

APÊNDICE C: PRODUTO EDUCACIONAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

UEPS – dos temas da Hidrostática no ensino médio, na perspectiva da aprendizagem significativa, com aplicação de um material curricular (kit didático): braço hidráulico, prensa hidráulica, escavadeira hidráulica, sistema de freio hidráulico e ludião

Material do professor

Alcilene Balica Monteiro
Dr. José Carlos da Silva Oliveira

– 2019 –

SUMÁRIO

Levantamento de conhecimentos prévios	1
1. Situação inicial.....	1
2. Situações-problema iniciais	1
3. Aprofundando conhecimentos	2
3.1. O princípio de Stevin	5
3.2. O Princípio de Pascal	8
3.3. O princípio de Arquimedes	10
5. Revisão.....	20
6. Atividade somativa individual	20
7. Avaliação da aprendizagem da UEPS.....	20
8. Avaliação da UEPS.....	20
9. Avaliação da temporalidade de fixação dos conteúdos	20
Referências.....	21
Apêndice A - QUESTIONÁRIO I – PRÉ-TESTE	22
Apêndice B - QUESTIONÁRIO II – TESTE.....	24

Apresentação

Prezado colega professor,

Temos o objetivo, através desse material, de oferecer-lhe apoio no planejamento e execução de suas aulas em turmas de ensino médio, no tema da hidrostática, através do desenvolvimento de uma metodologia didática que se utiliza, na perspectiva da aprendizagem significativa de Ausubel (1980), organizada no modelo proposto por Moreira (2011) de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) e amparada por um kit didático: braço, prensa, escavadeira e sistema de freio hidráulicos.

A UEPS contendo temas da Hidrostática e amparado por um material curricular (kit didático): braço hidráulico, prensa hidráulica, escavadeira hidráulica, sistema de freio hidráulico e ludião, aqui apresentada constitui-se no produto educacional integrante do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Sociedade Brasileira de Física (SBF), polo 59 vinculado à Universidade Federal do Acre (UFAC).

Consiste em um material de apoio ao professor e não há nenhum impedimento de realização de adequações.

Na certeza de estarmos contribuindo com o ensino e aprendizagem dos temas da hidrostática no ensino médio, nos colocamos sempre à disposição.

Os autores,

Alcilene Balica Monteiro
alcilenebalica@gmail.com

Dr. José Carlos da Silva Oliveira
ponciano50@hotmail.com

UEPS – dos temas da Hidrostática no ensino médio, na perspectiva da aprendizagem significativa, com aplicação de um material curricular (kit didático): braço hidráulico, prensa hidráulica, escavadeira hidráulica, sistema de freio hidráulico e ludião

Levantamento de conhecimentos prévios

Objetivo: mapear os conhecimentos prévios (*subsunções*) dos estudantes, relacionando com seu cotidiano, sobre os conteúdos de Física e da Hidrostática, para que a partir deles possam ser determinadas as próximas etapas.

O pré-teste servirá para além de mapear os conhecimentos prévios dos estudantes, seus resultados serem usados para orientar o professor na melhor forma de abordar os conteúdos das aulas seguintes, principalmente quanto a linguagem a ser utilizada (apêndice A).

1. Situação inicial: São introduzidos conceitos relacionados ao tema da Hidrostática, como pressão, pressão atmosférica, fluido, massa, pressão, densidade, compressão, conforme descrito:

1.1 Os estudantes, organizados em grupos, receberão questões extraídas do pré-teste, relacionadas aos conteúdos da hidrostática, como: massa específica, pressão, pressão hidrostática, pressão atmosférica, princípios de Pascal, Stevin e Arquimedes e após a exibição do vídeo: Reportagem apresentada no programa Fantástico de 12/11/2006, que trata sobre as consequências do aquecimento global para o clima do Brasil. Disponível em: <http://br.youtube.com/watch?v=Nm8tPLcLn84> Referência: MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO BRASIL. Direção de Globo. São Paulo: Globo, 2006. (6 min), responderão as questões e apontarão trechos do vídeo onde encontraram dificuldades em entender o tema. Esta atividade funciona como um organizador prévio e tem por objetivo a aproximação da Física ao cotidiano dos alunos. Após a execução da tarefa, os grupos deverão socializar as respostas das questões.

