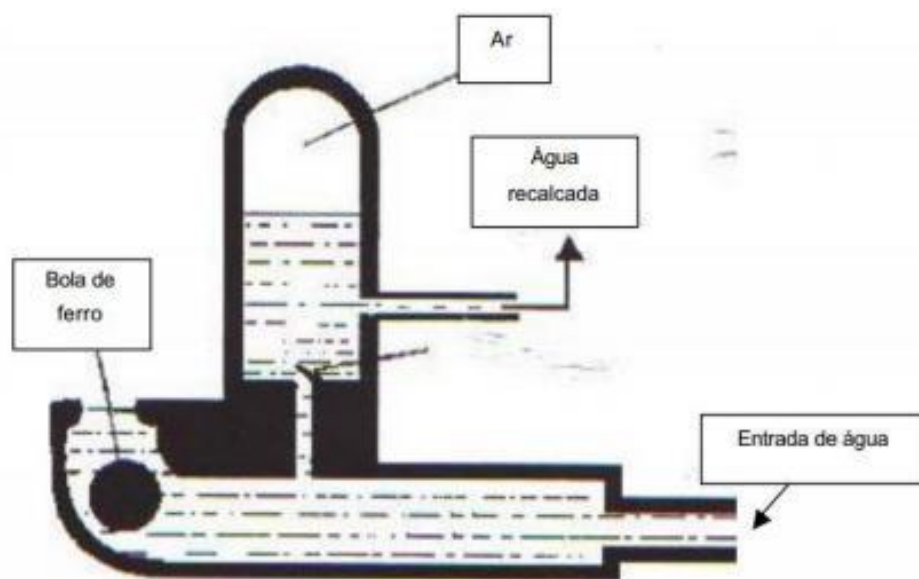


Figura 1: Modelo carneiro hidráulico proposto pelos irmãos Montgolfier (ROJAS, 2002)

Apesar de proposto em 1772, este equipamento é ainda nos dias de hoje utilizado para bombeio de pequenas vazões. John Whitehurst idealizou o projeto de criar um equipamento que permitisse erguer água com grande pressão e sem o dispêndio de qualquer energia que não a da própria água, aproveitando um princípio físico que tem por base o chamado “golpe de aríete”, que resulta da súbita variação de pressão numa tubulação (SILVA, 2017).

Ao projeto inicial, que teve um sucesso muito relativo, veio de John Whitehurst e, posteriormente, a empresa britânica que adquiriu a patente original, Green & Carter introduziu melhoramentos à bomba de água que se chama “Carneiro

hidráulico” e que se mantém, ainda hoje, praticamente sem alteração ou relevante inovação. Trata-se de um equipamento de aparente simplicidade, podendo até alguns pequenos modelos para usos domésticos serem feitos em casa. Podem ser utilizados em córregos ou nascentes onde haja quedas de água, podendo com isso prestar grandes serviços para o bombeamento de água às populações e à agricultura familiar (SILVA, 2017).

A bomba carneiro hidráulico utiliza este “golpe de aríete” para bombear água de um nível mais baixo para um nível mais alto, assunto este que será tratado no próximo item.

Utiliza a própria força da gravidade, para obter pressão suficiente para elevar uma quantidade de água para um reservatório a uma determinada altura sem a necessidade de combustível fóssil ou uso de eletricidade.

Seu funcionamento a princípio parece desafiar as leis da gravidade, mas é muito simples: um fluxo de água percorre um tubo de captação, atravessa o aparelho e quando atinge certa velocidade e pressão uma válvula se fecha, interrompendo bruscamente o fluxo de água.

Essa interrupção brusca do fluxo faz surgir o “golpe de aríete”, provocando um aumento de pressão no interior do conjunto e transformando a energia cinética da água em energia potencial gravitacional. Esse aumento de pressão é suficiente para elevar a água para um reservatório a uma determinada altura.

Seu rendimento é pequeno, porém como seu funcionamento é contínuo e a manutenção é pequena.

O modelo de carneiro hidráulico a ser construído e utilizado no âmbito escolar é composto de canos de pvc, bucha de redução para mangueira, adaptador para mangueira, válvula de retenção vertical, registro, bomba de sucção adaptada.

O funcionamento do Carneiro Hidráulico (figura 2) é descrito da seguinte forma:

a) A água do reservatório deve encontrar-se no manancial ou caixa d'água a uma altura h em relação ao nível da bomba. Com isso, devido à pressão hidrostática na entrada da bomba, a água desce naturalmente do manancial para a bomba e escapa pela válvula de escape, até que a velocidade crescente do escoamento do líquido seja capaz de erguer esta válvula, fechando-a bruscamente;

b) O corte abrupto do fluxo de água produz o golpe de aríete que força e abre a válvula de recalque que dá passagem à água para a campânula. Com isso, o

ar presente na câmara é comprimido na parte superior da campânula, oferecendo uma resistência à entrada da água até o ponto de cessar o fluxo de água para campânula, causando o fechamento da válvula de recalque;

c) A variação de pressão causada pelo fechamento da válvula de recalque (que estanca o fluxo) produz a abertura da válvula de escape, dando origem a um novo ciclo;

d) Com a sucessão de ciclos, a água que penetra na campânula vai subindo no tubo de elevação. Quando a pressão na campânula for igual à soma da pressão de recalque e a perda por atrito no tubo da elevação, a água fluirá no reservatório superior, localizado a uma altura H em relação ao nível da bomba.

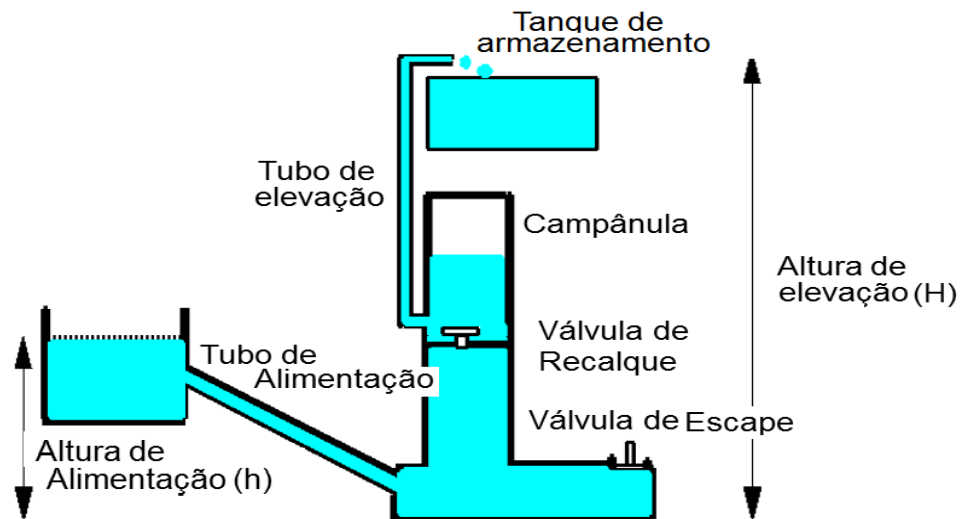


Figura 2: Diagrama Esquemático do Carneiro hidráulico

O rendimento (R) do carneiro hidráulico é calculado considerando a vazão elevada (q), medida em litros/min, da vazão recebida (Q), medida em litros/min, e das alturas da queda de água (h) e da elevação da água (H), e pode ser calculado pela expressão $R = q.H/Q.h$, onde:

R é o aproveitamento d'água entre a razão de alturas (H/h);

q é a quantidade de água que será elevada;

Q é quantidade de água disponível;

H é altura de elevação;

h é altura de alimentação

O desempenho do carneiro hidráulico depende do desnível do manancial (local onde está a água) em relação à bomba e do desnível do reservatório de armazenamento em relação à bomba. Por exemplo, se o manancial de água está a

1,0 m de desnível, o carneiro hidráulico instalado sugará a água e a transportará para um reservatório de 10m de altura.

A figura abaixo trata de um carneiro hidráulico desenvolvido pela empresa de assistência técnica (EPAGRI) de Santa Catarina.



Figura 3: Bomba Carneiro Hidráulico De 1 Polegada - Revista Globo Rural

Para ilustrar detalhadamente um modelo de carneiro hidráulico, segue uma ilustração reproduzida a partir do site da revista Globo Rural:

Como fazer o carneiro hidráulico

Montagem

1 tampa
1 cano de 40 cm* (PVC de 3/4)
1 bucha de redução para mangueira
1 adaptador para mangueira
1 válvula de retenção vertical
2 adaptadores
1 registro para esse cano
1 cano de 10 cm* (PVC de 3/4)
4 nipleis
1 bomba de sucção adaptada (veja abaixo como adaptar)
1 cotovelo
2 "t"(s)

Os encaixes dos canos de PVC com adaptadores, tampa e registro precisam ser **colados**, pois não têm rosca, os demais devem ser vedados com **fitas veda-rosca**

Vazão

Volume de água de acordo com a espessura da bomba

| | |
|------|-----------------------|
| 1/2" | 60 a 120 litros/hora |
| 3/4" | 60 a 120 litros/hora |
| 1" | 120 a 250 litros/hora |
| 2" | 400 a 600 litros/hora |

Adaptação da bomba

- 1 Primeiro, você terá de desrosquear a separando as duas partes
- 2 Faça um furo com uma broca de número 7 na tampa da peneira
- 3 Pelo furo será rosqueado um parafuso 5/16. Mas, antes de colocar o parafuso, rosqueie nele uma porca até o fim encostando na cabeça dele
- 4 Depois de rosqueado, coloque mais uma porca na altura de 10 cm da ponta do parafuso, depois coloque uma arruela e outra porca fazendo um sanduiche da arruela, unindo as duas porcas
- 5 Agora junte a mola na tampa móvel da outra parte da bomba e rosqueie, unindo as duas peças novamente

Instalação

Na ponta do cano de captação vai uma proteção com uma rede, para evitar a entrada de animais e plantas

A ponta do cano de captação deve ficar mergulhada numa profundidade de pelo menos **30 cm** dentro d'água

Da captação de água até o carneiro, deve-se respeitar uma distância de no mínimo **18 cm**

Agora, é só unir o cano de captação na bomba, prender bem o carneiro no chão usando uma estaca e instalar a mangueira de saída que vai levar a água até a caixa

Distâncias (relação entre a queda d'água e a distância de bombeamento)

| Altura da queda | Capacidade da bomba |
|-----------------|--------------------------------|
| 1 m | Altura 10 m Distância 100 m |
| 2 m | Altura 20 m Distância 200 m |
| 6 m | Altura 60 m Distância 600 m |

Como funciona

O carneiro começa a funcionar assim que a água chegar dentro dele. Nesse momento, é preciso regular a bomba de sucção. Isso é feito desrosqueando o parafuso até perceber que a bomba está funcionando bem

- 1 A água entra no carneiro com a força da gravidade e aciona a tampa (ou martelo) da **bomba de sucção**, que abre e fecha repetidas vezes, graças a uma mola
- 2 Quando a tampa abre, uma parte da água jorra para fora e volta para a natureza
- 3 Quando ela fecha, a água tende a voltar com força e encontra a corrente que vem lá da fonte. Ai ela só tem um destino: subir pela **válvula de retenção**
- 4 Quando ela atravessa a válvula, a mesma se fecha, e o ar contido no cano acima dela empurra a água
- 5 Ai então ela sai pela **mangueira**. A pressão é suficiente para subir e abastecer a caixa d'água. Isso acontece porque esses movimentos são repetitivos

Se quiser que a bomba pare de funcionar, é só fechar o registro de entrada de água

Figura 4: Construção e funcionamento do carneiro hidráulico - Revista Globo Rural.

Além do conceito de energia mecânica que é abordado nesta pesquisa, outros conceitos podem ser investigados na bomba carneiro hidráulico, hidrostática e hidrodinâmica, densidade e pressão.

A hidrostática é um ramo da mecânica dos fluidos. Seus estudos investigam e medem a pressão de fluidos incluindo o fluido atmosférico em equilíbrio estático.

Ao usar o senso comum, muitas pessoas leigas em física básica apresentam dificuldades em diferenciar os conceitos de densidade de um objeto (ou simplesmente densidade) de densidade absoluta (também conhecida como massa específica). De fato, isto pode ser confuso, mesmo que se usem representações matemáticas, pois ambas são expressas pela mesma equação.

O que difere densidade de massa específica é que a densidade leva em conta o volume total de um corpo, sendo ele oco ou maciço, enquanto a massa específica leva em consideração somente o volume da parte maciça. Assim, podemos utilizar as seguintes definições. Definimos a densidade de um corpo (ou objeto) como sendo a razão entre massa e volume. Por exemplo, para se determinar a densidade de um tijolo, necessita-se medir a massa total (m) e o volume total (V). Matematicamente, estas quantidades são relacionadas pela equação: $d = m/V$

Assim, entende-se que a densidade absoluta é uma das características de um material, enquanto a densidade mede a forma como a massa está distribuída em certo volume.

Para melhor compreensão do termo, Artuso e Wrublewski (2013) pontuam que a densidade está relacionada à flutuabilidade e a localização de objetos imersos em um sistema fluido. Desta forma, a densidade também determina outra grandeza física importante: o empuxo.

De acordo com o Sistema Internacional de Unidades (**SI**), a unidade de medida de densidade é o kg/m^3 (quilograma por metro cúbico). No entanto, é possível também expressar esta grandeza em outras unidades, desde que se mantenha inalterado o conceito de densidade como massa por unidade de volume.

A pressão é uma das grandezas da Física facilmente observada no cotidiano, sendo expressa como uma grandeza escalar que mensura a ação de uma ou mais forças sobre uma determinada superfície, cujo agente da força é líquido, gasoso ou mesmo sólido. De forma simplificada, a pressão mede a relação entre uma força e sua área de distribuição, podendo ser expressa como: $P = F/A$, em que F é força resultante aplicada perpendicularmente à superfície de área A . Note-se

que a unidade de grandeza associada à pressão, expressa no Sistema Internacional de Unidades, é Newton por metro quadrado (N/m^2), a qual recebe o nome de Pascal, sendo simbolizada por Pa. No entanto, é bastante comum no uso cotidiano expressar a pressão em outras unidades de medidas, como libras (sendo o termo correto libras por polegada quadrada) para expressar a pressão em pneus.

Outras unidades físicas aceitas ao expressar o valor da pressão são: atm (atmosfera – para comparar o valor de uma dada pressão com a pressão exercida pela atmosfera da Terra ao nível do mar), mmHg (milímetros de mercúrio – para expressar a pressão equivalente àquela exercida por uma coluna de mercúrio de altura h sobre sua base). Do ponto de vista físico, é importante ter em mente que as diferentes formas de expressar a pressão devem ser equivalentes, ou seja, sempre é possível encontrar um fator de proporção para mudar a forma de expressar a pressão de uma unidade para outra. Por exemplo: a pressão de $1,0 \text{ atm}$ equivale a 760 mmHg ou a $1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$.

