

## APÊNDICE B – PRODUTO EDUCACIONAL



**INSTITUTO FEDERAL**  
Espírito Santo  
Campus Cariacica

**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

**SBF**  
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

# **GUIA DIDÁTICO**

**OS CONCEITOS DE DENSIDADE, EMPUXO  
E PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES:  
UMA UNIDADE DE ENSINO  
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA**

**Orientador: Prof. Dr. Fernando José Lira Leal**  
**Mestrando: Marcílio de Freitas Silva**



## PREFÁCIO

**Caro professor,**

Este guia didático foi elaborado principalmente para turmas de 1º ano do ensino médio, com o intuito de auxiliar no ensino do Princípio de Arquimedes, empuxo, densidade e pressão, através de uma sequência didática baseada na aprendizagem significativa. Esta sequência didática está organizada no formato de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), buscando um ensino de Física contextualizado com o ambiente dos discentes.

O trabalho é direcionado para alunos inseridos em um contexto rural, o que não impede, no entanto, adaptações para a aplicação em um ambiente distinto. Todo o procedimento a ser realizado pelo professor está descrito nos planos de aula, que compõem objetivos, metodologias, materiais didáticos, questionários e atividades experimentais. A intenção é proporcionar aos professores de Física metodologias variadas para trabalhar o conteúdo, tentando desviar-se do ensino tradicional através do incentivo à participação efetiva dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem.



### LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação da variação de pressão sobre um objeto .....	7
Figura 2 - Cilindro submerso em um fluido .....	8
Figura 3 - Material utilizado para a medição de densidades .....	16
Figura 4 - Balança para demonstrar os efeitos da força de empuxo .....	17
Figura 5 - Imagem de grãos de café maduros, verdes, secos e despulpados .....	19
Figura 6 - Despulpador de café .....	20
Figura 7 - Agricultor "rodando" café no terreiro .....	20
Figura 8 - Lavoura de café com os frutos maduros .....	21
Figura 9 - Compartimento do despulpador de café que realiza a separação dos grãos através da diferença de densidade .....	21
Figura 10 - Suporte de lançamento e bomba de ar .....	23
Figura 11 - Caixa de acrílico .....	25
Figura 12 - Variação de altura e de forças aplicadas entre as extremidades de um objeto .....	25
Figura 13 - Grãos de café mergulhados na água .....	30
Figura 14 - Grão de café mergulhado na água .....	31
Figura 15 - Despulpador de café, compartimento de separação dos grãos .....	32
Figura 16 - Ovo submerso em água, sem sal e com sal .....	33
Figura 17 - Montanhas da região do Caparaó .....	34
Figura 18 - Mapa conceitual de velocidade .....	36



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>PLANOS DE AULA</b>	<b>11</b>
	AULA 1	11
	<b>Objetivos:</b>	<b>11</b>
	<b>Metodologia:</b>	<b>11</b>
	<b>Avaliação:</b>	<b>12</b>
	<b>Questionário:</b>	<b>13</b>
	AULA 2	15
	<b>Objetivos:</b>	<b>15</b>
	<b>Metodologia:</b>	<b>15</b>
	<b>Materiais utilizados:</b>	<b>15</b>
	<b>Avaliação:</b>	<b>16</b>
	AULA 3	16
	<b>Objetivos:</b>	<b>16</b>
	<b>Metodologia:</b>	<b>16</b>
	<b>Materiais utilizados:</b>	<b>18</b>
	<b>Avaliação:</b>	<b>18</b>
	AULA 4	18
	<b>Objetivos:</b>	<b>19</b>
	<b>Metodologia:</b>	<b>19</b>
	<b>Avaliação:</b>	<b>22</b>
	AULA 5	22
	<b>Objetivos:</b>	<b>22</b>
	<b>Metodologia:</b>	<b>22</b>
	<b>Materiais utilizados:</b>	<b>23</b>
	<b>Avaliação:</b>	<b>23</b>
	AULA 6	23
	<b>Objetivos:</b>	<b>24</b>
	<b>Metodologia:</b>	<b>24</b>
	<b>Materiais utilizados:</b>	<b>24</b>



<b>Avaliação:</b> .....	<b>26</b>
<b>AULA 7</b> .....	<b>28</b>
<b>Objetivos:</b> .....	<b>28</b>
<b>Metodologia:</b> .....	<b>28</b>
<b>Avaliação:</b> .....	<b>28</b>
<b>AULA 8</b> .....	<b>35</b>
<b>Objetivos:</b> .....	<b>35</b>
<b>Metodologia:</b> .....	<b>35</b>
<b>Avaliação:</b> .....	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>40</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de desenvolver uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS), baseada nos princípios da aprendizagem significativa proposta por David Ausubel. A sequência didática propõe o ensino de conceitos relacionados ao Princípio de Arquimedes, empuxo, densidade e pressão, partindo de atividades que enfatizam os conhecimentos prévios dos alunos.