2. Situações-problema iniciais: Construção com os estudantes de Mapas Conceituais (MC)

Apresentação com uso de Datashow, do conceito de MC como ferramenta desenvolvida pelo pesquisador Joseph Novak juntamente com seus colaboradores na década de 70, que potencialmente pode auxiliar no desenvolvimento da aprendizagem significativa. A apresentação deve conter orientações e um passo a passo de como construir um MC. Também conhecido como mapa mental ou mapa livre, pelo fato de não existir uma estrutura a ser seguida. “É uma função

natural da mente humana – é o pensamento ‘irradiado’ livremente a partir de uma imagem central, ou de uma palavra-chave, como se fossem ramificações” (MOREIRA, 2011). Neles, há uma ideia central e a organização é feita de forma a encadear o pensamento. Não é necessária uma hierarquização. Na Figura 1 tem-se um exemplo de MC nos temas da Hidrostática.

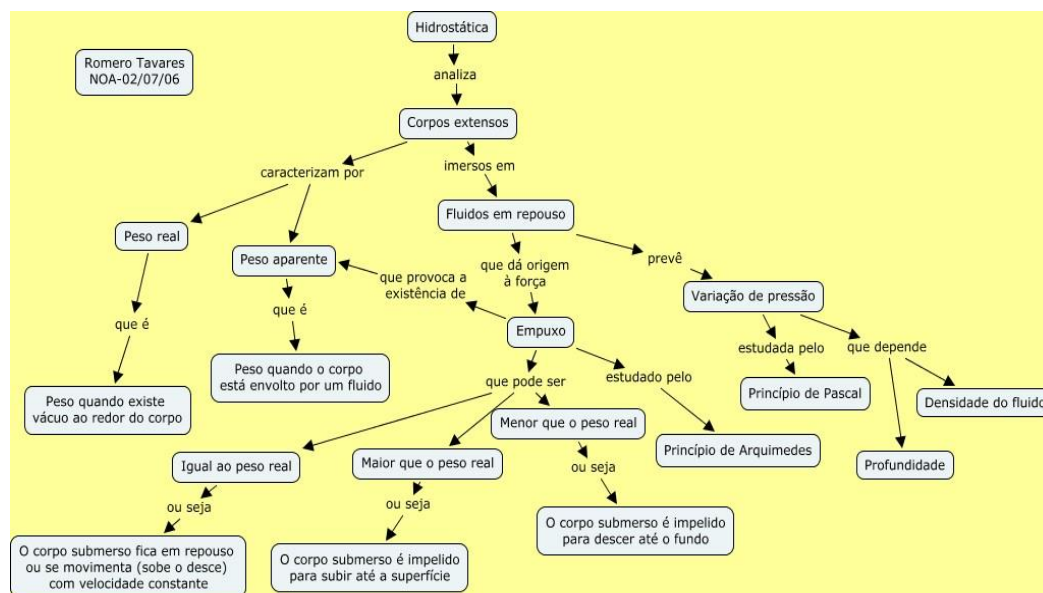


Figura 1 – Mapa Conceitual no tema da Hidrostática. Fonte: Bertolo (2017).

A partir destas informações os estudantes podem, a partir da problematização inicial, confeccionar seus próprios MC no tema da Hidrostática, utilizando como apoio algumas palavras-chave a serem disponibilizadas pelos professores. Alguns exemplos:

Fluido - Hidrostática – massa – volume – massa específica – densidade - força – área - pressão – princípio de Stevin – pressão atmosférica – pressão hidrostática - vasos comunicantes - princípio de Pascal – elevador hidráulico – prensa hidráulica – direção hidráulica – princípio de Arquimedes – empuxo – peso – peso aparente – submarino – altitude e corpos flutuantes.

Uma amostra de estudantes deve explicar seu MC para os demais colegas. É importante que o professor faça uma análise dos mapas para identificar os conhecimentos prévios dos estudantes e as possíveis dificuldades.

Essa atividade possibilita que os estudantes percebessem como os MC construídos pela turma são diferentes uns dos outros, e, além disso, como cada um deles aborda os mesmos

conceitos de maneiras distintas. Ao longo desses encontros o professor pode fazer comentários e intervenções a respeito da estruturação e dos conceitos presentes nos MC. Os conceitos presentes nos MC possibilitam avaliar os significados que os estudantes atribuem aos conceitos relevantes relacionados aos temas da hidrostática, sendo de extrema importância para a avaliação e para a busca da aprendizagem significativa dos temas abordados.