No caso dos fluidos, um exemplo é a pressão exercida em uma caixa d'água, que deve estar a uma altura (H) maior do que a altura da tubulação da casa. A diferença de altura é a responsável pela pressão exercida pelo fluido. Entende-se que, no caso dos fluidos, a altura é determinante para a pressão, enquanto a força exercida pelo fluido sobre uma superfície corresponde ao peso da coluna de água que se apoia nesta superfície.

Entende-se por pressão atmosférica, a pressão existente sobre crosta terrestre proveniente do peso da coluna de ar atmosférico sobre a Terra. Como a densidade do ar diminui à medida que se afasta da superfície, quanto maior a altitude menor é a pressão sendo que a relação matemática para a pressão atmosférica não varia linearmente com a altura como no caso dos fluidos, líquidos.

A montagem do Carneiro Hidráulico utilizado na aula com os alunos foi baseada na reportagem exibida no programa Globo Rural. Onde técnicos agropecuários da EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina) ensinam a produção do carneiro hidráulico. Para montagem do carneiro hidráulico com válvulas metálicas utilizou-se os seguintes materiais e equipamentos:

2 Te de 25 mm ($\frac{3}{4}$ pol.) rosca interna

3 Niple 25 mm ($\frac{3}{4}$ pol.)

1 Válvula de retenção vertical (metal) $\frac{3}{4}$ pol.

- 1 Válvula de sucção (metal) de ¾ pol.
- 1 Bucha redução de ¾ pol. para ½ pol.
- 1 Adaptador para mangueira de ½ pol.
- 1 Parafuso 1/4 de 10 cm (rosca até o final)
- 3 porcas (chave 10)
- 1 arruela
- 1m de cano de PVC 25 mm (¾ pol.)
- 1 Registro de gaveta 25 mm(¾ pol.)
- 1 Cap 25 mm (¾ pol.)
- 3 Adaptadores cola/rosca curto 25 mm (¾ pol.)
- Mola: diversas fontes para obtenção (cabo de guarda-chuva, tesoura de poda, válvula hidra, etc.)
- Adaptador de (¾ pol.) para (1 pol.)
- Serviço de torno (válvula de sucção)
- 20 cm de Lixa 180
- 1 Fita veda rosca
- 1Cola PVC
- Serra de cortar cano
- Chave 10
- Chave grifo

Embora não haja uma sequência preferencial para a montagem depois de se praticar, iniciar a montagem pela conexão em Te (1) facilita na fixação das demais peças porque se percebe que esta é central na construção do carneiro.

Conectar os nípios (peça 2) ao Te ,o primeiro a frente e o segundo a saída lateral. Na parte de trás do Te conecta-se o adaptador curto ou luva cola/rosca.

Conecta-se a válvula de retenção vertical (peça 3) observando que a seta indicativa fique voltada para cima.

Conecta-se o niple (peça 2) a extremidade da válvula de retenção vertical.

Conecta-se o Te (peça 1) ao niple com a saída lateral voltada para o lado.

A saída vertical do Te (passo 5) conectar o adaptador curto ou luva cola/rosca (peça 14), a saída lateral conecta-se a bucha redução de ¾ pol. para ½ pol. (peça 5) , a esta se conecta o adaptador para mangueira de ½ pol. (peça 6).

Ao adaptador curto (passo 6) cola-se o pedaço de cano de 70 cm com sua respectiva tampa (cap 25 mm) (peça 13).

Ao Te do passo 1 cola-se um pedaço de cano de 10 cm fixa-se o registro (peça 12) e a este mais um pedaço de cano de 10 cm com um adaptador curto na extremidade (peça 14).

Coloca-se na extremidade do Te a válvula de trabalho (válvula de sucção de metal), no adaptador curto fixa-se o adaptador de 1 polegada e o respectivo adaptador para mangueira de 1 polegada onde se conectara a mangueira que vem do reservatório de água.

A figura a seguir refere-se ao carneiro hidráulico produzido pelo autor do texto.



Figura 5: Carneiro hidráulico em válvulas metálicas produzido pelo autor.

1.1.2 GOLPE DE ARÍETE

O nome aríete é usado desde a Idade média, havia um instrumento de guerra também chamado aríete que era constituído por uma tora de madeira reforçada e com uma cabeça de carneiro de metal em uma de suas extremidades.

Esta arma era movida ritmicamente por soldados e era usada para golpear e derrubar portões ou muros de fortalezas. O nome carneiro hidráulico vem da relação entre o instinto do carneiro (animal) dar golpes com a cabeça no que ou em quem ele vê em sua frente e o fato de o aparelho em funcionamento emitir um som característico, semelhante ao golpe do animal.

A relação entre a arma aríete e o aríete hidráulico, vem justamente do fato de que a arma era usada para dar golpes, e quando a água escoava devido à gravidade por um cano e sofre uma interrupção brusca, também surge um golpe. E esse fenômeno é chamado “golpe de aríete”.

A figura a seguir mostra o interior de uma tubulação durante a formação do fenômeno.



Figura 6: Ilustração da formação do fenômeno golpe de aríete
(<https://pt.linkedin.com/pulse/voc%C3%AA-sabe-o-que-%C3%A9-golpe-de-ariete-e-consequ%C3%Aancias-por-instruflow>)

Situação 1 - O líquido está em repouso.

Situação 2 - O líquido possui velocidade máxima.

Situação 3 – O líquido tem seu movimento interrompido.

Se uma tubulação é fechada de modo muito rápido por uma válvula, o movimento da coluna de líquido antes da válvula de bloqueio é subitamente interrompido. A inércia produz um “choque” de pressão que pode atingir valores muito maiores que a pressão de trabalho do duto. Alguns líquidos são praticamente incompressíveis, esse “choque” se propaga em todas as direções. Imediatamente depois da válvula de bloqueio, o fluxo não cessa instantaneamente e forma-se um vácuo. O líquido, em consequência, retorna (efeito rebote) contra a válvula de bloqueio e forma uma onda de choque. Essa onda viaja de um lado a outro do duto e vai gradualmente perdendo sua intensidade. Além de causar a movimentação dos dutos (momentum) pode causar danos graves a sua estrutura (absorção da energia). (SILVA, 2017).

1.1.3 ENERGIA MECÂNICA

A energia mecânica de um corpo ou de um sistema de corpos é dada pela soma de energia cinética de um corpo e da energia potencial gravitacional. Ela pode se manifestar de maneiras diversas em diferentes situações. Durante um salto em uma apresentação de ginástica olímpica, por exemplo, o ginasta tem, ao mesmo tempo, energia cinética e energia potencial gravitacional. Mas as duas modalidades de energia também podem se manifestar em outras situações, como na de um automóvel que se desloca por uma ladeira (FUKUI, et al, 2016).

O foco do trabalho é analisar a construção do conceito energia mecânica, assim segue uma breve descrição dos conceitos energia cinética e energia potencial gravitacional.

A energia que os corpos apresentam quando estão em movimento é denominada energia cinética (do grego *kinetikós*, “móvel, que produz movimento”). Para um corpo alterar seu estado de movimento movimento, é necessário que ele esteja sob a ação de forças que produzam seu deslocamento. Com a realização de trabalho pelas forças, um corpo pode aumentar ou diminuir sua energia cinética. A variação da quantidade de energia cinética de um corpo pode ser calculada da seguinte maneira: considere a situação em que um corpo de massa m , com velocidade inicial v_1 , sofre um deslocamento ΔS e adquire velocidade final v_2 . Esse corpo pode estar sob a ação de diversas forças de intensidade constante, representadas pela resultante F_R . Como inicialmente encontrava em repouso, o corpo se deslocará em movimento retilíneo na direção e no sentido de F_R . As forças

que constituem a força resultante têm intensidade constante; então, a intensidade de F_R também é constante. Assim o corpo apresenta aceleração constante e, conseqüentemente realiza um movimento uniformemente variado. O teorema para determinar a energia cinética é expresso por: $E_c=mv^2/2$.

A Terra pode exercer força de atração sobre um corpo posicionado a uma altura relativamente próxima da superfície terrestre, movimentando-o por meio da atração gravitacional. A energia associada a esse corpo é chamada de energia potencial gravitacional. Considere um corpo de massa m , à altura h do solo (posição de referência), sob a ação da força peso P , como a força peso tem intensidade constante, podemos calcular seu trabalho; sendo o deslocamento ΔS do corpo até a posição de referência (solo) igual à própria altura h em que se encontra o corpo, chega-se a expressão para energia potencial gravitacional: $E_p= mgh$.

Essa expressão permite concluir: a energia potencial de um corpo corresponde à energia armazenada que, eventualmente, pode ser convertida em outra modalidade de energia. Se o corpo for abandonado de certa altura, a energia potencial gravitacional será convertida em energia cinética; é importante frisar que diferentes modalidades de energia podem se converter em outras modalidades. A energia potencial depende da adoção de uma posição de referência, por exemplo, se o corpo estiver em uma prateleira de uma estante, pode-se adotar como nível de referência a altura da prateleira em relação ao solo.

1.2 REFERENCIAIS UTILIZADOS PARA A ELABORAÇÃO DE UMA ABORDAGEM PEDAGÓGICA

1.2.1 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (PBL)

A Aprendizagem Baseada em Problemas, do inglês *Problem Based Learning*, surgiu no final da década de 1960, na Escola de Medicina da Universidade McMaster, Canadá, devido à insatisfação de alunos mediante o grande volume de conhecimentos considerados irrelevantes ao ofício da medicina (RIBEIRO, 2008).

Desde sua origem até os dias atuais, o PBL foi disseminado para vários países, inclusive no Brasil, onde é empregado nas áreas de enfermagem, pedagogia, engenharia, administração de empresas, entre outras. Na Universidade Estadual de Londrina foi adotado no curso de medicina.

Os objetivos educacionais do PBL contemplam uma aprendizagem ativa, integrada, cumulativa e para compreensão sobre determinado conhecimento. O processo consiste em propor aos alunos situações-problemas antes de apresentar teorias e conceitos. Deve ser centrado nos alunos, em grupos pequenos e autônomos, orientados por professores (RIBEIRO, 2008).

A formulação do problema é central no PBL, deve ser entendido como um objetivo, em que o caminho para a solução não é conhecido. Ribeiro 2008, cita Gordon para categorizar o problema no PBL em desafios acadêmicos, cenários e problemas da vida real. Os problemas podem ser apresentados na forma de texto, vídeo, dramatização, entrevista com pessoas da comunidade envolvidas na resolução do problema (RIBEIRO, 2008).

O papel dos alunos nesta metodologia, conforme destaca Ribeiro (2008), é explorar o problema, tentar resolvê-lo mediante os conhecimentos prévios, identificar o que ainda não sabem e definir objetivos na aprendizagem, planejar e delegar responsabilidades no grupo, compartilhar do novo conhecimento, utilizar o conhecimento na solução do problema e avaliação do processo e desfecho do trabalho.

A função do professor será de orientação, a interação será em nível metacognitivo, isto é, fazendo perguntas aos alunos e questionando seu raciocínio (RIBEIRO, 2008).

O PBL, segundo Ribeiro 2008, como outras metodologias educacionais apresentam pontos positivos e negativos. As vantagens deste método são o favorecimento da aquisição de conhecimentos e o desenvolvimento das habilidades e atitudes profissionais dos alunos. A desvantagem é que obriga o aluno trabalhar em grupo e isso pode ser frustrante se aluno tem dificuldade em trabalhar desta forma.

1.2.2 METODOLOGIA ESTUDO DE CASO

A aplicação da metodologia Estudo de Casos, enquanto metodologia de coleta de dados, compreende o uso de pequenos textos, em que os estudantes deparam-se com tomadas de decisões perante dilemas reais ou fictícios, fazendo com que o aluno se familiarize com os personagens e características mencionadas

no caso, de modo a envolver e perceber a situação e o contexto nele presente, com o objetivo de resolver o enredo proposto (RIBEIRO, 2008).

Esta metodologia se popularizou com a publicação do artigo no ensino de ciências em 1994, intitulado *Case studies in science - a novel method of science education*, que foi um dos primeiros da série de artigos publicados no *Journal of College Science Teaching* (SÁ e QUEIROZ, 2012).

No entendimento de Herreid (1998a) um bom caso deve ser útil para o curso e aos alunos, ser relevante ao leitor, estimular o interesse para a questão ser resolvida, tratar questões atuais, ser sucinto (narrativa curta), provocar conflito, criar empatia com os personagens centrais, ter aplicabilidade na vivência do aluno. O professor deve planejar bem o problema (caso) que será tratado, pois é a partir dele que se dará a aprendizagem. Deve ser desafiador e instigante, levando o aluno a refletir e buscar mecanismos para solucionar e argumentar sobre seu desfecho.

Herreid (1998b) propôs ainda uma classificação de formatos sobre as estratégias para o ensino de ciências: formato de aula expositiva é caracterizado como uma história contada pelo professor, de discussão, será apresentado como um dilema, de atividades em pequenos grupos, narrativas a serem resolvidas que relacionam a realidade dos alunos.

Neste contexto, a peça essencial é o professor, que será o articulador na busca do conhecimento e direciona o estudante a trabalhar com o tema sugerido, desde a análise do problema fundamentado até as possíveis respostas e conclusões envolvidas naquela situação. O desenvolvimento do método de Estudo de casos pode ser diversificada e se restringe na maneira como o educador espera que os alunos elaborem a solução do problema proposto.

Segundo Yin (1984) os estudos de casos podem ser essencialmente exploratórios, servindo para obter informação preliminar acerca do assunto de interesse com a qual o professor irá iniciar o conteúdo a ser ministrado. Podem ser fundamentalmente descritivos, tendo como proposta caracterizar e interrogar a situação ocorrida dentro daquele contexto. E ainda, podem ser analíticos, procurando problematizar o seu objeto de estudo, construir ou desenvolver novos conhecimentos ou confrontá-los com os conhecimentos já existentes.

Após a seleção da forma como o caso será ministrado com os alunos e a elaboração do mesmo, outra importante etapa consiste na formulação de questões a serem trabalhadas pelos alunos, considerando os objetivos esperados com seu

desenvolvimento. Nessa etapa devem ser contemplados os conteúdos científicos, as habilidades que se deseja que os alunos adquiram, as formas como os conceitos a serem aprendidos serão desenvolvidos e sua execução na formulação da possível solução a ser apresentada.

Como essa etapa envolve a tomada de decisão, existem vários modelos normativos que podem auxiliar o professor na elaboração de questões, como os citados e discutidos no livro *Estudo de casos no Ensino de Química* (SÁ e QUEIROZ, 2010).