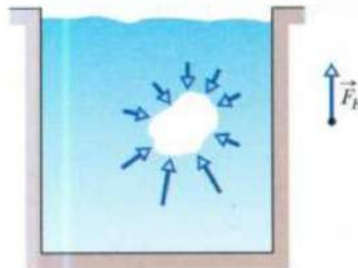
O contexto vivenciado pelos discentes da região do Caparaó é de uma economia voltada para a produção do café. Sendo assim, essa sequência tenta interligar conhecimentos e informações que os alunos já possuem, proporcionando maior facilidade em assimilar novos conceitos. As práticas utilizadas pelos agricultores durante a produção de café, como o processo de despulpamento dos grãos através da diferença de densidade entre eles, podem ser exploradas pelos professores de Física. Assim, a disciplina a qual os alunos relatam diversas dificuldades de aprendizagem, pode ser entendida de maneira mais interessante, como algo que faz parte da sua vida. A UEPS foi aplicada em duas turmas de primeiro ano do ensino médio, em uma escola estadual localizada no município de Lúna.



## 2 PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES

O matemático e físico grego Arquimedes de Siracusa, fez grandes contribuições para a cultura científica durante sua vida. Ficou famoso por suas invenções, como o sistema de roldanas, também por seus estudos sobre a circunferência e seu diâmetro. Na área da Hidrostática ficou marcado por estabelecer o chamado “Princípio de Arquimedes”, que determina a relação existente entre objetos imersos totalmente ou parcialmente em um fluido, e a força que surge sobre esses objetos, denominada “empuxo”. Essa força  $\vec{F}_E$  surge devido a pressão que o fluido exerce sobre o objeto, variando de acordo com a altura. A pressão no fundo é maior que a pressão no topo e gera uma força resultante vertical e para cima. Segundo Arquimedes essa força tem intensidade igual ao peso do fluido deslocado pelo objeto.

Figura 1 - Representação da variação de pressão sobre um objeto



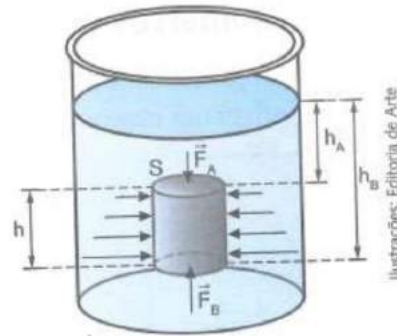
Fonte: Halliday (2009, p.66).

Quando a densidade do objeto é maior que a densidade do fluido, ele tende a afundar, e quando a densidade do objeto é menor que a do fluido, ele tende a flutuar. É o que ocorre na prática de despulpamento do café, os grãos maduros são mais densos e acabam afundando na água, já os grãos secos e brocados, são menos densos que a água, conseqüentemente boiam na superfície do líquido e facilitam sua separação.

O empuxo pode ser determinado analisando um cilindro submerso em um fluido, conforme apresentado na Figura 2.



Figura 2 - Cilindro submerso em um fluido



Fonte: Bonjorno (2016, p.263).

A diferença de pressão que existe entre as extremidades inferior e superior do objeto acaba gerando uma força resultante:

$$\vec{F}_R = \vec{F}_A + \vec{F}_B. \quad (1)$$

As pressões nas extremidades do cilindro são:

$$p_A = p_0 + \rho g h_A \quad \text{e} \quad p_B = p_0 + \rho g h_B. \quad (2)$$

Sabemos que existe uma relação entre força, pressão e área, assim:

$$F_A = p_A S \quad \text{e} \quad F_B = p_B S. \quad (3)$$

Dessa forma, podemos dizer que a força resultante é:

$$\begin{aligned} F_R &= p_B S - p_A S; \\ F_R &= (p_B - p_A) S; \\ F_R &= [(p_0 + \rho g h_B) - (p_0 + \rho g h_A)] S; \\ F_R &= \rho g (h_B - h_A) S; \\ F_R &= \rho g h S; \end{aligned}$$





$$F_R = \rho g V_C. \quad (4)$$

O volume  $V_C$  do corpo é igual ao volume  $V$  de fluido deslocado por ele, e essa força resultante é denominada empuxo ( $E$ ). Sendo assim:

$$E = \rho g V. \quad (5)$$

O empuxo é uma força que depende da densidade do fluido, da gravidade no local, e do volume deslocado pelo objeto quando imerso nesse fluido. Podemos também fazer uma comparação entre o empuxo que age em um corpo totalmente submerso e um corpo que está flutuando. Segundo Serway (2013), quando o corpo está totalmente submerso no fluido, o empuxo é:

$$E = \rho_f g V_0. \quad (6)$$

Onde  $V_0$  é o volume do corpo, se o corpo está totalmente submerso,  $V = V_0$ .

Se o corpo tiver uma densidade  $\rho_0$ , seu peso será:

$$Mg = \rho_0 V_0 g. \quad (7)$$

Assim a força resultante sobre ele será:

$$\vec{F}_R = \vec{E} + \vec{P}.$$

$$F_R = \rho_f g V_0 - \rho_0 g V_0.$$

$$F_R = (\rho_f - \rho_0) V_0 g. \quad (8)$$

Se a densidade do corpo for menor que a densidade do fluido, a força resultante será para cima e o corpo irá acelerar neste mesmo sentido, logicamente que se o corpo for



mais denso que o fluido a resultante será para baixo e ele irá afundar. Vale ressaltar que este mesmo comportamento ocorre com um corpo imerso em um gás, como por exemplo, o ar atmosférico.

Quando um corpo flutua em equilíbrio na superfície de um fluido, parcialmente submerso, o volume  $V$  do fluido deslocado é somente uma fração do volume total  $V_0$  do corpo. Nesta situação o empuxo é equilibrado pela força gravitacional exercida no corpo.