3. Aprofundando conhecimentos: Consiste na introdução dos conteúdos propostos, através de aula expositiva e criação de novas situações-problema, porém em um nível mais elevado de complexidade.

A palavra Hidrostática vem do grego, cujo prefixo hidro significa água e estática a corpos em equilíbrio, portanto, Hidrostática é a Ciência que estuda o comportamento dos fluidos em equilíbrio (GASPAR, 2013, p. 254). Os fluidos indistintamente aos líquidos e aos gases são substâncias com propriedade de escoar facilmente e mudar de forma sob a ação de pequenas forças, e, quando em equilíbrio e a resultante das forças que atuam sobre cada uma de suas porções é nula (NUSSENZVEIG, 2002). A Figura 2 ilustra a adaptação do fluido de acordo com recipiente.

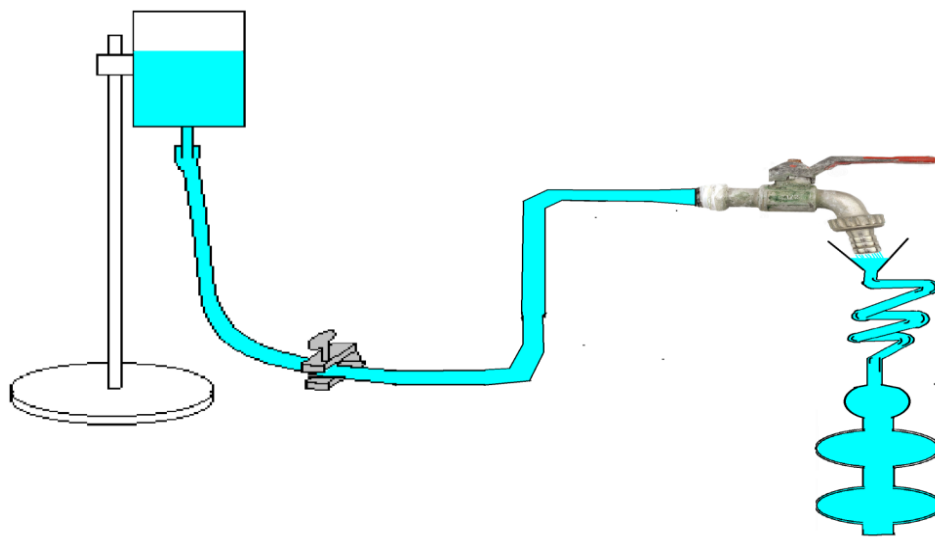


Figura 2 - Esquema de um fluido em escoamento e tomando a forma do recipiente.

Ao iniciar o estudo da Hidrostática é de fundamental importância conhecer e compreender os conceitos de massa específica, peso específico e pressão.

A massa específica de um corpo é definida como a razão entre a massa (m) e seu volume (V), expressos simbolicamente através da Equação 1:

$$\mu = \frac{m}{V} \quad (1)$$

O peso específico de um corpo é definido como a razão entre a intensidade do peso (P) do corpo e seu volume (V), expressos simbolicamente na Equação 2 como:

$$\rho = \frac{p}{V} = \frac{mg}{V} \quad (2)$$

Sabe-se que a pressão (P), é definida como sendo uma força (F), que atua sobre determinada área (A), conforme descrito na Equação 3:

$$P = \frac{F}{A} \quad (3)$$

Em 1643, o italiano físico e matemático Evangelista Torricelli (1608-1647), realizou várias experiências que tinha por objetivo determinar a pressão exercida na superfície livre de um fluido ao nível do mar (SAMPAIO; CALÇADA, 2005). A experiência de Torricelli:

Primeiramente, Torricelli encheu com mercúrio (Hg) um tubo de vidro de aproximadamente 1 metro de comprimento. Em seguida, mantendo fechado o tubo, inverteu-o e mergulhou-o num recipiente que também continha mercúrio. Depois, abrindo a extremidade inferior, notou que o mercúrio descia um pouco, estabilizando num comprimento de aproximadamente 76 cm acima da superfície livre do mercúrio. A parte superior ficava vazia, isto é, ali temos vácuo. Este vácuo não é perfeito, pois um pouco de mercúrio se evapora preenchendo o espaço ¹.