1.2.3 ESTUDO DE CASO NO ENSINO DE CIÊNCIAS E O ENSINO DE FÍSICA

No Brasil, são encontradas poucas publicações sobre Estudo de Casos no Ensino de Ciências. Efetuando uma busca por informações por meio da internet e em livros sobre o uso deste método, encontramos os seguintes trabalhos: Brito e Sá (2010), que relatam o estudo de casos como estratégia para estimular a argumentação de alunos do ensino médio sobre questões sócio científicas relacionadas ao tema biocombustíveis.

Outro trabalho encontrado foi o de Pinheiro e colaboradores (2010), no qual os autores descrevem que o método de estudo de casos, apesar de não ser muito utilizado no ensino superior, especificamente nos cursos de Química, vem se configurando como eficiente no que se refere à aprendizagem e para uma formação mais ampla do licenciando.

Os autores relatam suas experiências com o desenvolvimento do método com licenciandos e estes, por sua vez, desenvolvem o método no ensino médio, utilizando como tema o biodiesel. Como resultado deste trabalho os autores conseguiram aliar a experimentação e a leitura, ao conhecimento científico-tecnológico e a formação do futuro professor com novas metodologias que privilegiam aspectos tecnológicos, sociais, econômicos e ambientais da Química.

Outro recente trabalho publicado foi de Silva e colaboradores (2012), o qual aborda o estudo de casos como recurso didático para o ensino de química no nível médio, as autoras defendem que com o método de estudo de casos, corretamente desenvolvido, o processo transforma-se em uma poderosa ferramenta no processo de ensino e aprendizagem, e assim, portanto, restará ao professor a responsabilidade de orientar as pesquisas. O trabalho consistiu na elaboração e

proposição de um caso para abordar os rótulos nos produtos alimentícios, considerando que este assunto permeia o cotidiano dos alunos, podendo ser usado para contribuir no processo de ensino e aprendizagem de conceitos que envolvem a química tais como: caloria, porcentagem de valores diários, a forma como está presente o elemento sódio e a confusão entre os termos *diet*, *light*, normal.

Na Química o método ainda tem a sua maior abrangência nos cursos de ensino superior, na formação de professores, entretanto no ensino médio alguns professores estão aderindo a esta proposta.

O grupo de pesquisa em Ensino de Química do Instituto de Química de São Carlos (UFSCAR) disponibiliza exemplos de casos e sugestões de atividades, por meio de congressos que enfatizam propostas didáticas para o ensino de ciências e, especialmente, pelo trabalho de aplicação e levantamento de dados realizado no livro *Estudo de Casos no Ensino de Química* (SÁ; QUEIROZ, 2009), que traz o uso do método abordado nos cursos de ensino superior e que serve de referência para a construção e uso do método no Ensino Médio.

Como exemplo da utilização do estudo de casos, podem ser destacados aqueles propostos pelos alunos do curso de Bacharelado em Química do Instituto de Química de São Carlos, (SÁ; QUEIROZ, 2006). De acordo com os autores, foram elaborados cinco casos e foi solicitado aos alunos que propusessem alternativas de solução para cada um deles, para que em seguida, produzissem um texto sobre o assunto abordado no caso. Os cinco casos tratavam de contextos questões sociais, ambientais, econômicas e/ou éticas. Os casos foram nomeados: *Praga do Coqueiro*, *Caso das Próteses*, *Ameaça nos Laranjais*, *Poluição em Rondônia* e *Doença de Granja*. A título de exemplo, segue a descrição de um deles: “*O Caso das Próteses*” que retrava sobre a situação de um jovem estudante de física da USP, chamado João Carlos, vítima de um grave acidente de moto, que provocou uma grande fratura no seu maxilar. As sequelas causadas pelo acidente fizeram com que o rapaz se tornasse uma pessoa triste, com baixa autoestima e sem vontade de se relacionar com as outras pessoas. Além disso, o jovem ficou com dificuldades para falar e mastigar comidas sólidas. A situação de João Carlos é complicada, pois a família não dispõe de recursos financeiros suficientes para busca de tratamento particular, tendo que recorrer ao Sistema Único de Saúde (SUS). Cabia aos estudantes propor uma resolução do caso para ajudar a equipe de médicos a escolher o tipo de prótese mais conveniente para o caso de João Carlos.

Em suma, o método Estudo de Casos deve propor um dilema onde os alunos irão buscar possíveis soluções para o caso, o processo transforma-se em um poderoso instrumento para o diagnóstico do aprendizado, o papel do professor é de orientar a pesquisa e as propostas apresentadas até a resolução do caso apresentado.

O ensino da física tomou um impulso considerável nos anos de 1960, motivado pelo desenvolvimento científico e tecnológico ocasionado pela “corrida espacial” (GASPAR, 1995; MOREIRA, 2000) que, ao gerar novas carreiras técnicas oferecendo oportunidades profissionais, produziram a sensação da necessidade de se estudar física para uma melhor colocação na vida, ou para compreender a nova realidade.

Segundo (COSTA, 2015) as falhas conceituais, a ausência de conteúdos e a falta de habilitação para o ensino laboratorial por parte dos professores de física são constatações recorrentes no ensino secundário, que sugerem limitações na preparação inicial desses docentes no curso de licenciatura;

É bastante reduzida a taxa de formados pelos bacharelados e pelas licenciaturas em física devido ao não preenchimento de vagas e à evasão, e ao contingente de professores de física em serviço falta assistência pedagógica ou o assessoramento de pessoas mais experientes.

Muitos dos livros de ciências e *kits* experimentais inicialmente empregados no país para a educação científica foram importados, traduzidos ou adaptados, como ocorreu com o PSSC4 e o Projeto Harvard, no entanto se mostraram impraticáveis com professores e escolares de realidade educacional diversa daquela dos estudantes e docentes estrangeiros (GASPAR, 1995; MOREIRA, 2000), o que estimulou a produção nacional de “tecnologia educacional” mais adequada, como indicam os resultados das avaliações do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM).

Sobre as condições de trabalho do professor (GATTI, 2009), dentre as dificuldades existentes destacam-se: baixo nível da remuneração praticada – que desestimula os jovens em optarem profissionalmente pelo magistério, excesso de trabalho e de atribuições, insuficiência de instalações adequadas, e desprestígio político-institucional.

A física é ensinada da primeira à terceira série, cobrando um conjunto extenso de conteúdos desde a mecânica ao eletromagnetismo e, raramente, até a

física moderna e contemporânea. Entretanto, a avaliação dos resultados de aprendizagem alcançados ao término desses 3 anos de estudos tem revelado carências crônicas nessa preparação pré-universitária. Por exemplo, a base em matemática dos estudantes é deficitária a ponto de, quando aprovados no vestibular, muito aquém de não saberem o que venha a ser uma derivada ou integral, chegam ao primeiro ano sem o domínio das operações com frações (COSTA, 2015).

1.3 CONTEXTUALIZAÇÃO

Como a pesquisa engloba alunos de áreas rurais, é necessário refletir sobre a educação desenvolvida nas escolas com a especificidade de atender a alunos dos espaços rurais. Para tanto, tecem-se algumas considerações a respeito da Educação do Campo, no próximo item.

1.3.1 EDUCAÇÃO DO CAMPO

São abordados nesta parte do trabalho alguns elementos da Educação do Campo. Não se pretende, portanto, analisar o tema de maneira ampla e exaustiva quanto a seu histórico e características, mas sim interpretá-lo a partir das particularidades dos alunos pesquisados.

No Brasil como em outras partes do mundo a escolarização formal, institucionalizada pelo Estado, surge nas cidades. O interesse em ofertar escolarização à população do campo, em nosso país, relaciona-se com o fim da escravidão, com a chegada ao país dos imigrantes europeus e também com as alterações que passaram a ocorrer na estrutura produtiva rural e urbana, visto que, com o processo de industrialização em curso no Brasil durante o século XX, o êxodo rural aumenta significativamente. A educação ofertada às populações rurais brasileiras possuía um caráter emergencial. Não foi concebida a partir da constatação de que os moradores do campo são cidadãos com os mesmos direitos dos habitantes das cidades. Se assim fosse, um sistema educacional nacional tenaz para as áreas rurais deveria ter sido concebido e estruturado a partir de leis e concepções pedagógicas consistentes. Não foi o que aconteceu, “[...] a escola surge no meio rural brasileiro tardia e descontínua” (CALAZANS, 1993, p. 16). Esta

situação precária da educação rural brasileira é reconhecida pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC), do governo federal.

A escola no campo brasileiro surge tardiamente e não institucionalizada pelo Estado. Até as primeiras décadas do século XX, era destinada a uma minoria privilegiada; embora o Brasil fosse um país de origem e predominância eminentemente agrária, a educação do campo não foi sequer mencionada nos textos constitucionais até 1891, evidenciando o descaso dos dirigentes e as matrizes culturais centradas no trabalho escravo, na concentração fundiária, no controle do poder político pela oligarquia e nos modelos de cultura letrada européia (BRASIL, 2004, p. 7).

Adotando um discurso urbanizador, segundo o qual o desenvolvimento industrial em curso no Brasil faria desaparecer a sociedade rural, os problemas educacionais do meio rural foram tratados com políticas compensatórias, programas e projetos emergenciais, negando o campo como espaço de vida, de constituição de sujeitos cidadãos (BRASIL, 2004).

Pode-se considerar que a sociedade brasileira somente despertou para a educação rural em razão do forte movimento migratório interno do campo para as cidades, dos anos de 1910 e 1920. Na década de 1920 surge então um movimento denominado de “Ruralismo Pedagógico” que pretendia, através da crítica à urbanização, fixar o homem no campo e evitar o êxodo rural. Este Ruralismo Pedagógico que ainda se fazia presente na década de 1940, constitui-se em uma resposta de políticos e educadores à questão social do inchaço das cidades e da incapacidade de absorção da mão-de-obra disponível, pelo mercado urbano. Isto preconizava uma educação que levasse o homem do campo a compreender o “sentido rural da civilização brasileira” e a reforçar os seus valores, a fim de fixá-lo na terra, o que acarretaria a necessidade de adaptar programas e currículos ao meio físico e cultural rural (CALAZANS, 1993). De concreto nesta educação ofertada à população rural, houve uma grande quantidade de programas e criação de órgãos, contudo, conforme os governos se sucediam, as ideias também se sucediam, ficando a impressão de que “A posição nos programas do setor público não era unívoca, faltando, portanto, uma coerência teórica para suportar as estratégias das propostas que desenvolviam” (CALAZANS, 1993, p. 36).

Concebida para manter o homem no campo e não para educá-lo, no sentido amplo do termo, pode-se considerar que a educação rural brasileira foi idealizada não para os sujeitos do campo, mas, a partir da necessidade urbana de não ser invadida por estes, ou então que “[...] na história do Brasil, toda vez que houve alguma sinalização de política educacional ou de projeto pedagógico específico, isto

foi feito para o meio rural e muito poucas vezes com os ou pelos sujeitos do campo” (CALDART, 2008, p. 27).

As populações rurais no Brasil tiveram acesso ao ensino escolar regular após as populações urbanas. Não houve, contudo, cuidados no sentido de conceber a educação para aquelas populações de maneira distinta da escolarização urbana, dadas as características e necessidades singulares dos habitantes dos espaços rurais em relações aos habitantes dos espaços urbanos.

Este breve histórico da educação rural permite compreender que o Estado brasileiro possui uma histórica dívida educacional em relação aos povos do campo. Estes sempre foram objetos das iniciativas governamentais – que historicamente não se constituíram em políticas públicas. Este contexto se alterará somente a partir das duas últimas décadas do século XX, com a eclosão de um movimento denominado Educação do Campo, capitaneado pelos movimentos sociais de reivindicação de reforma agrária.

[...] fica explícito que a educação rural teve um lugar marginal na Política educacional brasileira e que somente após o final da década de 1980 decorrer da década de 1990 houve sinais de mudanças, mediante a ação dos movimentos e organizações sociais voltados à educação do campo (PARANÁ, 2006, p. 19).

Via atuação nos movimentos sociais reivindicatórios de uma Educação do Campo, pretende-se que o camponês deixe de ser objeto e passe a ser sujeito na construção de políticas públicas, inclusive educacionais, para o campo. A Educação do Campo é definida como uma política pública caracterizada “[...] como o resgate de uma dívida histórica do Estado aos sujeitos do campo, que tiveram negado o direito a uma educação de qualidade, [...]” (PARANÁ, 2006, p. 9). Diversos autores destacam a importância dos movimentos sociais do campo para a criação e consolidação da Educação do Campo (ARROYO, 2004, 2006), (CALDART, 2004, 2008, 2009), (FERNANDES, 2004), (NETO, 1999). Estes movimentos inverteram a lógica teoria-prática, segundo a qual após as elaborações teórico-conceituais e legais é que as políticas educacionais são implementadas, postas em prática. Neles, a pressão pela institucionalização surge após a tomada de atitude, a ação prática. Segundo Almeida (2008) os movimentos sociais compreendem que a Reforma Agrária não se esgota na conquista da terra, sendo necessários outros passos para que a justiça social se faça de forma plena no campo. Esta concepção está no cerne de movimento de luta pela Educação do Campo.

Talvez o interesse do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) – que pode ser considerado o mais relevante dentre os movimentos sociais do campo – pela educação, de início, tenha sido mais uma necessidade que um interesse, visto que:

Sem poder contar com a ajuda oficial dos governos durante o período de acampamento, o MST tem que encontrar alternativas próprias para manter as crianças estudando, pois durante este período, o Estado não reconhece o direito de cidadania das pessoas que ali estão, alegando que isso seria reconhecer como legítima a ocupação de terras (NETO, 1999, p. 44).

Pode-se considerar que esta mobilização dos movimentos sociais do campo – advinda de suas necessidades – pressionando o Estado a implementar políticas educacionais que atendam aos interesses dos povos do campo em sua diversidade englobando além dos camponeses os povos indígenas e quilombolas contribui para que fossem criados dispositivos legais específicos para a Educação do Campo, ou para a inserção em legislações educacionais gerais de artigos ou incisos específicos a mesma, dentre os quais pode-se citar a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional LDB 9.394/96 .

No contexto de um Estado democrático com cidadãos plenos de direitos, a pressão popular evidencia que:

Além de responder às reivindicações históricas dos movimentos sociais do campo, o fortalecimento da educação do campo é uma exigência da Constituição Federal e da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). [...] Mudar o panorama da educação no campo é um dos maiores desafios educacionais que o Brasil tem pela frente (BRASIL, 2007, p. 42).

Neste contexto, A 1ª Conferência Nacional por uma Educação Básica do Campo, realizada em 1998 em Luziânia, GO, é definida como um momento de batismo coletivo de um novo jeito de lutar e de pensar a educação para o povo brasileiro que trabalha e vive no campo, sendo a alteração do nome da articulação do movimento de “por uma educação básica do campo” para “por uma Educação do Campo” representativo de que não se queria educação somente na escola formal, mas que o direito à escola pública do campo compreende da educação infantil à universidade (CALDART, 2005 ou 2008). Para Arroyo (2006) os povos do campo no Brasil vêm sofrendo com desigualdades históricas, econômicas, sociais e educacionais. Assim, como parte de uma dívida histórica há uma dívida de conhecimentos para com os povos do campo brasileiro, dívida que subentende que o direito à educação é inseparável da pluralidade de direitos humanos como o direito

à terra, à vida, à identidade, dentre outros, sendo preciso construir sujeitos de direito com consciência de direitos.