O empuxo é  $E = \rho_f gV$  e o peso do corpo é  $Mg = \rho_0 V_0 g$ , pela segunda lei de Newton, na vertical  $\sum \vec{F} = 0$ , sendo assim:

$$\rho_f gV = \rho_0 V_0 g;$$

$$\frac{\rho_0}{\rho_f} = \frac{V}{V_0}.$$

(9)

A fração do volume do corpo sob a superfície do fluido é igual à razão entre a densidade do corpo e a densidade do fluido.



### 3 PLANOS DE AULA

O presente produto educacional se baseia na realização de oito aulas, cada uma com duração de 55 minutos, sendo que a quarta aula constitui-se em uma visita de campo, e, por este motivo, poderá necessitar de um tempo adicional para realização. O foco principal dessa pesquisa é realizar uma análise qualitativa das atividades compartilhadas com os estudantes. Os instrumentos de coletas de dados a serem utilizados no decorrer da aplicação da UEPS serão questionários, vídeos, relatórios e mapas conceituais. Todas as atitudes dos alunos deverão ser levadas em consideração, a fim de identificar possíveis indícios de aprendizagem significativa. Para facilitar essa coleta de informações também poderá ser utilizado um diário de bordo. Vale destacar que todas as atividades buscam de alguma forma enfatizar os conhecimentos prévios dos alunos, pois segundo Ausubel, desta forma, o conteúdo poderá ser assimilado com mais facilidade e de forma significativa.

#### AULA 1

- Proposição de situações-problema sobre pressão, densidade e empuxo.

#### Objetivos:

- Identificar e analisar os conhecimentos prévios dos alunos.
- Promover uma reflexão sobre fenômenos do cotidiano.
- Relacionar conceitos físicos à solução de situações-problema.
- Analisar vídeo sobre a história de Arquimedes e a coroa do rei de Siracusa.

#### Metodologia:

- Na primeira aula, o docente deverá realizar uma discussão sobre fenômenos ocorridos no cotidiano relacionados ao conteúdo de pressão, densidade e empuxo, como o fato dos corpos ficarem aparentemente mais leves quando imersos na água. Esperamos que os alunos possam expressar suas opiniões e relatar algo possivelmente vivido. Para começar o estudo sobre os conceitos



de densidade, um vídeo de curta duração contando a história de Arquimedes e o rei de Siracusa deverá ser exibido. Este vídeo demonstra o desafio proposto por Hierão, em que o esperto matemático e físico busca provar que a coroa que ele havia encomendado a um ourives possuía outro metal misturado, menos nobre que o ouro. Arquimedes deveria resolver o problema sem ter que quebrar a coroa.

- Vídeo: O Princípio de Arquimedes em Desenho Animado para ver na Escola – Eureka! Com os Sapo Brothers. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=wyGhTgZyTLI&t=201s>>.
- Aplicação de questionário de situações-problema (pré-teste), com o intuito de identificar as ideias formuladas pelos alunos em relação ao tema. O teste é constituído de perguntas simples e o diagnóstico pode indicar o nível de informações e de conhecimentos prévios que os discentes possuem.

#### **Avaliação:**

- Participação, envolvimento dos alunos com o tema estudado, análise das respostas ao questionário de pré-teste.

**Questionário:**

- Situações-problema.

**Escola:****Professor:****Disciplina:** Física**Nome do aluno (a):** \_\_\_\_\_**Turma:** \_\_\_\_\_

1. Durante a colheita do café, os produtores utilizam uma técnica para despolpar os frutos, na intenção de gerar um produto de melhor qualidade. Você sabe como funciona esse processo de despolpamento? Tente explicar como funciona esse procedimento.

---

---

---

---

---

2. Quando estamos dentro de uma piscina e tentamos mergulhar uma bola de futebol no interior da água, notamos uma grande dificuldade. Por que é tão difícil segurar a bola mergulhada na água?

---

---

---

---

---

3. Os navios, mesmo sendo constituídos de um material muito pesado, conseguem flutuar na água, como esse fenômeno é possível?

---



---

---

---

---

---

4. Um balão de festas, preenchido com gás hélio, é abandonado e começa a subir para o espaço, você saberia explicar como ocorre esse fenômeno?

---

---

---

---

---

---

5. Você sabe o que é pressão atmosférica? Tente explicar com suas palavras o que entende sobre esse conceito.

---

---

---

---

---

---

6. A respeito do vídeo assistido, sobre a história entre Arquimedes e o rei de Siracusa, qual foi a solução encontrada para provar que a coroa não era feita somente de ouro?

---

---

---

---

---

---



## AULA 2

- Medição da densidade de diferentes materiais.

### Objetivos:

- Incentivar a realização de práticas experimentais.
- Entender a relação que existe entre massa e volume das substâncias.
- Calcular a densidade aproximada das substâncias.

### Metodologia:

- A turma deverá ser dividida em cinco grupos, onde cada um ficará com uma balança digital e uma proveta. Cada grupo receberá seis tipos de substâncias para tentar fazer a medição das densidades. Um formulário (Tabela 1) deverá ser entregue para que os grupos anotem a massa e a densidade medida para cada substância. As substâncias escolhidas devem ser recorrentes no cotidiano de grande parte dos alunos, como, por exemplo, o mel que é uma especiaria também produzida na região e o óleo de motor, que é o mesmo que os produtores de café utilizam para abastecer as derrigadeiras de café durante o período da colheita.