Torricelli através de sua experiência concluiu que a pressão que mantinha a coluna de mercúrio em equilíbrio naquela altura era a pressão atmosférica. A pressão de uma atmosfera (1 atm) equivale a pressão exercida por uma coluna de mercúrio de 76 cm de altura em relação ao nível do líquido à temperatura do local é 0 °C e a aceleração da gravidade local de aproximadamente de 9,80 m/s² (SAMPAIO; CALÇADA, 2005).

A Figura 3 ilustra o experimento de Torricelli para determinar a pressão atmosférica ao nível do mar.

¹ SAMPAIO; CALÇADA, 2005, p. 84-85.

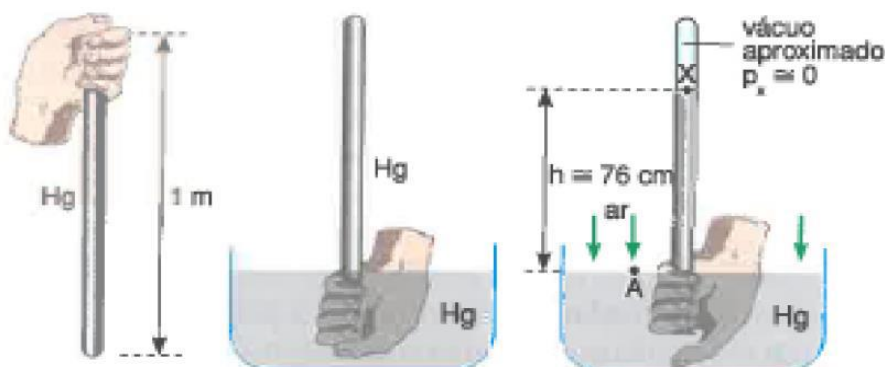


Figura 3 - Esboço da experiência realizado por Torricelli (1608-1647) em 1643. Fonte: Sampaio e Calçada (2005, p. 85).

De acordo com Torricelli, a força que mantinha a coluna de mercúrio elevada no tubo era simplesmente a pressão atmosférica, transmitida através do mercúrio no recipiente. O ar pressiona a superfície do mercúrio no recipiente, e como praticamente não existe gás no espaço vazio no topo do tubo, o mercúrio desce pelo tubo, mas somente até o ponto em que seu peso equilibre a força exercida pelo ar sobre a superfície de mercúrio no recipiente. Torricelli realiza, então, diversas vezes o experimento, utilizando tubos de diversos tamanhos e formatos, largos, finos, com bulbos grandes e pequenos. Acaba chegando à conclusão de que a altura da coluna de mercúrio no tubo é independente da largura do tubo ou de quanto mercúrio se encontra no recipiente. De fato, pode-se analisar a situação matematicamente e mostrar que a altura da coluna realmente independe da área.

Nesse contexto, define-se que os pilares da Hidrostática estão fundamentados em três princípios básicos: o princípio de Stevin, o princípio de Pascal e princípio de Arquimedes (DOCA; BISCUOLA; BÔAS, 2007), os quais são definidos nas sessões seguintes.

3.1. O princípio de Stevin

O princípio de Stevin deduzido experimentalmente pelo físico e matemático belga Simon Stevin (1548-1620) estabelece que a diferença entre pressões em dois pontos no seio de um líquido em equilíbrio é diretamente proporcional ao produto da massa específica do líquido **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, pelo módulo da aceleração da gravidade local g e a diferença de profundidade Δh (SAMPAIO; CALÇADA, 2005). Considere, conforme demonstra a Figura 4, um líquido em equilíbrio dentro de um recipiente. Na medida que afundamos em um líquido, a pressão aumenta.

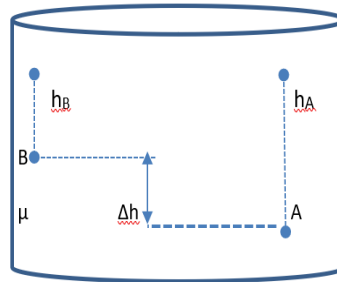


Figura 4 – Relação da pressão com a altura. Fonte: adaptada de Pauli et al. (1978).