Esta dívida de conhecimento subentende que as pessoas que vivem no campo têm o direito de ter acesso a uma educação que pense o mundo a partir de seu espaço de vivência, o campo. O que não tem ocorrido. Para os teóricos da Educação do Campo uma educação urbana é desenvolvida nas escolas do campo, que não se constituem, portanto, num ambiente de reflexão sobre a vida do camponês, mas sim, num ambiente que impõe um modelo urbano que transmite e reforça a ideologia da divisão entre os homens cultos da cidade e os homens incultos do campo. Neste contexto, a população do campo incorpora uma visão de mundo que se constitui num verdadeiro círculo vicioso em que é preciso sair do campo para continuar a ter escola e ter escola para poder sair do campo. O descaso com a educação no meio rural tem levado a uma compreensão de que o lugar de quem estuda é na cidade e que para continuar na roça, os trabalhadores não precisam de estudo.

Apesar de a criança rural ter uma série de conhecimentos ligados à vida na roça, na escola, os conteúdos a ela oferecidos, partem do princípio de que para ser culto é preciso ser letrado, possuir uma formação típica para os desafios do mundo urbano (NETO, 1999). Assim, “[...] a nova geração do campo está sendo “deseducada” para viver no campo, perdendo assim sua identidade cultural e seu projeto de futuro.” (SILVA et al. 2006, p. 77). A cultura passa a ser concebida unicamente como cultura letrada, não abrangendo os saberes e os conhecimentos do dia a dia dos alunos.

A cultura hegemônica trata os valores, as crenças, os saberes do campo de maneira romântica ou de maneira depreciativa, como valores ultrapassados, como saberes tradicionais, pré-científicos, pré-modernos. Daí que o modelo de educação básica queira impor para o campo currículos da escola urbana, saberes e valores urbanos, como se o campo e sua cultura pertencessem a um passado a ser esquecido e superado, como se os valores, a cultura, o modo de vida, o homem e a mulher do campo fossem uma espécie em extinção. Uma experiência humana sem mais sentido, a ser superada pela experiência urbano-industrial moderna (ARROYO, 2004, p. 79-80).

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Apresenta-se a seguir uma breve caracterização de Tamarana situando o local em que os alunos participantes da pesquisa vivem e estudam.

2.1. CARACTERIZAÇÃO DE TAMARANA

Tamarana localiza-se ao sul da cidade de Londrina, numa porção territorial denominada Gleba Três Bocas, cujo povoamento não se inseriu no processo de colonização capitaneado pela Companhia de Terras Norte de Paraná (CTNP). Nas terras da Companhia predominou a comercialização de pequenas propriedades adquiridas principalmente por paulistas e mineiros, com início em fins da década de 1920 e início da década de 1930. Na Gleba Três Bocas a ocupação iniciou-se com posseiros “safristas” vindos do sul do estado do Paraná em período anterior a 1920.

Conforme Batista (2010) as terras da Gleba Três Bocas ocupavam área de aproximadamente 50.000 alqueires ou 121.000 ha, estendendo-se de leste para oeste desde o Rio Tibagi até o espigão geral, onde atualmente se situam Apucarana e outros municípios; e de norte para sul, desde o Ribeirão Três Bocas, próximo ao sítio urbano de Londrina até o vilarejo São Roque, atual Tamarana, chegando até o Rio Apucarantina, caracterizando-se como uma zona de transição entre o sul do Paraná ou Paraná Tradicional, povoado desde o Brasil Império e o Norte do Paraná, área de terras desbravadas e colonizadas em épocas mais recentes. O referido autor cita que em 1908 houve uma primeira divisão judicial de parte das terras da Gleba Três Bocas localizadas próximas ao Rio Tibagi, no lado leste da grande gleba beneficiando primitivos proprietários paranaenses de cidades do sul do estado, Tibagi, Castro e São Jerônimo que se tornaram proprietários sem mesmo conhecer as terras. Com efeito, estas terras foram ocupadas primeiramente pelos índios Kaingangues. Tratando-se dos não indígenas, no entanto, foram posseiros, safristas, que “[...] efetivamente foram os primeiros a povoarem a área e nela exercerem uma atividade econômica: a engorda de suínos” (BATISTA, 2010, p. 102). Sobre os safristas na Gleba Três Bocas Batista (2010) analisa que, nas primeiras décadas do século XX, embora o milho não tivesse mercado, a banha de porco tinha, a suinocultura passou a ser a atividade dominante enquanto geradora da banha utilizada na alimentação humana, assim, ao lado de produtores de subsistência existiam os safristas que além de criadores de suínos possuíam certo capital e compravam porcos dos caboclos. Estes safristas ajudaram a constituir a fronteira demográfica que avançava sertão adentro buscando terras para reproduzir seu modo de vida baseada na posse e venda da única mercadoria passível de comercialização naquela época, os suínos. Sobre a importância da suinocultura no

norte do Paraná, Monbeig (1998, p. 253) cita que “[...] na região de Londrina, o número de porcos eleva-se a 280.000 em 1943”.

Ao abordar a ocupação da região pelos safristas, Batista (2010, p. 107) cita São Roque, hoje Tamarana:

Especificamente nas terras da Gleba Três Bocas, em sua porção sul, chegou-se a formar um núcleo aglutinador, o de São Roque, constituído basicamente de caboclos conhecidos pela denominação de safristas. Estes safristas eram criadores de porcos, seminômades que, vindos do Sul, começavam a penetrar nas florestas do Norte em busca de regiões novas e mais férteis.

A comparação com Londrina e o papel dos safristas na formação de Tamarana é destacado no trecho a seguir,

Sua formação não esteve ligada a iniciativas de empresas, como ocorreu com Londrina e outros municípios do Paraná. A iniciativa de seu povoamento é oriunda primeiramente do Paraná tradicional e de proprietários paulistas, nas primeiras décadas do século XX. Seu núcleo urbano, no princípio, tinha relação estreita com o município de Tibagi - localizada a 160 Km de distância - já que Londrina só veio a se formar algum tempo depois. [...] Ressalta-se que foram os safristas oriundos do Paraná tradicional que fundaram o núcleo urbano, atraindo, um tempo depois, pequenas casas de comércios (secos e molhados) e bares, [...] (OLIVEIRA, 2008, p. 12)

Apesar das divergências de datas das fontes pesquisadas Oliveira (2008) aponta que as primeiras movimentações de safristas na região foram verificadas no período entre 1915 e 1925. São Roque se tornou distrito em 1930, pertencendo ao município de Tibagi. A falta de ligação com Londrina explica-se pelo fato de que somente a partir da década de 1940 a abertura de estradas rurais e a circulação de veículos permitiu que a mesma ocorresse efetivamente. Em 1939 São Roque é anexado ao município de Londrina e através do Decreto Lei nº 199, de 30 de outubro de 1943 há a alteração do nome do distrito de São Roque para Tamarana. Retomando a questão da ocupação da terra na região, talvez em virtude da comercialização das terras da área colonizada pela Companhia de Terras Norte do Paraná (CTNP) e pelo receio por parte dos proprietários de terras na Gleba Três Bocas de que os posseiros requisitassem a propriedade das terras em que viviam, em 1941 realizou-se a segunda divisão judicial das terras da gleba, nas quais, segundo Batista (2010) cerca de duzentos condôminos tiveram a situação de suas terras regularizadas, tornando-se proprietários, denotando o predomínio da grande propriedade na referida área.

Conforme já mencionado, no Brasil, os camponeses, de acordo com Martins (1983), são tidos como possuidores de uma existência marginal na sociedade. Os posseiros ao não possuir a propriedade da terra vivem situação ainda mais desfavorável, “[...] tal como ocorreu em outras regiões do país, sobretudo nas áreas de fronteira agrícola, onde o posseiro chega antes do proprietário e limpa a terra, sendo depois expropriado. Na Gleba Três Bocas isso não foi diferente” (BATISTA, 2003, p. 70).

O sistema de safras começou a declinar a partir de 1944, período em que o café já havia se disseminado por vastas extensões de terra no norte paranaense e também se iniciado na Gleba Três Bocas, principalmente em duas de suas maiores Fazendas: a Santa Tereza e a Guairacá (BATISTA, 2010).

O fim do regime de trabalho dos safristas é abordado no trecho a seguir:

Esta forma não representava uma dinamização das atividades econômicas, pois a terra era ocupada e não comprada e, guardadas as devidas proporções no tempo e no espaço, os safristas desenvolviam um sistema fechado em que, raramente, iam ao mercado adquirir as mercadorias que não conseguiam produzir ou até mesmo confeccionar. Desta forma não contribuíam com o crescimento da fronteira econômica, geralmente representada pela vila ou município para onde conduziam, uma ou duas vezes por ano, os animais para a venda. [...] A partir do momento em que o estado passou a vender ou fazer concessões de grandes extensões de terra para que companhias privadas loteassem e as vendessem na forma de pequenos lotes, a terra tornou-se propriedade privada e não mais devoluta. Isto conferiu valor de mercadoria às terras norte paranaense, denotando o fim do regime de trabalho dos safristas (BATISTA, 2010, p. 104-105).

Embora existisse a presença dos posseiros e safristas a propriedade oficial ou legal as terras na porção territorial que constitui atualmente as áreas do distrito de Lerroville e do município de Tamarana, no entanto, caracterizou-se pela grande propriedade, ao contrário do ocorrido nas terras colonizadas pela CTNP.

A abordagem das distintas formas de apropriação da terra nas áreas colonizadas pela CTNP e nas áreas da Gleba Três Bocas pode ser entendida como uma das razões do surgimento e crescimento de várias cidades próximas a Londrina enquanto os distritos deste município, localizados na gleba, não alcançaram semelhante incremento populacional. Um destes distritos é Lerroville.

O núcleo urbano de Lerroville surge no ponto mais alto do espigão onde passava a estrada que ligava os distritos de Tamarana e Paiquerê, sendo 29 de novembro de 1963 a data da criação do distrito através da Lei nº 4.783, constituindo-se no início nas vendas de comércio para os agricultores circunvizinhos. A cultura cafeeira foi intensificada no distrito entre 1963 e 1964 em decorrência da decisão de

muitos proprietários em explorar as terras desmatadas em razão de um grande incêndio ocorrido em 1963. Desde então, de forma distinta dos demais distritos de Londrina, em Lerroville o cultivo de café foi preservado e se destaca em pequenas propriedades de agricultura familiar. Um viés de análise acerca da influência da população rural de Tamarana para o desenvolvimento econômico do município pode ser expresso pelo seu consumo no comércio local. A partir da década de 1980 a instalação de vários assentamentos rurais neste município tem alterado mais do que somente a estrutura fundiária do mesmo.

Conforme Silva (2007) existiam, no município de Tamarana em 2005, 14 assentamentos rurais onde viviam 382 famílias. Considerando-se uma média de quatro pessoas por família, pode-se cogitar a população assentada em aproximadamente 1.500 pessoas.

Segundo a autora antes da instalação dos assentamentos rurais a agricultura do município de Tamarana poderia ser considerada como de baixo dinamismo, com grandes áreas de pastagens, plantação de pinus ou eucalipto ou mesmo relegadas ao abandono. As desapropriações e a repartição da terra provocaram um rearranjo no processo produtivo da agricultura municipal com desdobramentos socioeconômicos no espaço rural e urbano, concluindo que “O fluxo demográfico, de que muitas vezes demanda o assentamento, contribui sensivelmente para a revisão das políticas públicas locais e para a dinamização do comércio da cidade, [...]” (SILVA, 2007, p. 104).

Através de entrevistas com comerciantes da cidade Silva (2007) constatou que a territorialização dos assentamentos rurais em Tamarana, ao provocar mudanças na forma de uso do solo do município tem ampliado e diversificado a oferta de alimentos, contribuindo simultaneamente para a circulação do capital e para novas formas de relações sociais que podem representar transformações e redefinições de outras práticas a partir das relações sociais redefinidas em torno da posse da terra.

A instalação dos assentamentos rurais, ao aumentar a demanda por produtos agropecuários em Tamarana, favoreceu o estabelecimento de novas lojas relacionadas ao setor nos últimos dez anos (SILVA, 2007). Ao estabelecer uma escala de quatro níveis para a importância dos assentamentos para o comércio da cidade: muito importante, importante, pouco importante e nada importante, segundo a autora, 75% dos comerciantes entrevistados os reconheceu como muito

importante, enquanto 25% como importante. Na pesquisa de Silva (2007, p. 121) os comerciantes relatam que a população da cidade de Tamarana consome menos no comércio local que a população rural do município:

A população rural de Tamarana tem peso na movimentação do comércio do município, os próprios comerciantes reconhecem a participação da população rural nos estabelecimentos, pois 88% dos entrevistados disseram que seus fregueses mais frequentes são moradores da zona rural, 12% não souberam diferenciar, enquanto nenhum dos entrevistados citou a população urbana.

2.2 MÉTODO DE PESQUISA: COLETA E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

Segundo a abordagem qualitativa, o enfoque metodológico adotado nesta pesquisa, tão importante quanto a análise dos dados, é a concepção e a organização das etapas da pesquisa. Caracteriza-se, a seguir, a Análise de Conteúdo enquanto técnica qualitativa e realiza-se a descrição das atividades concernentes à organização da mesma e a elaboração dos instrumentos de coleta de dados.

Neste item retomam-se alguns aspectos da pesquisa qualitativa enquanto modalidade geral de pesquisa que não foram contemplados na Introdução deste trabalho, bem como se tece algumas considerações a respeito da Análise de Conteúdo enquanto técnica particular de investigação qualitativa. A citação a seguir traduz com fidelidade a concepção de pesquisa qualitativa, na qual o próprio termo “pesquisa” passa a possuir um novo significado. Ficam evidentes as intenções do pesquisador através desta abordagem. Não se buscam conclusões, sim compreensões.

O observador busca compreender o fenômeno, mas não numa perspectiva alheia e racional, mas numa posição interrogativa de quem está no mundo atribuindo significado às coisas, selecionando o que deseja conhecer. O conhecimento daí advindo são compreensões e por isso não se mostram como conclusivos (NUNES, 2009, p. 49).

Considera-se, no contexto da escolarização em foco, que tanto o pesquisador – que é professor da educação básica – quanto os alunos participantes são os sujeitos da pesquisa.