### Materiais utilizados:

- Balança digital, proveta de 250ml, água pura, óleo de soja, mel puro, querosene, óleo lubrificante de motor, álcool etílico.

Tabela 1 - Tabela para registro da massa e densidade

Substância	Massa (g)	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )
Água		
Álcool etílico		
Querosene		
Óleo de soja		
Mel		
Óleo de motor		

Fonte: Elaboração própria.



Figura 3 - Material utilizado para a medição de densidades



Fonte: Acervo pessoal do autor.

#### **Avaliação:**

- Participação, discussão sobre as diferentes características das substâncias e análise dos resultados obtidos nas medições realizadas.

### **AULA 3**

- Princípio de Arquimedes.

#### **Objetivos:**

- Incentivar a realização de práticas experimentais.
- Identificar a força de empuxo existente no fenômeno.
- Identificar que o empuxo é igual ao peso do fluido deslocado.

#### **Metodologia:**

- A terceira aula se constituiu na análise de uma balança de Arquimedes utilizando materiais de baixo custo. O experimento deve ser elaborado fixando uma haste de madeira em cima de uma base constituída do mesmo material. A haste vertical será atravessada por uma barra também de madeira, formando





os braços da balança. Nas extremidades da barra horizontal serão colocadas duas bolas de bilhar amarradas por barbante, proporcionando um equilíbrio na balança.

Figura 4 - Balança para demonstrar os efeitos da força de empuxo



Fonte: Acervo pessoal do autor.

Para demonstrar a ação do empuxo sobre os corpos submersos em um fluido, a balança deverá ser equilibrada com duas esferas (bolas de bilhar) de mesmo diâmetro e massa. Logo após, uma das esferas será inserida dentro de um recipiente contendo água, permitindo que seja visualizado um desequilíbrio entre os braços da balança. O experimento mostrará que a esfera parece realmente estar mais leve quando submersa em água, simplesmente explicado pela força vertical para cima denominada empuxo. Utilizando um dinamômetro o docente poderá demonstrar a diferença entre o peso da esfera fora e mergulhada na água. Por último, o professor utilizará um recipiente para recolher a água que transborda após a imersão da esfera. Finalmente, esse volume de líquido deslocado deverá ser pesado, buscando relacionar o valor encontrado com a diferença determinada anteriormente.

Através do experimento poderá ser demonstrado que o empuxo é igual ao peso do líquido deslocado:

$$E = P_l. \tag{10}$$

Sabemos que  $P = mg$ , assim:

$$E = m_l g. \tag{11}$$



A densidade é definida por:

$$d = \frac{m}{V}. \quad (12)$$

Isolando a massa, obtemos:

$$m_l = d_l V_l. \quad (13)$$

Finalmente obtemos que o empuxo é:

$$E = d_l V_l g. \quad (14)$$

Onde:

- $E$  = Empuxo
- $d_l$  = Densidade do líquido deslocado
- $V_l$  = Volume do líquido deslocado
- $g$  = Gravidade no local

**Materiais utilizados:**

- Tábua de madeira, hastes de madeira, barbante, bacia para comportar água, água, dinamômetro, esferas (bola de bilhar), parafusos.

**Avaliação:**

- Participação, discussão sobre os experimentos realizados e relatório sobre os conceitos assimilados durante a prática.

#### AULA 4

- Visualização de conceitos de densidade e empuxo em um despoldador de café, através da utilização de água.



### Objetivos:

- Visualizar como funciona o processo de despulpamento dos grãos de café, prática muito utilizada pelos produtores de café arábica da região sul do Espírito Santo.
- Diferenciar os grãos de café cereja (maduros), verdes, secos (café boia) e os despulpados (Figura 5).
- Entender como o empuxo e a diferença de densidade entre os grãos de café auxiliam no processo de despulpamento.

Figura 5 - Imagem de grãos de café maduros, verdes, secos e despulpados



Fonte: Acervo pessoal do autor.

### Metodologia:

- O estado do Espírito Santo, principalmente a região do Caparaó, destaca-se na produção de café, que nos últimos anos evoluiu muito em relação à qualidade da bebida que chega até o consumidor. Pensando no contexto de vida dos alunos dessa região, recomendamos uma visita a um sítio cafeeiro onde exista um despulpador de café. A prática de despulpar os grãos de café é muito comum na comunidade onde os alunos estão inseridos. Os conceitos



de densidade, empuxo e pressão podem ser ensinados explorando os subsunçores, ou seja, interligando novas ideias a um conhecimento que o aprendiz já possui.

Figura 6- Despolpador de café



Fonte: Acervo pessoal do autor.

Os despolpadores se baseiam na diferença de densidade entre os grãos de café para fazer a separação entre os grãos de boa e má qualidade. O processamento é simples. O fruto passa por um canal cheio de água, alguns grãos afundam e outros flutuam. O chamado café cereja, "madurão", tem sua casca externa retirada por um triturador, e, ao fim do processo, os grãos despolpados são levados para os terreiros para iniciar a secagem e posteriormente a pilagem.

Figura 7 - Agricultor "rodando" café no terreiro



Fonte: Acervo pessoal do autor.