[...] é possível afirmar que a pesquisa qualitativa traz consigo uma valorização do pesquisador e do participante como sujeitos, como pessoas dotadas de desejos, vontades, opiniões, crenças e, assim, de conhecimento. [...] O conhecimento sob a ótica qualitativa é construção local, social, que contempla os pontos de vista dos sujeitos que o formula (NUNES, 2009, p. 56).

Conforme Goldemberg (1999) por tratar-se de um processo, é impossível prever todas as etapas de uma investigação científica. A pesquisa qualitativa, por não conter regras e etapas rígidas a serem seguidas pressupõe que o pesquisador esteja consciente dos resultados que pretende alcançar e que a estruturação das etapas e procedimentos utilizados influenciará nestes resultados. A concepção, escolha e aplicação dos procedimentos metodológicos é, portanto, tão importante quanto a análise dos resultados da aplicação destes.

Os dados qualitativos consistem em descrições detalhadas de situações com o objetivo de compreender os indivíduos em seus próprios termos. Estes dados não são padronizáveis como os dados quantitativos, obrigando o pesquisador a ter flexibilidade e criatividade no momento de coletá-los e analisá-los. Não existindo regras precisas e passos a serem seguidos, o bom resultado da pesquisa depende da sensibilidade, intuição e experiência do pesquisador (GOLDEMBERG, 1999, p. 53).

Estas características conferem ao pesquisador certa liberdade ao propor e realizar pesquisas qualitativas, “[...] o pesquisador orientado pelo enfoque qualitativo tem ampla liberdade teórico-metodológica para realizar seu estudo.” (TRIVIÑOS, 1987, p. 133).

Tal liberdade não deve ser confundida com falta de rigor metodológico, sendo o detalhamento descritivo de suma importância na pesquisa qualitativa.

Nesta pesquisa, optou-se pela Análise de Conteúdo como procedimento qualitativo para organizar os dados e informações e analisá-los. A seguir tecem-se algumas considerações a seu respeito.

Com a explosão da comunicação característica de nossos dias tornou-se imperativo a compreensão para além dos significados imediatos desta, por meio das palavras, imagens, textos e discursos. A descrição e interpretação de opiniões, estereótipos e representações individuais e sociais o recurso da análise de conteúdo parece útil (BARDIN, 2011). Sua finalidade é explicar e sistematizar o conteúdo da mensagem e o significado desse conteúdo, por meio de deduções lógicas, tendo como referência quem a emitiu, seu contexto e efeitos (OLIVEIRA et al, 2003).

Pode-se considerar a análise de conteúdo como:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens (BARDIN, 2011, p. 48).

Conforme a autora o objetivo da análise de conteúdo é a manipulação da mensagem – no sentido de seu conteúdo e da expressão deste – para evidenciar os

indicadores que permitam inferir sobre uma outra realidade que não a da mensagem, revelando elementos de ordem psicológica, sociológica, histórica, dentre outros.

Quanto à sua organização, a análise de conteúdo possui três fases:

- a pré-análise;
- a exploração do material; e
- o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

A pré-análise constitui a fase de organização propriamente dita, objetivando o estabelecimento de um programa de análise preciso, por meio da sistematização de ideias e elaboração dos objetivos e dos indicadores que fundamentem a interpretação final.

Mesmo com intuito objetivo, Bardin (2011, p. 125-126) destaca que a pré-análise caracteriza-se pela intuição. “A pré-análise tem por objetivo a organização, embora ela própria seja composta por atividades não-estruturadas, “abertas”, por oposição à exploração sistemática dos documentos”. Por exemplo, na leitura flutuante busca-se estabelecer um primeiro contato com o material a analisar por meio das impressões que o conhecer do texto proporciona. Na pré-análise podem ser propostas hipóteses (afirmações provisórias a serem verificadas) cuja origem é a intuição do pesquisador. Estas possuem função norteadora, sob o risco de tornarem-se limitadoras da análise. É preciso cuidado quanto à sua elaboração e verificação. “Formular hipóteses consiste, muitas vezes, em explicitar – e, por conseguinte, em dominar – dimensões e direções da análise, que apesar de tudo funcionam no processo” (BARDIN, 2011, p. 130).

Nesta fase são realizadas operações de recorte do texto em unidades comparáveis de categorização para análise temática e de modalidade de codificação para o registro dos dados. As hipóteses interagem com as primeiras leituras do texto (leitura flutuantes) na construção de indicadores precisos e seguros que nortearão a pesquisa. Os objetivos da pesquisa e uma primeira leitura do texto ajudarão o pesquisador a determinar as unidades de registro pertinentes (OLIVEIRA et al, 2003).

A fase de exploração do material decorre da aplicação sistemática das decisões tomadas na fase de pré-análise. É longa e fastidiosa, caracterizada pelas operações de codificação, decomposição ou enumeração em função de regras previamente formuladas.

Na última fase, de tratamento dos resultados, os dados brutos são organizados em quadros, gráficos, modelos e análises que condensam e põe em relevo as informações fornecidas pela exploração do material objetivando torná-los significativos, “falantes” e válidos. Segundo Bardin (2011) a partir de resultados significativos e fiéis o analista pode propor inferências, por meio da qual a análise de conteúdo ultrapassa o alcance descritivo, possibilitando interpretações concernentes aos objetivos da análise ou a descobertas inesperadas e também que se possa egressar as causas e efeitos das características da comunicação.

Embora a Análise de Conteúdo esteja presente em todo o processo de interpretação das concepções dos alunos, como norteadora do preparo e organização dos instrumentos de coleta de dados e posteriormente organização e análise dos dados e informações neles contidos, destacam-se as unidades de contexto e de registro.

A unidade de registro é a unidade de significação codificada que contém o segmento considerado unidade de base para a categorização. A unidade de contexto é mais ampla que a unidade de registro, por exemplo, pode ser a frase para a palavra, o parágrafo para o tema. Serve de unidade de compreensão para codificar a unidade de registro, para que se possa compreender sua significação exata (BARDIN, 2011).

Para a autora uma análise temática objetiva descobrir os “núcleos de sentido” que compõem a comunicação, na qual o tema, enquanto unidade de registro corresponde a um recorte de sentido e não de forma, que se liberta naturalmente de um texto analisado a partir de critérios da teoria que serve de guia à leitura. “O tema é geralmente utilizado como unidade de registro para estudar motivações de opiniões, de atitudes, de valores, de crenças, de tendências” (BARDIN, 2011, p. 135).

Além das unidades de contexto e de registro, ou até mesmo como parte de sua definição, destaca-se na Análise de Conteúdo a relevância da separação e agrupamento.

A categorização pode ser definida como a passagem de dados brutos a dados organizados, o que permite conhecer índices invisíveis ao nível dos primeiros. Constitui uma operação de classificação de elementos constitutivos de uma comunicação por diferenciação e, em seguida, por reagrupamento – efetuado em razão das características comuns destes elementos – segundo o gênero (analogia),

com os critérios previamente definidos. As categorias são rubricas ou classes que reúnem um grupo de elementos sob um título genérico (BARDIN, 2011).

A função da categorização é introduzir uma ordem criteriosa na aparente desordem do texto, fornecendo por condensação, uma representação simplificada dos dados brutos. “O pesquisador procura, com base nas categorias estabelecidas, inferir, ou seja, extrair uma consequência, deduzir de maneira lógica conhecimentos sobre o emissor da mensagem ou sobre o contexto em que esta foi emitida” (OLIVEIRA et al, 2003, p. 14).

Segundo a autora, categorização é um processo de tipo estruturalista que comporta duas etapas:

- o inventário: isolar os elementos; e
- a classificação: repartir os elementos procurando impor certa organização às mensagens. A amplitude de uma categoria varia de uma forte generalidade até uma generalidade fraca, por isso, o sistema de categorização é composto por um reagrupamento progressivo destas. O remanejamento de categorias e até mesmo das unidades de registro pré-definidas pelo pesquisador pode ocorrer após as primeiras leituras do texto (OLIVEIRA et al, 2003).

Partindo da hipótese de que na análise de conteúdo a mensagem exprime e representa o emissor, o centro da especificidade desta é a interpretação e a compreensão do implícito (BARDIN, 2011). A estruturação rigorosa do texto, ou outra comunicação a ser analisada através da codificação e da categorização tem, por finalidade, ajudar o pesquisador a controlar suas próprias perspectivas, sua subjetividade em prol da sistematização, objetividade e generalização dos resultados obtidos.

Tecidas estas considerações sobre a Análise de Conteúdo enquanto técnica de análise procede-se a descrição dos procedimentos metodológicos da pesquisa; a última etapa antes da análise de todo o material produzido pelos alunos.

As atividades foram desenvolvidas aplicadas em uma turma de 16 alunos do 1º ano do Ensino Médio que moram na zona rural. O colégio situa na cidade de Tamarana, cerca de 5 quilômetros do trevo de acesso, na Rodovia PR 445, sentido Londrina à Curitiba. No meio rural há vários assentamentos da Reforma Agrária, nos quais as famílias cultivam hortaliças, plantam milho, feijão, frutas, criam animais e aves para o consumo e comercialização, contudo, a renda principal está centrada na produção de leite e na fabricação de queijos.

O trabalho foi desenvolvido em 5 aulas que foram transmitidas pelo aplicativo Google Meet em decorrência do combate à pandemia de Coronavírus conforme decreto estadual 4230 publicado no Diário Oficial nº 10646 de 16 de março de 2020, conforme transcrito no artigo 8: “ as aulas presenciais em escolas estaduais públicas e privadas, inclusive nas entidades conveniadas com o Estado do Paraná, e em universidades públicas, ficam suspensas a partir de 20 de março de 2020”.

Inicialmente foi proposto um questionário de sondagem (Quadro 1) para investigar os conhecimentos prévios dos alunos acerca do tema a ser estudado: energia mecânica.

Quadro1: Questionário de sondagem do conhecimento energia mecânica.

Questões

- 1) Descreva situações do seu cotidiano envolvendo energia cinética?
- 2) Você sabe o que é energia potencial gravitacional?
- 3) Você tem conhecimento sobre energia mecânica?

A aplicação deste instrumento de coleta de dados (questionário de sondagem), ocorreu por meio do aplicativo Google Meet devido a pandemia do Coronavírus e a entrega das respostas se deu através do aplicativo whatsApp.

O tempo da realização desta atividade foi de aproximadamente vinte e cinco minutos. Salienta-se que durante as explicações realizadas antes da aplicação do instrumento, o investigador esclarece aos alunos que seu objetivo é entender o que os mesmos pensam sobre energia cinética, energia potencial gravitacional e energia mecânica, portanto, não havia respostas certas ou erradas, e que eles deveriam responder o que julgassem adequadas.

Na segunda aula, abordou-se sobre a metodologia estudo de caso, explicou-se sobre a problematização e foi disponibilizado o caso para ser resolvido, conforme descrito no quadro 2.

Quadro 2: Estudo de Caso proposto, produzido pelo autor deste trabalho (RODRIGUES, 2020).

Uso do carneiro hidráulico

Ricardo, bancário aposentado, residente na cidade de Rio de Janeiro, estava em sua casa conversando com sua esposa sobre a vida rural, recordando os belos tempos de sua infância, quando recebeu uma mensagem via whatsApp no meio da

tarde. Era o seu irmão de Tamarana, chamado Paulo, informando que seu vizinho estava vendendo uma propriedade rural. Todo animado, Ricardo, agendou um dia para visitar o pequeno sítio.

O casal chegando ao aeroporto de Londrina, logo avistaram Paulo que foi buscá-los:

- Oi Paulo! Tudo bem com você?! Quanto tempo, que saudades!!!

- Oh Mano! Feliz por vê-lo! E você cunhada como está? E as meninas não vieram?

- Tudo bem! Ficaram na casa da Amélia, em virtude da pandemia, tem que cuidar.

No outro dia, após um farto almoço, Paulo leva o casal para visitar o sítio. Depois de caminhar bastante, Ricardo constata que na região mais baixa da propriedade há uma nascente. Chama seu irmão e sua esposa para observarem. E ficam ali planejando ações para fazer uso da água e maneiras de bombear água. Até no momento em que Ricardo recorda de ter assistido no programa Globo Rural a reportagem sobre a bomba carneiro hidráulico e relata a Paulo e sua esposa. Paulo questiona Ricardo:

- Como funciona o carneiro hidráulico?

- Calma Paulo, não lembro, diz Ricardo. Meu amigo tem um primo que é estudante de física na Universidade Estadual de Londrina, não é formado ainda, mas acho que ele pode nos ajudar, vou enviar um whatsApp para ele para nos ajudar nesse caso!

Vocês, estudantes de física, poderiam também ajudar os senhores Paulo e Ricardo a entender sobre o funcionamento do carneiro hidráulico.

Realizou-se a leitura do caso; após foi solicitado uma produção de texto, que os alunos tinham liberdade para escrever tudo que considerassem condizente com o tema proposto sem a definição prévia de um número mínimo ou máximo de linhas. Para a elaboração do texto, resolução do caso, os alunos foram organizados em dupla, e, orientou-se enfatizar os conceitos sobre energia.

Na continuação da aula, exibiu-se um vídeo com explicações sobre a construção e o funcionamento do carneiro hidráulico, trata-se de uma reportagem do Programa Globo Rural da Emissora Globo com a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural (Epagri) de Santa Catarina, disponível no site

YouTube no endereço eletrônico: <https://www.youtube.com/watch?v=AOoTut5FOA>. A exibição do vídeo transcorreu em aproximadamente oito minutos caracterizando mais uma ferramenta para ajudá-los na possível solução do caso apresentado. Foram trabalhados os conceitos de energia cinética, energia potencial gravitacional e energia mecânica utilizando para isso o carneiro hidráulico construído pelo autor do trabalho. Foi explicado sobre a montagem do carneiro hidráulico explicando cada função do aparato. A aula foi transmitida no aplicativo Google Meet. Na organização dos conceitos em alguns momentos foram citados exemplos de respostas obtidas no quadro de sondagem, sem citar o autor. O objetivo é construir os conceitos a partir dos conhecimentos prévios, reforçando ou desconstruindo conceitos equivocados.

Na terceira aula cada dupla apresentou a resolução do caso, como o carneiro hidráulico funciona. Cada equipe teve o tempo máximo 15 minutos para realizar suas considerações. As apresentações ocorreram também na quarta aula, ao término das apresentações houve debates sobre o assunto discutido.

Para o fechamento do estudo, foi aplicado um questionário final (quinta aula), com as mesmas questões aplicadas inicialmente, para se colher informações e verificar a aprendizagem dos alunos em relação ao tema proposto e o método escolhido.

Iniciado o trabalho, alguns alunos resistiram à metodologia proposta, pois as mudanças frente às dificuldades os levam a não aceitar métodos de aprendizagem com os quais não estão acostumados ou inseridos dentro da sua vida escolar.

Depois de responderem o questionário de sondagem sobre a proposta que seria desenvolvida e com uma breve introdução sobre o planejamento do estudo e as execuções das aulas, o bloqueio inicial deixou de existir.