Os produtores da região costumam secar os grãos de café nos terreiros de suas casas, misturando todos os tipos de grãos, os maduros, verdes e até mesmo aqueles de má qualidade (secos, chochos, brocados). Prática que acaba contribuindo para um produto final indesejável para aqueles que apreciam o gosto da bebida. Quando o fruto tem sua casca externa retirada antes do processo de secagem o resultado final é mais positivo, produzindo uma bebida com gosto muito mais característico, pois o café não perde seu aroma original.

Figura 8 –Lavoura de café com os frutos maduros



Fonte: Acervo pessoal do autor.

As lavouras da região do Caparaó são basicamente constituídas pelo café arábica, espécie com visível adaptação ao clima frio da altitude. Podemos visualizar na Figura 8 os grãos maduros, ideais para realizar o processo de despulpamento. Um problema enfrentado pelos produtores da região é o curto intervalo de tempo em que o fruto mantém esse estágio de maturação. A colheita precisa ser feita de maneira rápida, antes que os grãos comecem a secar na árvore.

Figura 9 - Compartimento do despulpador de café que realiza a separação dos grãos através da diferença de densidade



Fonte: Acervo pessoal do autor.



Na Figura 9 anterior podemos ver o processo de despulpamento dos grãos de café, onde os frutos são transportados pela água até caírem dentro de uma caixa, nesse compartimento, os grãos mais densos, maduros e verdes afundam e os menos densos, secos e brocados flutuam, assim como folhas secas e gravetos. Também podemos perceber na imagem que ao lado direito estão os grãos menos densos, e ao lado esquerdo os frutos de melhor qualidade, que seguirão para outra máquina onde terão sua casca arrancada.

#### **Avaliação:**

- Relatório contendo todos os conceitos assimilados durante a visita ao despulpador de café, diário de bordo elaborado pelo professor.

### **AULA 5**

- Pressão, lançamento de foguetes.

#### **Objetivos:**

- Identificar o conceito de pressão através de uma prática experimental.
- Identificar a pressão suportada por uma garrafa pet.
- Relacionar os conceitos de pressão com fatos vivenciados no cotidiano.
- Realizar conversões de unidades de medida de pressão.

#### **Metodologia:**

- Realizar lançamentos de garrafa pet utilizando uma base construída de tubos de PVC e mangueira. A prática deverá ser realizada na área externa da escola, a fim de garantir a segurança dos alunos e demais pessoas envolvidas. A intenção é identificar diferentes valores de pressão suportados no interior das garrafas pet. O experimento pode proporcionar aos alunos o entendimento de que a pressão está aumentando quando inserimos ar na garrafa, e que em um limite de pressão essa garrafa pode não suportar, gerando uma explosão.



- Na aprendizagem significativa proposta por Ausubel, os conceitos a serem ensinados devem estar ancorados em algo que os alunos já conhecem, ou seja, é necessário explorar os conhecimentos prévios dos alunos. Neste caso recomendamos traçar uma relação entre o experimento realizado e a prática de calibrar os pneus de carros, motos e bicicletas. O experimento também permitirá falar um pouco sobre o conceito de pressão atmosférica, destacando a diferença que pode existir entre a pressão externa (atmosférica) e a pressão interna dos objetos (garrafas pet, pneus).

#### **Materiais utilizados:**

- Tubo de PVC, mangueira de borracha, fita isolante, barbante, garrafa pet, bomba de ar (com registros em psi e bar).

Figura 10 - Suporte de lançamento e bomba de ar



Fonte: Acervo pessoal do autor.

#### **Avaliação:**

- Participação dos alunos, relatório sobre os valores de pressão registrados durante os lançamentos, diário de bordo elaborado pelo professor.

### **AULA 6**

- Conceitos de empuxo, pressão e densidade utilizando uma caixa de acrílico.

**Objetivos:**

- Incentivar a utilização de práticas experimentais.
- Relacionar os conceitos de empuxo com a variação de pressão.
- Reconhecer como a variação de altura da coluna de fluido influencia na diferença de pressão.
- Analisar o comportamento de um objeto parcialmente submerso na água e submetido a um aumento de pressão.

**Metodologia:**

- Demonstração dos efeitos da pressão sobre um objeto submerso parcialmente na água. O objeto deve estar dentro de uma caixa de acrílico totalmente isolada e reforçada para suportar grandes variações de pressão.
- A construção da caixa passa por várias etapas. Primeiramente o recipiente de acrílico deve ter todas as junções revestidas com cola, na intenção de evitar vazamentos de água, logo após uma cantoneira de metal deve ser recortada e fixada para reforçar a estrutura. O objeto deverá ser perfurado na parte superior para inserir um pisto de bicicleta, o qual será utilizado para encaixar a bomba. Para facilitar e tornar a realização do experimento mais segura, deverá ser instalada uma válvula de escape na lateral da caixa, visando a possibilidade de diminuir a pressão interna em uma situação extrema. Finalmente o recipiente será envolvido com uma cinta reforçada, buscando evitar ao máximo uma dilatação após o aumento da pressão. A intenção do experimento é analisar se o volume submerso do cilindro irá aumentar, diminuir ou permanecer constante após o aumento da pressão interna.

**Materiais utilizados:**

- Caixa de acrílico de espessura 6mm, cola araldite, cola super bonder, pisto de pneu de bicicleta, borracha de câmara de ar, cilindro de isopor, imã de autofalante (para estabilizar o cilindro na água), cantoneira de alumínio, cinta de fixação, válvula metálica, luva de correr (para fixar a válvula).