Um obstáculo para a transmissão das aulas foi o acesso à internet. Na área rural o sinal de conexão a internet é ruim devido à topografia dos terrenos e a distância da residência a uma torre de transmissão.

A análise do texto do Estudo de Caso elaborado pelos alunos foi realizada investigando as seguintes categorias presentes na produção:

Categoria 1 – Descrição do funcionamento do Carneiro Hidráulico.

Categoria 2 – Articulação da situação com o conceito de Energia Potencial Gravitacional.

Categoria 3 – Relação entre Energia Potencial Gravitacional e Energia Cinética.

Categoria 4 – Explicação do conceito de Energia Mecânica.

Categoria 5 – Explicação do conceito Golpe de Aríete.

Categoria 6 – Uso do carneiro hidráulico.

Categoria 7 – Rendimento do carneiro hidráulico.

3 ANÁLISE DOS DADOS

No questionário inicial sobre os conhecimentos prévios dos alunos na investigação do conceito de energia verificou-se:

Na questão “1 - Descreva situações do seu cotidiano envolvendo energia cinética?” teve poucas respostas. Do total de 8 atividades, 5 ficaram em branco, 2 citaram palavras com referência a energia sem alusão ao conceito de energia cinética, “eletricidade, caloria, energia do corpo” e 1 dupla respondeu que não sabia. Verifica-se que os alunos não têm conhecimento sobre energia cinética, nas palavras citadas na atividade todas remetem a palavra energia sem uma relação entre elas.

Questão “2 - Você sabe o que é energia potencial gravitacional?” as respostas foram elaboradas no mesmo contexto, com enfoque à gravidade, entretanto a forma de escrever e/ou expressar as ideias ficou diferente: “é a força da gravidade exercida sobre o planeta”, “tem relação com a altura, com a queda dos objetos”, “energia do centro da Terra que puxa as coisas para baixo”, “que faz as coisas cair no chão”. Percebe-se o entendimento sobre o conceito a força da gravidade ao citarem as expressões: altura, queda, para baixo, cair no chão.

Na questão “3 - Você tem conhecimento sobre energia mecânica?”, todos os grupos responderam relacionando energia mecânica como energia envolvida no funcionamento de automóveis: “é a que faz o carro andar”, “se é mecânica tem haver com carro”, “tem no carro”. Nesse caso, os alunos comparam o termo mecânica a automóveis, constata-se que os estudantes não apresentam conhecimento sobre o conceito energia mecânica.

O questionário final (mesmo que o inicial) as respostas foram diferentes, os alunos citaram exemplos sobre o carneiro hidráulico após as aulas.

Na questão “1 - Descreva situações do seu cotidiano envolvendo energia cinética?” os alunos descrevem a movimentação da água na mangueira e relacionam a palavra cinética a movimento: “a movimentação da água que permite o funcionamento do carneiro hidráulico”, “a rotação da turbina numa hidrelétrica”, “o movimento da hélice de um helicóptero sobrevoando”, agitação dos átomos de uma

substância”. Verifica-se o aprendizado sobre energia cinética, além de citarem sobre o carneiro hidráulico, escrevem os exemplos sobre o emprego do conceito de energia cinética.

Questão “2 - Você sabe o que é energia potencial gravitacional?” as respostas não apresentaram uma definição sobre energia potencial gravitacional, os alunos citaram o exemplo da queda de água, escoamento da água ao sair da represa pela mangueira até chegar ao carneiro hidráulico.

Na questão “3 - Você tem conhecimento sobre energia mecânica?”, todos os grupos relacionaram o conceito de energia mecânica a soma da energia cinética com a energia potencial gravitacional, como exemplo o funcionamento do carneiro hidráulico.

Na sequência aborda-se a análise do texto do Estudo de Caso detalhando as categorias para organizar os dados e informações e analisá-los.

Dupla 8

[...] a água sai da nascente que está numa região mais alta de onde o carneiro está, e entra na mangueira e começa a cair. [Categoria 1 Descrição do funcionamento do Carneiro Hidráulico].

Neste momento a água tem energia potencial gravitacional, pois está a uma certa altura em relação ao ponto onde se encontra o carneiro hidráulico. [Categoria 2 – Articulação da situação com o conceito de Energia Potencial Gravitacional].

Nesse escoamento a energia potencial da água é convertida em energia cinética, que é o movimento da água na mangueira até chegar no carneiro e fazê-lo funcionar. [Categoria 3 – Relação entre Energia Potencial Gravitacional e Energia Cinética].

A junção da energia cinética e da potencial gravitacional temos a energia mecânica da água. [Categoria 4 – Explicação do conceito de Energia Mecânica].

Dupla 1

O carneiro é um dispositivo de bombeamento de água que utiliza como fonte energia a própria energia cinética do fluxo de água a ser bombeada que é capaz de bombear água para uma altura maior que a sua queda de água que fornece energia

para o seu funcionamento. [Categoria 1 – Descrição do funcionamento do Carneiro Hidráulico].

Dupla 3

O carneiro hidráulico é um mecanismo que usa diferença de pressão para bombear água. O carneiro hidráulico aproveita a energia de fluxo para levar água para a coluna do líquido. [Categoria 1 Descrição do funcionamento do Carneiro Hidráulico].

Tem esse nome em referência ao aríete, antiga arma medieval usada para arrombar portões de castelo, muralha e fortalezas. Possui geralmente uma cabeça em forma de carneiro e ao bater o pistão do carneiro hidráulico lembra e ao bater o pistão do carneiro hidráulico lembra a batida do aríete. [Categoria 5 – Explicação do conceito Golpe de Aríete].

Seu rendimento é pequeno tendo como vantagens o baixo custo de instalação e quase nulo o de operação. Como não precisa de uma fonte externa de energia o carneiro hidráulico pode funcionar indefinidamente a partir do momento da instalação desde que permaneça expressivo o volume da água constante. [Categoria 7 – Rendimento do carneiro hidráulico].

Dupla 4

Em um terreno baixo instala o carneiro hidráulico, emendando nele uma mangueira que o conecta a fonte de captação da água. [Categoria 1 Descrição do funcionamento do Carneiro Hidráulico].

A água sai da fonte desce pela força da gravidade (energia potencial gravitacional) ao passo que a água escoando tem-se também a energia cinética (movimentação da água) na interação das energias teremos a energia mecânica. [Categoria 2 – Articulação da situação com o conceito de Energia Potencial Gravitacional].

A água entra no carneiro hidráulico e empurra a válvula da bomba que quando ela abre, uma parte da água vaza, e quando fecha a água é bombeada de volta e sobe em direção da saída. Pressionada pelo ar retido no cano, sobe em direção a caixa de água. [Categoria 5 – Explicação do conceito Golpe de Aríete].

Assim usada para abastecer os cochos de animais e irrigação de plantas. Categoria [Categoria 6 – Uso do carneiro hidráulico].

Dupla 7

O fluxo de água proveniente do manancial da água provoca o fechamento da válvula de desperdício e gera um choque hidráulico – chamado golpe de aríete – que força a abertura da válvula. [Categoria 5 – Explicação do conceito Golpe de Aríete].

A água não tem outro lugar para fluir. A água é assim é forçada para a válvula de compressão de ar, e daí, através do tubo de saída, para o reservatório. Esse fluxo em direção em nível de energia potencial gravitacional maior desacelera por sofrer uma força contrária ao seu movimento, e eventualmente reverte o seu sentido de fluxo, fechando a válvula de entrada. Quase simultaneamente, o fluxo de impulso vai ao repouso e a válvula de desperdício reabre, permitindo que o fluxo por ela reinicie. Logo em seguida ocorre novo fechamento da válvula e o ciclo se repete. [Categoria 5 – Explicação do conceito Golpe de Aríete].

Depois que a água passa pelo carneiro tem a energia cinética do movimento da água. [Categoria 3 – Relação entre Energia Potencial Gravitacional e Energia Cinética].

A categoria 1, Descrição do funcionamento do Carneiro Hidráulico, foi a mais citada, em cinco textos, se faz presente em quatro. A categoria 5, Explicação do conceito Golpe de Aríete, e a categoria 2, Articulação da situação com o conceito de Energia Potencial Gravitacional, são relacionadas em dois textos. Enquanto que as demais categorias estão presentes em apenas um texto, conforme gráfico a seguir:

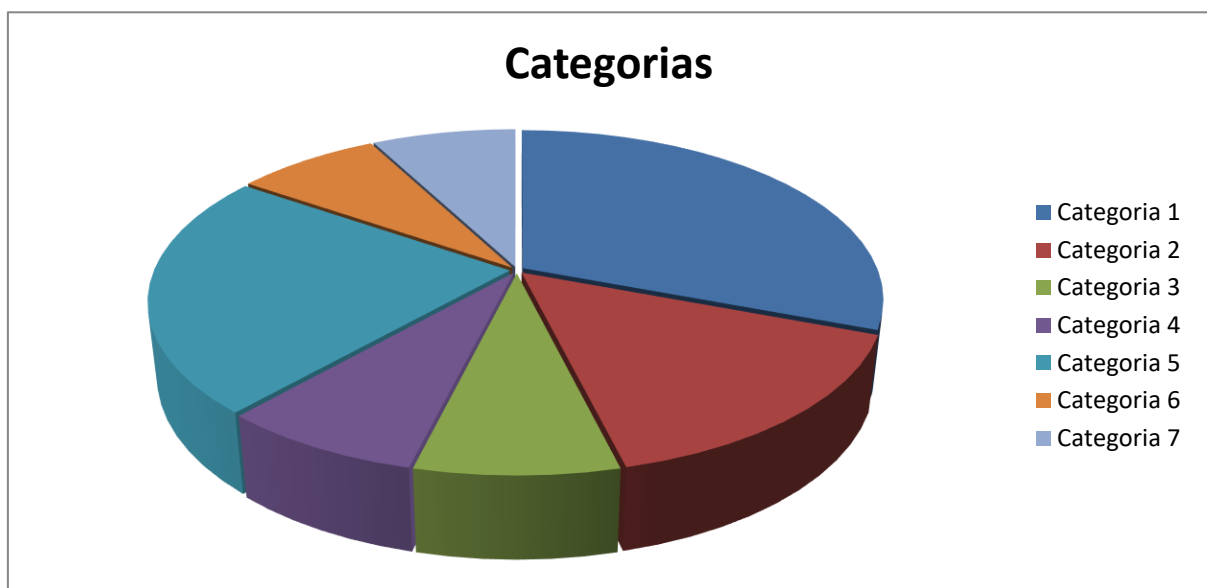


Gráfico 1: Relação entre as Categorias.

As categorias que mais se repetem nos textos evidenciam o entendimento do conceito, no caso o funcionamento do carneiro hidráulico, ao passo que as que aparecem apenas uma vez, os conceitos foram pouco assimilados.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante a proposta Estudo do caso os alunos entenderam o funcionamento do carneiro hidráulico ao analisar as categorias criadas mediante a Análise de Conteúdo proposta por Bardin.

Nos questionários inicial e final acerca dos conceitos de energia os alunos compreenderam: energia cinética e energia potencial gravitacional para a construção do conceito de energia mecânica, após realizar o estudo sobre o carneiro hidráulico.

Mediante o trabalho exposto, verifica-se que o carneiro hidráulico pode ser utilizado como uma proposta para o ensino sobre energia mecânica.

No debate, fase de encerramento do trabalho, alunos demonstraram interesse em instalar o carneiro hidráulico nas propriedades onde moram, para ser utilizado na produção de hortaliças. Tal fato foi muito significativo, devido a importância de inserir nas aulas temas de ensino voltados ao cotidiano do aluno, no meio em que ele está inserido.

Uma dificuldade do trabalho foi o acesso à internet. Devido à pandemia do Coronavírus, as aulas foram virtuais. Como os alunos são da zona rural, em alguns momentos ficava sem sinal de conexão a internet.

Por meio deste trabalho podem-se realizar outras atividades, tais como: realizar medidas e analisar a potência do carneiro hidráulico com a finalidade de investigar a eficácia de seu uso.

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, Rosemeire A. de. Geografia e Educação do Campo: o possível diálogo. In: PEREIRA, Jacinta H. V.; ALMEIDA, Rosemeire A. de. (Orgs.). **Educação no/do campo em Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: Ed. UFMS, 2008. p. 229-254.

ARROYO, Miguel G. A educação básica e o movimento social no campo. In: ARROYO, Miguel G. et al. (Orgs.). **Por uma educação do campo**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2004. p. 65-86.

AUSUBEL, D. P. (1968). **Educational Psychology**: a cognitiv View. Nova York: Holt Rinehart and Winston.

BACHELARD, G. (1999). **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro, RJ: Contraponto.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Tradução: Luís A. Reto. São Paulo: Edições 70, 2011.

BATISTA, Ederval E. **A importância da agricultura para a permanência dos sítiantes na terra**: uma análise dos bairros rurais da Laranja Azeda e da Limeira em Lerroville, Londrina – PR. 2010. 348 f. Tese (Doutorado em Geografia) – UNESP, Presidente Prudente, 2010.

BIGUM, C.; GREEN, B.; **Alienígenas na sala de aula**. Rio de Janeiro, Vozes, 1995.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Referências para uma política acional de educação do campo**: caderno de subsídios. coordenação: Marise Nogueira Ramos, Telma Maria Moreira, Clarice Aparecida dos Santos. - Brasília: Secretaria de Educação Média e Tecnológica, Grupo Permanente de Trabalho de Educação do Campo: 2004.

BRITO, J. Q. A.; Sá, L. P. **Estratégias promotoras da argumentação sobre questões sócio-científicas com alunos do ensino médio**. Revista electrónica de enseñanza de las ciências, v. 9, n. 3, p. 505-529, 2010.

CALAZANS, Maria J. C. Para compreender a educação do Estado no meio rural: traços de uma trajetória. In: THERRIEN, Jacques, et al. (Coords.). **Educação e escola no campo**. Campinas, Papirus: 1993. p. 15-40.

CALDART, Roseli S. Por uma Educação do Campo: traços de uma identidade em construção. In: ARROYO, Miguel G. et al. (Orgs;). **Por uma educação do campo**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2004. p. 147-158.

COSTA, D. G., et al. **Ensino da Física no Brasil: Problemas e desafios**, XII Congresso Nacional da Educação, Paraná, 2015.

DENÍCULI, W. (1992). **Hidráulica. Instalações de recalque**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa: Departamento de Engenharia Agrícola, V.2 115p.

FERNANDES, Bernardo M. et al. Primeira Conferência Nacional “Por uma Educação Básica do Campo” (texto preparatório). In: ARROYO, Miguel G. et al. (Orgs.). **Por uma educação do campo**. 2. ed. Petrópolis, Vozes, 2004. p. 19-63.