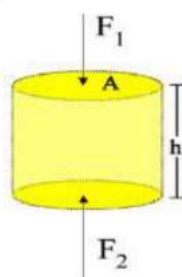
Figura 11 - Caixa de acrílico



Fonte: Acervo pessoal do autor.

O experimento com o cilindro submerso parcialmente em água servirá para que o professor comente sobre a relação existente entre a pressão exercida pela água e a coluna formada pelo fluido, demonstrando que quanto mais profunda for a coluna de água maior será a pressão exercida sobre o cilindro. O empuxo é resultado da diferença de pressão entre a parte inferior e a parte superior do objeto submerso. Como a pressão na parte inferior é maior que a superior, devido a coluna de água ser maior, o objeto acaba sendo submetido a uma força vertical para cima.

Figura 12 - Variação de altura e de forças aplicadas entre as extremidades de um objeto



Fonte: Bertulani (1999).

A variação de altura proporciona a diferença de pressão sobre o corpo, assim surge a força de empuxo para cima. Vale destacar também que a mínima variação de altura pode gerar uma diferença de pressão considerável. Esse fato é explicado por um objeto de dimensões muito pequenas, onde somos levados a pensar que praticamente não existe variação de pressão entre a parte superior e a inferior, mas que mesmo assim esse corpo sofre a ação do empuxo.

**Avaliação:**

- Questionário sobre experimentos com garrafa pet e com caixa acrílica.

**Escola:****Nome do aluno (a):** \_\_\_\_\_**Turma:** \_\_\_\_\_

1. Qual foi a pressão máxima suportada pela garrafa pet?

---

---

---

---

---

---

2. Para calibrar os pneus das motos e dos carros costumamos utilizar uma bomba localizada nos postos de gasolina, você sabe qual o valor de pressão em psi que é colocado? Tente explicar o significado dessa pressão inserida no pneu.

---

---

---

---

---

---

3. Tente encontrar uma relação de conversão entre a pressão expressa em psi e em bar.

---

---

---

---

---

---



4. No experimento realizado com a caixa de acrílico, por que o cilindro não afunda na água?

---

---

---

---

5. Se aumentássemos a pressão dentro do recipiente, o que iria acontecer com o cilindro?

- a) subir um pouco.
- b) descer um pouco.
- c) continuar no mesmo nível.

6. Tente explicar quais as características que mudariam dentro da caixa quando aumentássemos a pressão utilizando a bomba.

---

---

---

---

---

---

7. A situação descrita no experimento da caixa de acrílico se aplica graças ao fato de o recipiente estar totalmente isolado do meio externo, criando em seu interior uma "mini atmosfera". Por que os resultados seriam diferentes no caso do recipiente estar aberto?

---

---

---

---

---

---



## AULA 7

- Avaliação da aprendizagem.

### **Objetivos:**

- Verificar se houve indícios de aprendizagem significativa por parte dos alunos.
- Identificar uma possível evolução conceitual durante a UEPS.
- Verificar a capacidade dos alunos em descrever os conceitos assimilados durante as aulas.

### **Metodologia:**

- Realização de uma rápida discussão para esclarecimento de possíveis dúvidas apresentadas pelos estudantes, logo após, eles receberão uma avaliação contendo 12 questões, sendo a maioria delas discursivas, o intuito é colher o máximo de informações sobre o nível de aprendizagem dos alunos.

### **Avaliação:**

- Análise das respostas apresentadas pelos alunos na prova.



	<b>EEEFM “</b>			<b>”</b>
	<b>Disciplina:</b> FÍSICA	<b>Avaliação</b>	<b>Data:</b>	<b>Valor:</b>
	<b>Ensino Médio</b>		<b>Professor:</b>	
	<b>Nome:</b>			<b>Série: 1<sup>o</sup></b>

1. O processo de despulpamento dos grãos de café é uma técnica muito utilizada pelos agricultores da região sul do Espírito Santo, cuja intenção é gerar um produto de melhor qualidade. Durante o processamento, os frutos maduros tem sua casca externa retirada, mas antes é feita uma separação entre maduros e secos com o auxílio da água, isso porque:

- a) os grãos maduros são menos densos que os secos.
- b) os grãos maduros são mais densos que os secos.
- c) os grãos maduros são maiores que os secos.
- d) os grãos secos afundam na água e os maduros flutuam.
- e) os grãos secos são mais pesados que os maduros.

2. O sábio Arquimedes, filósofo grego, recebeu de Hierão, rei de Siracusa, o desafio de descobrir se a coroa que havia encomendado a um ourives era realmente de ouro puro. O pensador ficou com o problema por algum tempo, até que um certo dia, tomando banho em sua banheira, percebeu que ao penetrar na água, transbordava um certo volume do líquido. Arquimedes encontrou então uma forma de resolver o problema sem ter que quebrar a coroa, pegou um pedaço de ouro e outro de prata, ambos com o mesmo peso da coroa, e os mergulhou separadamente em um vasilhame contendo água.

Explique detalhadamente os resultados obtidos por Arquimedes, citando qual foi sua conclusão a respeito do problema imposto pelo rei.

---



---



---



---



---



---



3. Qual a diferença entre massa específica e densidade? Cite exemplos para demonstrar essa diferença.

---

---

---

---

---

---

4. A massa específica do aço é maior que a da água. No entanto, um navio cujo casco é de aço consegue flutuar na água. Como isso é possível?

---

---

---

---

---

---

5. Dentro de uma caixa contendo água, encontram-se três grãos de café, dois se localizam no fundo e um na parte superior do líquido. Quais são as propriedades físicas úteis para entender este fenômeno? Explique detalhadamente.

Figura 13 - Grãos de café mergulhados na água



Fonte: Acervo pessoal do autor.




---



---



---



---



---

6. Um grão de café encontra-se mergulhado em água, ocupando a posição indicada na figura abaixo, faça um desenho esboçando as forças que agem sobre o fruto, determinando suas direções e sentidos. Descreva os fatores físicos que contribuem para que o grão permaneça nesta posição intermediária do fluido.

Figura 14 - Grão de café mergulhado na água



Fonte: Acervo pessoal do autor.

---



---



---



---



---

7. Um agricultor construiu um açude, porém, pouco tempo após encher completamente o espaço, ocorreu uma ruptura na parte de baixo. Proponha uma



explicação para a ruptura que relacione o comportamento da pressão da água sobre as paredes do açúcar.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

8. A máquina de despolar café consegue separar os grãos maduros/verdes dos secos. Porém, ao fim do processo, apenas os grãos maduros têm sua casca efetivamente retirada, enquanto os verdes permanecem inalterados, sendo levados para o terreiro com a forma original. Sabendo que ambos os grãos vão para o fundo da máquina e que os grãos maduros são em média maiores que os grãos verdes; como a máquina consegue selecionar grãos maduros dos verdes? O que podemos afirmar sobre as densidades desses dois grãos? As densidades são iguais?

Figura 15 - Despoldador de café, compartimento de separação dos grãos



Fonte: Acervo pessoal do autor.

---

---

---

---

---





---

---

---

---

---

9. Um ovo de galinha é inserido em um recipiente contendo água, inicialmente o ovo permanece localizado no fundo do recipiente (Figura I). Em um segundo momento, mistura-se uma colher de sal na água, e com o auxílio da mesma, o sal é dissolvido no fluido, após esse processo o ovo de galinha passa a se localizar na parte superior do líquido (Figura II). Explique quais foram os fatores que contribuíram para que o ovo flutuasse.

Figura 16 - Ovo submerso em água, sem sal e com sal



*Figura I*

*Figura II*

Fonte: Acervo pessoal do autor.

---

---

---

---

---

---

---



10. O município de Lúna localiza-se na região do Caparaó, muito conhecida pelo clima frio e a beleza das montanhas. A respeito das características da nossa região assinale a alternativa correta:

Figura 17 - Montanhas da região do Caparaó



Fonte: Acervo pessoal do autor.

- a) Na região do município de Lúna, a pressão atmosférica é de 1 atm.
- b) Quando uma pessoa mergulha em um rio da região, a pressão sobre ela diminui.
- c) No município de Lúna, a pressão atmosférica é menor que 1 atm.
- d) Quando escalamos uma montanha da região a pressão atmosférica aumenta.
- e) A pressão atmosférica é a mesma independente da altitude.

11. O café produzido em nossa região geralmente é exportado para outros países, primeiramente é conduzido até o porto de Vitória, de onde segue para vários destinos. Um navio, de massa 100 toneladas, é carregado com sacas de café de 60 kg, após ser preenchido com carga máxima, seu volume submerso passou a ser de  $160\text{m}^3$ . Qual a quantidade de sacas de café colocadas no navio? Considere a densidade da água como  $1000\text{kg/m}^3$ .

---



---



---



---



---



---



---

---

12. Para preparar um bolo de fubá, uma dona de casa necessita, entre outros ingredientes, de 200ml de óleo de soja. A fim de realizar uma medição exata, utiliza uma proveta graduada para comportar o líquido, mas por curiosidade ela resolve também medir a massa do óleo contido na proveta, com o auxílio de uma balança de alta precisão e descontando a massa da própria proveta, ela encontra um valor de 180g. Qual é a densidade do óleo de soja?

---

---

---

---

---

---

---

---

### AULA 8

- Elaboração de mapas conceituais e questionário de opinião.

#### Objetivos:

- Analisar os conceitos descritos nos mapas conceituais.
- Analisar a opinião dos alunos a respeito das aulas ministradas.
- Identificar uma possível evolução nas aulas de física.
- Colher informações que possam realinhar futuras aplicações de sequências didáticas.
- Identificar o nível de satisfação dos alunos referente a aplicação da UEPS.