FERREIRA, F. J.; BRANDAO E. C.; **Educação do campo: um olhar histórico, uma realidade concreta**. Revista Eletrônica de Educação, Ano V, n. 09, 2011.

FUKUY, A. et al. (2016). **Física: ser protagonista**. São Paulo: Editora SM V.1, p.175-181.

GATTI, B. A. Formação de professores: condições e problemas atuais. **Revista Brasileira de Formação de Professores**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 90-102, mai. 2009.

Globo Rural. Carneiro hidráulico faz sucesso nas pequenas propriedades de SC. **Revista Eletrônica Globo Rural**: Maio de 2018. Disponível em

<http://revistagloborural.globo.com/Noticias/Pesquisa-e-Tecnologia/noticia/2015/05/carneiro-hidraulico-faz-sucesso-nas-pequenas-5propriedades-de-sc.html>> Acesso em 08 de maio de 2018.

GOLDENBERG, Mirian. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais**. 3. ed. Rio de Janeiro: Record, 1999.

HERREID, C. F. **Sorting potatoes for miss bonner – bringing order to case-study methodology through a classification scheme**. Journal of college science teaching, v. 27, n. 4, p. 236-239, 1998a.

HERREID, C. F. **What makes a good case? Journal of college science teaching**, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998b.

MUSEU GALILEO. (2017). Visitado em 10 junho 2017, <http://catalogue.museogalileo.it/biography/SamuelMorland.html> acesso 10/jun/2017

NETO, Luiz B. **Sem-Terra aprende e ensina: estudo das práticas educativas do movimento dos trabalhadores rurais**. Campinas, Autores Associados: 1999.

OLIVEIRA, Eliana de. et al. Análise de conteúdo e pesquisa na área da educação. **Revista Diálogo Educacional**. v.4. n. 9. p. 11-27, mai-ago 2003.

OLIVEIRA, Juliana S. **Formação sócio-espacial do município de Tamarana – PR**. 2008. 107 f. Monografia (Bacharelado em Geografia) – UEL, Londrina, 2008.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Diretrizes Curriculares da Educação do Campo. Curitiba: SEED-PR, 2006.

PINHEIRO, A. N.; MEDEIROS, E. L.; OLIVEIRA, A. C; **Estudos de casos na formação de professores de química**. Química Nova na Escola, v. 33, n. 9, p. 1996-2002, 2010.

RIBEIRO, L. R. de C.; **Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) Uma experiência no ensino superior**. São Carlos, São Paulo; Edufscar, 2008.

ROJAS, R. N. (2002). Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz",). **Modelagem, otimização, construção e avaliação de um protótipo de carneiro hidráulico**. São Paulo: Universidade de São Paulo.

SÁ L. P; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no ensino de química**. Campinas, São Paulo: Átomo, 2009.

SILVA, Daniela D. G. **Assentamentos rurais e mudanças na dinâmica sócioespacial local: o caso do município de Tamarana – PR**. 2007. 156 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – UEL, Londrina, 2007.

SILVA, Lourdes H. et al. A educação no meio rural do Brasil: revisão da literatura. In: BOF, Alvana M. (org). **A educação no Brasil rural**. Brasília, INEP: 2006. p. 69-137.

SILVA, Maurício F. **Uma proposta para o ensino da conservação da energia com o uso da bomba carneiro hidráulico** il. 52 f. Dissertação (Mestrado em Física) – UEL, Londrina, 2017.

TAUNAY, A. D. (1934). **Obras diversas de Bartholomeu Lourenço de Gusmão**. São Paulo: Editora Companhia Melhoramentos de S. Paulo.

TRIVIÑOS, Augusto N. S. **Introdução a pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

YIN, R. (1984). **Case study research: Design and methods**. Newbury Park, CA: Sage.

YOUNG, B. W. (1995). **Design of the hydraulic ram pump systems**. Proc. Instn Mech Engrs. V. 209, p. 313-322.

APÊNDICE

ESTUDO DE CASO: RESPOSTAS DOS ALUNOS

DUPLA 1

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física


UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA


SOCIETATE BRASILEIRA DE FÍSICA

Mestrando: Rogério Rodrigues

Orientador: Prof. Dr. Manuel Simões Filho

Nome: DUPLA 1

Uso do carneiro hidráulico

Ricardo, bancário aposentado, residente na cidade de Rio de Janeiro, estava em sua casa conversando com sua esposa sobre a vida rural, recordando os belos tempos de sua infância, quando recebeu uma mensagem via whatsapp no meio da tarde. Era o seu irmão de Tamarana, chamado Paulo, informando que seu vizinho estava vendendo uma propriedade rural. Todo animado, Ricardo, agendou um dia para visitar o pequeno sítio.

O casal chegando ao aeroporto de Londrina, logo avistou Paulo que foi buscá-los:

- Oi Paulo! Tudo bem com você?! Quanto tempo, que saudades!

- Oh Mano! Feliz por vê-lo! E você cunhada como está? E as meninas não vieram?

- Tudo bem! Ficaram na casa da Amélia, em virtude da pandemia do Coronavírus, tem que cuidar.

No outro dia, após um farto almoço, Paulo leva o casal para visitar o sítio. Depois de caminhar bastante, Ricardo constata que na região mais baixa da propriedade há uma nascente. Chama seu irmão e sua esposa para observarem. E ficam ali planejando ações para fazer uso da água e maneiras de bombear água. Até no momento em que Ricardo recorda de ter assistido no programa Globo Rural a reportagem sobre a bomba carneiro hidráulico e relata a Paulo e sua esposa. Paulo questiona Ricardo:

- Como funciona o carneiro hidráulico?

- Calma Paulo, não lembro, diz Ricardo. Meu amigo tem um primo que é estudante de física na Universidade Estadual de Londrina, não é formado ainda, mas acho que ele pode nos ajudar, vou enviar um whatsapp para ele para nos ajudar nesse caso!

Vocês, estudantes de física, poderiam também ajudar os senhores Paulo e Ricardo a entender sobre o funcionamento do carneiro hidráulico.

Resolução do estudo de caso

O carneiro hidráulico é um dispositivo de bombeamento de água que utiliza como fonte de energia a própria energia cinética do fluxo de água a ser bombeado, que é a água que bombeia para uma altura maior do que sua queda de água que fornece energia para o seu funcionamento.

DUPLA 3

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



Mestrando: Rogério Rodrigues

Orientador: Prof. Dr. Manuel Simões Filho

Nome: DUPLA 3

Uso do carneiro hidráulico

Ricardo, bancário aposentado, residente na cidade de Rio de Janeiro, estava em sua casa conversando com sua esposa sobre a vida rural, recordando os belos tempos de sua infância, quando recebeu uma mensagem via whatsapp no meio da tarde. Era o seu irmão de Tamarana, chamado Paulo, informando que seu vizinho estava vendendo uma propriedade rural. Todo animado, Ricardo, agendou um dia para visitar o pequeno sítio.

O casal chegando ao aeroporto de Londrina, logo avistou Paulo que foi buscá-los:

- Oi Paulo! Tudo bem com você?! Quanto tempo, que saudades!

- Oh Mano! Feliz por vê-lo! E você cunhada como está? E as meninas não vieram?

- Tudo bem! Ficaram na casa da Amélia, em virtude da pandemia do Coronavírus, tem que cuidar.

No outro dia, após um farto almoço, Paulo leva o casal para visitar o sítio. Depois de caminhar bastante, Ricardo constata que na região mais baixa da propriedade há uma nascente. Chama seu irmão e sua esposa para observarem. E ficam ali planejando ações para fazer uso da água e maneiras de bombear água. Até no momento em que Ricardo recorda de ter assistido no programa Globo Rural a reportagem sobre a bomba carneiro hidráulico e relata a Paulo e sua esposa. Paulo questiona Ricardo:

- Como funciona o carneiro hidráulico?

- Calma Paulo, não lembro, diz Ricardo. Meu amigo tem um primo que é estudante de física na Universidade Estadual de Londrina, não é formado ainda, mas acho que ele pode nos ajudar, vou enviar um whatsapp para ele para nos ajudar nesse caso!

Vocês, estudantes de física, poderiam também ajudar os senhores Paulo e Ricardo a entender sobre o funcionamento do carneiro hidráulico.

Resolução do estudo de caso

O carneiro hidráulico é um mecanismo que usa diferença de pressão para bombear água. O carneiro hidráulico aproveita o fluxo de energia de fluxo para levar água para a coluna do líquido. Tem esse nome em referência ao aríete, contra arma medieval usada para romper portões de castelo, muralha e fortalezas. Possui geralmente uma cabeça em forma de carneiro, e o plátano do pistão do carneiro hidráulico lembra a batida do aríete. Seu rendimento é pequeno tendo como vantagens o baixo custo de instalação e quase nulo o de operação (como não precisa de uma fonte externa de energia, o carneiro hidráulico pode funcionar indefinidamente a partir do momento da instalação desde que permaneça represado e a coluna de água constante!

DUPLA 4

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



Mestrando: Rogério Rodrigues

Orientador: Prof. Dr. Manuel Simões Filho

Nome: DUPLA 4

Uso do carneiro hidráulico

Ricardo, bancário aposentado, residente na cidade de Rio de Janeiro, estava em sua casa conversando com sua esposa sobre a vida rural, recordando os belos tempos de sua infância, quando recebeu uma mensagem via whatsapp no meio da tarde. Era o seu irmão de Tamarana, chamado Paulo, informando que seu vizinho estava vendendo uma propriedade rural. Todo animado, Ricardo, agendou um dia para visitar o pequeno sítio.

O casal chegando ao aeroporto de Londrina, logo avistou Paulo que foi buscá-los:

- Oi Paulo! Tudo bem com você?! Quanto tempo, que saudades!

- Oh Mano! Feliz por vê-lo! E você cunhada como está? E as meninas não vieram?

- Tudo bem! Ficaram na casa da Amélia, em virtude da pandemia do Coronavírus, tem que cuidar.

No outro dia, após um farto almoço, Paulo leva o casal para visitar o sítio. Depois de caminhar bastante, Ricardo constata que na região mais baixa da propriedade há uma nascente. Chama seu irmão e sua esposa para observarem. E ficam ali planejando ações para fazer uso da água e maneiras de bombear água. Até no momento em que Ricardo recorda de ter assistido no programa Globo Rural a reportagem sobre a bomba carneiro hidráulico e relata a Paulo e sua esposa. Paulo questiona Ricardo:

- Como funciona o carneiro hidráulico?

- Calma Paulo, não lembro, diz Ricardo. Meu amigo tem um primo que é estudante de física na Universidade Estadual de Londrina, não é formado ainda, mas acho que ele pode nos ajudar, vou enviar um whatsapp para ele para nos ajudar nesse caso!

Vocês, estudantes de física, poderiam também ajudar os senhores Paulo e Ricardo a entender sobre o funcionamento do carneiro hidráulico.

Resolução do estudo de caso

Em um terreno faz-se instalar o carneiro hidráulico, emendando nele uma mangueira que o conecta a fonte de captação da água.

A água da fonte desce pela força da gravidade (energia potencial gravitacional) ao passo que a água sobe. Tem-se também a energia mecânica cinética (movimentação da água, na interação das duas energias temos a energia mecânica.

A água ao entrar no carneiro hidráulico ela comprime o êmbolo da bomba que quando ela abre, uma parte a água sobe e quando fecha a água é bombeada para cima e pode ser direcionada para a direção a qual se quer em direção a cerca d'água.

Assim, visando para abastecer os poços dos animais e irrigação de plantas.

DUPLA 7

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



Mestrando: Rogério Rodrigues

Orientador: Prof. Dr. Manuel Simões Filho

Nome: DUPLA 7

Uso do carneiro hidráulico

Ricardo, bancário aposentado, residente na cidade de Rio de Janeiro, estava em sua casa conversando com sua esposa sobre a vida rural, recordando os belos tempos de sua infância, quando recebeu uma mensagem via whatsapp no meio da tarde. Era o seu irmão de Tamarana, chamado Paulo, informando que seu vizinho estava vendendo uma propriedade rural. Todo animado, Ricardo, agendou um dia para visitar o pequeno sítio.

O casal chegando ao aeroporto de Londrina, logo avistou Paulo que foi buscá-los:

- Oi Paulo! Tudo bem com você?! Quanto tempo, que saudades!

- Oh Manô! Feliz por vê-lo! E você cunhada como está? E as meninas não vieram?

- Tudo bem! Ficaram na casa da Amélia, em virtude da pandemia do Coronavírus, tem que cuidar.

No outro dia, após um farto almoço, Paulo leva o casal para visitar o sítio. Depois de caminhar bastante, Ricardo constata que na região mais baixa da propriedade há uma nascente. Chama seu irmão e sua esposa para observarem. E ficam ali planejando ações para fazer uso da água e maneiras de bombear água. Até no momento em que Ricardo recorda de ter assistido no programa Globo Rural a reportagem sobre a bomba carneiro hidráulico e relata a Paulo e sua esposa. Paulo questiona Ricardo:

- Como funciona o carneiro hidráulico?

- Calma Paulo, não lembro, diz Ricardo. Meu amigo tem um primo que é estudante de física na Universidade Estadual de Londrina, não é formado ainda, mas acho que ele pode nos ajudar, vou enviar um whatsapp para ele para nos ajudar nesse caso!

Vocês, estudantes de física, poderiam também ajudar os senhores Paulo e Ricardo a entender sobre o funcionamento do carneiro hidráulico.

Resolução do estudo de caso

O fluxo da água proveniente do manancial de água potável e o fechamento da válvula de despendício e gera um choque hidráulico. Chamado golpe de aríete que força a abertura da válvula de entrega, pois a água não tem outro lugar para onde ir. A água é assim forçada para a ganga de compressão do lado da, através do tubo de saída, para o reservatório. Esse fluxo em direção a nível de energia potencial maior, desacelera por sofrer uma força contrária ao seu movimento, e eventualmente reverte o seu sentido.

→

tudo de flama, fechando a válvula de entrada. Quando simultaneamente, o fluxo do impulso vai ao repouso e a válvula de saída se abre, permitindo que o fluxo por ela se reinicie. Logo em seguida, ocorre novo fechamento da válvula e o ciclo se repete. É pois que a água passe pelo cano tem a energia cinética do movimento da água.

DUPLA 8

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



Mestrando: Rogério Rodrigues

Orientador: Prof. Dr. Manuel Simões Filho

Nome: DUPLA 8

Uso do carneiro hidráulico

Ricardo, bancário aposentado, residente na cidade de Rio de Janeiro, estava em sua casa conversando com sua esposa sobre a vida rural, recordando os belos tempos de sua infância, quando recebeu uma mensagem via whatsapp no meio da tarde. Era o seu irmão de Tamarana, chamado Paulo, informando que seu vizinho estava vendendo uma propriedade rural. Todo animado, Ricardo, agendou um dia para visitar o pequeno sítio.