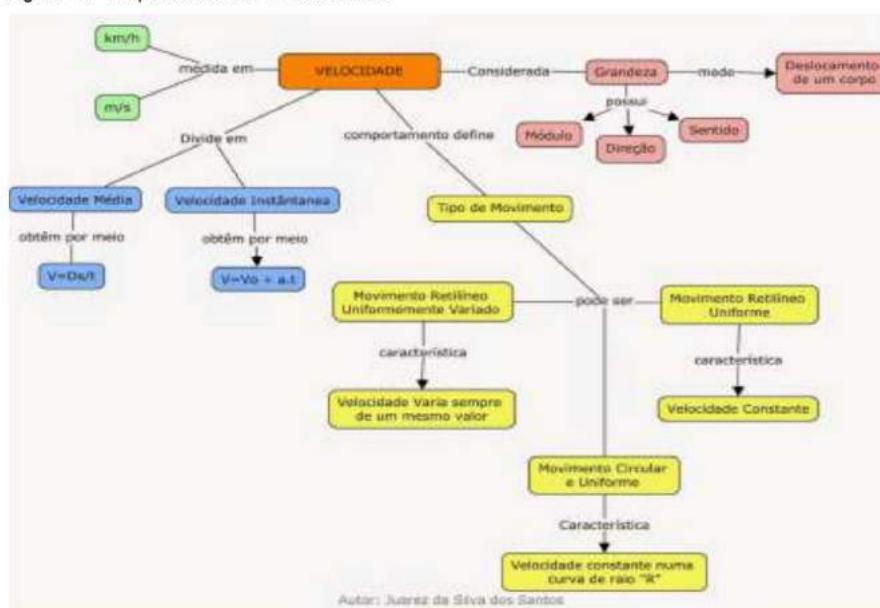
#### Metodologia:

- Explicação sobre mapas conceituais e demonstração de um pronto sobre o conceito de velocidade, em seguida os alunos devem formular seus próprios



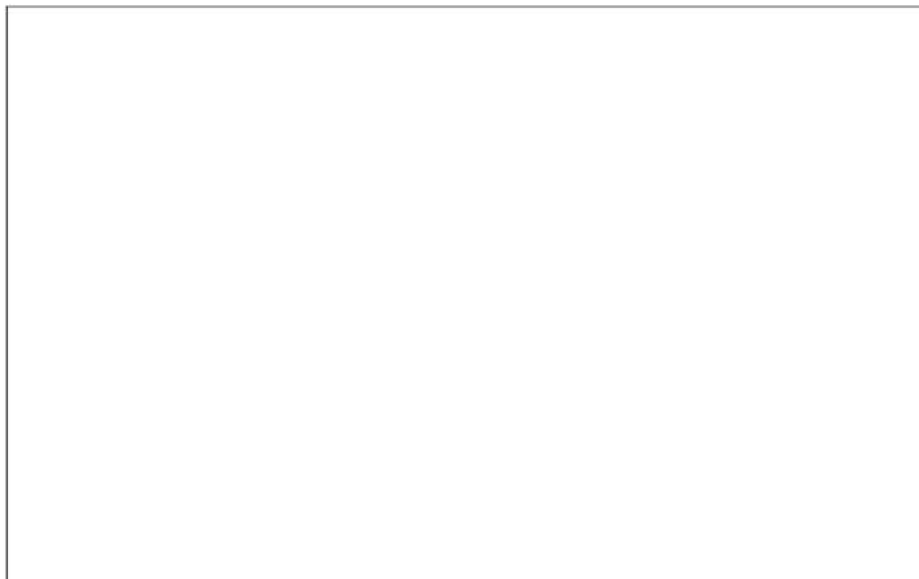
mapas sobre os conceitos estudados. Logo após os discentes receberão um questionário de opinião, com o intuito avaliar as aulas anteriores, relatando fatos positivos e negativos, assim como dando sugestões de melhorias para as aulas de Física. A Figura 18 representa o mapa conceitual de velocidade.

Figura 18 - Mapa conceitual de velocidade



Fonte: Santos (2014).

Baseando-se em todos os conceitos estudados até agora nesta sequência didática, elabore um mapa conceitual relacionando pressão, empuxo, densidade e princípio de Arquimedes. Utilize o espaço abaixo para fazer o desenho.

**Avaliação:**

- Análise dos mapas conceituais e das respostas apresentadas no questionário de opinião.



### QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO

**Escola:**

**Nome do aluno (a):** \_\_\_\_\_

**Turma:** \_\_\_\_\_

1. Você gosta de estudar Física? Por quê?

---

---

---

---

---

2. Qual a parte que você menos gosta nas aulas de Física?

---

---

---

---

---

3. Você acredita que a Física faz parte do seu cotidiano? Em caso positivo, cite exemplos de fenômenos físicos presentes em sua vida.

---

---

---

---



---

---

4. Durante a sequência de aulas de Física anteriores, o que você notou de diferente? Quais foram os pontos positivos e os negativos dessas aulas?

---

---

---

---

5. Você acha que as aulas diferenciadas de Física em que participou te ajudaram a aprender melhor o conteúdo? Justifique.

---

---

---

---

---

6. Faça um relato deixando sugestões de melhorias para as próximas aulas de Física.

---

---

---

---

---



## REFERÊNCIAS

BERTULANI, C. **Hidroestática**. 1999. Disponível em: <<http://www.if.ufrj.br/~bertu/fis2/hidrostatica/pressao.html>>. Acesso em: 22 jun. 2018.

BONJORNO, J. R.; et al. **Física**. São Paulo: Editora FTD, 2016.

RESNICK, R., HALLIDAY, D.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**. Gravitação, ondas e termodinâmica. Rio de Janeiro: LTC, 2011, 2 v.

SANTOS, J. **Mapa Conceitual: O que é Velocidade no contexto da Física?**. 2014. Disponível em: <<https://juarezsantos.wordpress.com/2014/10/31/mapa-conceitual-o-que-e-velocidade-no-contexto-da-fisica/>>. Acesso em: 23 jun. 2018.

SERWAY, R. A.; JEWETT JR., J. W. **Princípios de Física: movimento ondulatório e termodinâmica**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.