O casal chegando ao aeroporto de Londrina, logo avistou Paulo que foi buscá-los:

- Oi Paulo! Tudo bem com você?! Quanto tempo, que saudades!

- Oh Mano! Feliz por vê-lo! E você cunhada como está? E as meninas não vieram?

- Tudo bem! Ficaram na casa da Amélia, em virtude da pandemia do Coronavírus, tem que cuidar.

No outro dia, após um farto almoço, Paulo leva o casal para visitar o sítio. Depois de caminhar bastante, Ricardo constata que na região mais baixa da propriedade há uma nascente. Chama seu irmão e sua esposa para observarem. E ficam ali planejando ações para fazer uso da água e maneiras de bombear água. Até no momento em que Ricardo recorda de ter assistido no programa Globo Rural a reportagem sobre a bomba carneiro hidráulico e relata a Paulo e sua esposa. Paulo questiona Ricardo:

- Como funciona o carneiro hidráulico?

- Calma Paulo, não lembro, diz Ricardo. Meu amigo tem um primo que é estudante de física na Universidade Estadual de Londrina, não é formado ainda, mas acho que ele pode nos ajudar, vou enviar um whatsapp para ele para nos ajudar nesse caso!

Vocês, estudantes de física, poderiam também ajudar os senhores Paulo e Ricardo a entender sobre o funcionamento do carneiro hidráulico.

Resolução do estudo de caso

O CARNEIRO HIDRAULICO é um mecanismo usado como um bombeador de água, ele pode ter várias funções como levar água até a casa ou na irrigação. Ele funciona assim: a água sai da nascente que está numa região mais alta de onde o carneiro está, e entra na mangueira e começa a cair, neste momento a água tem energia potencial gravitacional pois está numa certa altura em relação ao ponto onde se encontra o carneiro hidráulico. Nesse escoamento a energia potencial da água é convertida em energia cinéti-

CA, QUE É O MOVIMENTO DA ÁGUA NA MANGUEIRA ATÉ CHEGAR NO CARNEIRO E FAZÊ-LO FUNCIONAR. A JUNÇÃO DA ENERGIA CINÉTICA E POTENCIAL GRAVITACIONAL TEMOS A ENERGIA MECÂNICA DA ÁGUA.

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



ROGÉRIO RODRIGUES

**A BOMBA CARNEIRO HIDRÁULICO: UMA PROPOSTA PARA O
ENSINO SOBRE ENERGIA MECÂNICA**

Orientador: Prof. Dr. Manuel Simões Filho

LONDRINA
2022

Este produto educacional é destinado ao ensino de energia mecânica, mais especificamente para a compreensão da conservação da energia de um sistema, assim como o entendimento da energia cinética e potencial gravitacional.

O presente material contém uma descrição da construção da bomba carneiro hidráulico elaborado com materiais de baixo custo, e uma proposta de sequência didática de ensino baseada na metodologia Estudo de Caso e Análise de Bardin, entretanto, toda a fundamentação teórica, referências e método pedagógico seguido estão descritos no texto da dissertação, sendo recomendável sua leitura.

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

Inicialmente apresentamos uma proposta de sequência didática, contemplando os principais conceitos e atividades que devem ser abordados e aplicados durante os encontros com os alunos. Esta proposta é indicada em pelo menos cinco encontros.

Em seguida, apresenta-se o processo de construção da bomba carneiro hidráulico.

ROTEIRO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

ENCONTRO I

Inicialmente foi proposto um questionário de sondagem (Quadro 1) para investigar os conhecimentos prévios dos alunos acerca do tema a ser estudado: energia mecânica.

Quadro1: Questionário de sondagem do conhecimento energia mecânica.

Questões

- 1) Descreva situações do seu cotidiano envolvendo energia cinética?
- 2) Você sabe o que é energia potencial gravitacional?
- 3) Você tem conhecimento sobre energia mecânica?

A aplicação deste instrumento de coleta de dados (questionário de sondagem), ocorreu por meio do aplicativo *Google Meet* devido a pandemia do Coronavírus e a entrega das respostas se deu através do aplicativo *whatsApp*.

Salienta-se que durante as explicações realizadas antes da aplicação do instrumento, o professor esclarece aos alunos que seu objetivo é entender o que os mesmos pensam sobre energia cinética, energia potencial gravitacional e energia mecânica, portanto, não havia respostas certas ou erradas, e que eles deveriam responder o que julgassem adequadas.

ENCONTRO II

Abordou-se sobre a metodologia Estudo de Caso, explicou-se sobre a problematização e foi disponibilizado o caso para ser resolvido, conforme descrito no quadro 2.

Quadro 2: Estudo de Caso proposto

Uso do carneiro hidráulico

Ricardo, bancário aposentado, residente na cidade de Rio de Janeiro, estava em sua casa conversando com sua esposa sobre a vida rural, recordando os belos tempos de sua infância, quando recebeu uma mensagem via *whatsApp* no meio da tarde. Era o seu irmão de Tamarana, chamado Paulo, informando que seu vizinho estava vendendo uma propriedade rural. Todo animado, Ricardo, agendou um dia para visitar o pequeno sítio.

O casal chegando ao aeroporto de Londrina, logo avistou Paulo que foi buscá-los:

- Oi Paulo! Tudo bem com você?! Quanto tempo, que saudades!

- Oh Mano! Feliz por vê-lo! E você cunhada como está? E as meninas não vieram?

- Tudo bem! Ficaram na casa da Amélia, em virtude da pandemia, tem que cuidar.

No outro dia, após um farto almoço, Paulo leva o casal para visitar o sítio. Depois de caminhar bastante, Ricardo constata que na região mais baixa da propriedade há uma nascente. Chama seu irmão e sua esposa para observarem. E ficam ali planejando ações para fazer uso da água e maneiras de bombear água.

Até no momento em que Ricardo recorda de ter assistido no programa Globo Rural a reportagem sobre a bomba carneiro hidráulico e relata a Paulo e sua esposa. Paulo questiona Ricardo:

- Como funciona o carneiro hidráulico?

- Calma Paulo, não lembro, diz Ricardo. Meu amigo tem um primo que é estudante de física na Universidade Estadual de Londrina, não é formado ainda, mas acho que ele pode nos ajudar, vou enviar um *whatsApp* para ele para nos ajudar nesse caso!

Vocês, estudantes de física, poderiam também ajudar os senhores Paulo e Ricardo a entender sobre o funcionamento do carneiro hidráulico.

Realizou-se a leitura do caso; após foi solicitado formarem duplas para produzirem um texto. Os alunos tinham liberdade para escrever tudo que considerassem condizente com o tema proposto sem a definição prévia de um número mínimo ou máximo de linhas. Para a elaboração do texto, resolução do caso, os alunos foram organizados em dupla, e, orientou-se enfatizar os conceitos sobre energia.

Na continuação da aula, exibiu-se um vídeo com explicações sobre a construção e o funcionamento do carneiro hidráulico, trata-se de uma reportagem do Programa Globo Rural da Emissora Globo com a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural (Epagri) de Santa Catarina, disponível no site YouTube no endereço eletrônico: <https://www.youtube.com/watch?v=AOoTutc5FOA>. A exibição do vídeo transcorreu em aproximadamente oito minutos caracterizando mais uma ferramenta para ajudá-los na possível solução do caso apresentado. Foram trabalhados os conceitos de energia cinética, energia potencial gravitacional e energia mecânica utilizando para isso o carneiro hidráulico construído. Foi explicado sobre a montagem do carneiro hidráulico explicando cada função do aparato. Na organização dos conceitos em alguns momentos foram citados exemplos de respostas obtidas no quadro de sondagem, sem citar o autor. O objetivo é construir os conceitos a partir dos conhecimentos prévios, reforçando ou desconstruindo conceitos equivocados.

ENCONTRO III e IV

Na terceira aula cada dupla apresentou a resolução do caso, como o carneiro hidráulico funciona. Cada equipe teve o tempo máximo 15 minutos para realizar suas considerações. As apresentações ocorreram também na quarta aula, ao término das apresentações houve debate sobre o assunto discutido.

ENCONTRO V

Para o fechamento do estudo, foi aplicado um questionário final com as mesmas questões aplicadas inicialmente, para se colher informações e verificar a aprendizagem dos alunos em relação ao tema proposto e o método escolhido.

Iniciado o trabalho, alguns alunos resistiram à metodologia proposta, pois as mudanças frente às dificuldades os levam a não aceitar métodos de aprendizagem com os quais não estão acostumados ou inseridos dentro da sua vida escolar.

Depois de responderem o questionário de sondagem sobre a proposta que seria desenvolvida e com uma breve introdução sobre o planejamento do estudo e as execuções das aulas, o bloqueio inicial deixou de existir.

A análise textual do Estudo de Caso produzida pelos alunos, foi realizada investigando as seguintes categorias presentes na produção elaboradas a partir da metodologia de Bardin:

Categoria 1 – Descrição do funcionamento do Carneiro Hidráulico.

Categoria 2 – Articulação da situação com o conceito de Energia Potencial Gravitacional.

Categoria 3 – Relação entre Energia Potencial Gravitacional e Energia Cinética.

Categoria 4 – Explicação do conceito de Energia Mecânica.

Categoria 5 – Explicação do conceito Golpe de Aríete.

Categoria 6 – Uso do carneiro hidráulico.

Categoria 7 – Rendimento do carneiro hidráulico.

CONSTRUÇÃO DA BOMBA CARNEIRO HIDRÁULICO

A montagem do Carneiro Hidráulico construído foi baseada na reportagem exibida no programa Globo Rural. Onde técnicos agropecuários da EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina) ensinam a produção do carneiro hidráulico. Para montagem do carneiro hidráulico com válvulas metálicas utilizou-se os seguintes materiais e equipamentos:

2 Te de 25 mm ($\frac{3}{4}$ pol.) rosca interna

3 Niple 25 mm ($\frac{3}{4}$ pol.)

1 Válvula de retenção vertical (metal) $\frac{3}{4}$ pol.

1 Válvula de sucção (metal) de $\frac{3}{4}$ pol.

1 Bucha redução de $\frac{3}{4}$ pol. para $\frac{1}{2}$ pol.

1 Adaptador para mangueira de $\frac{1}{2}$ pol.

1 Parafuso 1/4 de 10 cm (rosca até o final)

3 porcas (chave 10)

1 arruela

1m de cano de PVC 25 mm ($\frac{3}{4}$ pol.)

1 Registro de gaveta 25 mm($\frac{3}{4}$ pol.)

1 Cap 25 mm ($\frac{3}{4}$ pol.)

3 Adaptadores cola/rosca curto 25 mm ($\frac{3}{4}$ pol.)

Mola: diversas fontes para obtenção (cabo de guarda-chuva, tesoura de poda, válvula hidra, etc.)

Adaptador de ($\frac{3}{4}$ pol.) para (1 pol.)

Serviço de torno (válvula de sucção)

20 cm de Lixa 180

1 Fita veda rosca

1Cola PVC

Serra de cortar cano

Chave 10

Chave grifo

Embora não haja uma sequência preferencial para a montagem depois de se praticar, iniciar a montagem pela conexão em Te (1) facilita na fixação das demais peças porque se percebe que esta é central na construção do carneiro.

Conectar os nípeis (peça 2) ao Te ,o primeiro a frente e o segundo a saída lateral. Na parte de trás do Te conecta-se o adaptador curto ou luva cola/rosca.

Conecta-se a válvula de retenção vertical (peça 3) observando que a seta indicativa fique voltada para cima.

Conecta-se o niple (peça 2) a extremidade da válvula de retenção vertical.

Conecta-se o Te (peça 1) ao niple com a saída lateral voltada para o lado.

A saída vertical do Te (passo 5) conectar o adaptador curto ou luva cola/rosca (peça 14), a saída lateral conecta-se a bucha redução de $\frac{3}{4}$ pol. para $\frac{1}{2}$ pol. (peça 5) , a esta se conecta o adaptador para mangueira de $\frac{1}{2}$ pol. (peça 6).

Ao adaptador curto (passo 6) cola-se o pedaço de cano de 70 cm com sua respectiva tampa (cap 25 mm) (peça 13).

Ao Te do passo 1 cola-se um pedaço de cano de 10 cm fixa-se o registro (peça 12) e a este mais um pedaço de cano de 10 cm com um adaptador curto na extremidade (peça 14).

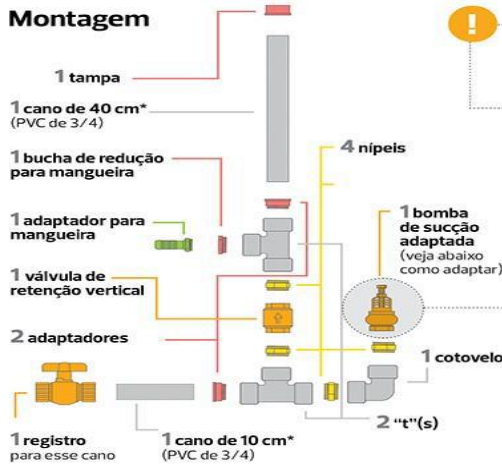
Coloca-se na extremidade do Te a válvula de trabalho (válvula de sucção de metal), no adaptador curto fixa-se o adaptador de 1 polegada e o respectivo adaptador para mangueira de 1 polegada onde se conectara a mangueira que vem do reservatório de água.



Carneiro hidráulico em válvulas metálicas.

Como fazer o carneiro hidráulico

Montagem



! Os encaixes dos canos de PVC com adaptadores, tampa e registro precisam ser colados, pois não têm rosca, os demais devem ser vedados com fita veda-rosca

Vazão

Volume de água de acordo com a espessura da bomba

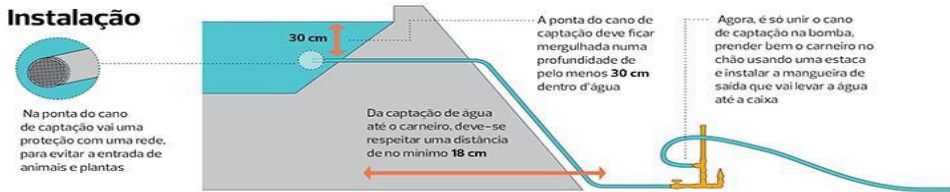
| | |
|--|------------------------------|
| | 1/2" 60 a 120 litros/hora |
| | 3/4" 60 a 120 litros/hora |
| | 1" 120 a 250 litros/hora |
| | 2" 400 a 600 litros/hora |

Adaptação da bomba



© ilustração: caribinha, tv.comunicado

Instalação



Distâncias (relação entre a queda d'água e a distância de bombeamento)



Como funciona

O carneiro começa a funcionar assim que a água chegar dentro dele. Nesse momento, é preciso regular a bomba de sucção. Isso é feito desrosqueando o parafuso até perceber que a bomba está funcionando bem



Se quiser que a bomba pare de funcionar, é só fechar o registro de entrada de água