Sejam as pressões nos pontos A e B, dadas por P_A e P_B e $\Delta h = h_A - h_B$ a diferença de profundidade e, de acordo com o princípio de Stevin, conforme demonstram as Equações 4 e 5 temos:

$$P_A = P_B + \mu_{liq} g \Delta h \quad (4)$$

$$P_A = P_B + \mu_{liq} g \Delta h \quad (5)$$

Segundo Sampaio e Calçada (2005), este princípio estabelece as bases para o entendimento dos vasos comunicantes, pois, pontos que estão no mesmo plano horizontal suportam a mesma pressão independente do formato do recipiente, conforme pode ser observado na Figura 5.

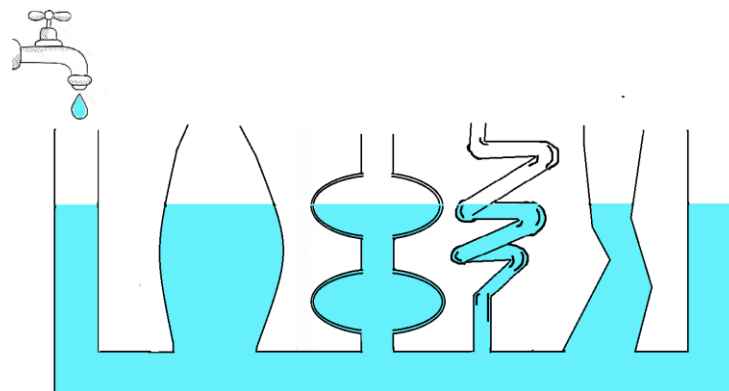


Figura 5 – Apresenta um sistema de vasos comunicante com diferentes formas e contendo o mesmo fluido. Fonte: adaptada de Catani e Aguiar (2012).

Os vasos comunicantes, representados na Figura 6 são apenas alguns dentre os variados exemplos de utilização do princípio de Stevin presentes nos livros didáticos, sendo o fator determinante na pressão apenas a altura da coluna de fluido escolhida.

Já os recipientes em forma de “U” são utilizados para determinar a densidade de um fluido desconhecido quando conhecida a densidade de um deles. O processo se constitui de misturar fluidos não miscíveis nesse recipiente e, em seguida aplicar o Teorema de Stevin, pois, as alturas alcançadas pelos fluidos, contadas a partir da superfície de separação, são inversamente proporcionais às massas específicas dos fluidos (PAULI et al., 1978).

Sejam então dois líquidos não miscíveis, 1 e 2, colocados em vasos comunicantes, conforme é ilustrado na Figura 6.

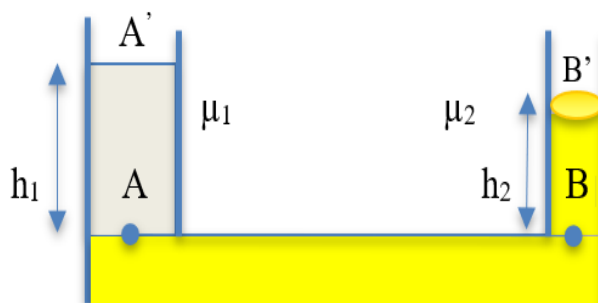


Figura 6 – Esquema de um tubo em forma de U, contendo dois líquidos não miscíveis. Fonte: adaptada de Pauli et al. (1978).

Se os pontos A e B estiverem no mesmo plano horizontal e no mesmo líquido as pressões exercidas sobre eles são iguais, ou seja, $P_A = P_B$, e $P_{A'} = P_{B'}$ são as pressões exercidas pela atmosfera sobre a superfície livre dos líquidos.

Substituindo estas igualdades na Equação 4, obtemos o exposto nas Equações 6 e 7:

$$P_A - P_{A'} = \mu_1 g h_1 \quad (6)$$

$$P_B - P_{B'} = \mu_2 g h_2 \quad (7)$$

E assim, subtraindo a Equação 6 da 10, temos o exposto na Equação 8:

$$\mu_1 h_1 = \mu_2 h_2 \rightarrow \frac{h_1}{h_2} = \frac{\mu_2}{\mu_1} \quad (8)$$

Se confirmando assim, o enunciado sobre a determinação da densidade de um fluido desconhecido, quando é conhecida a densidade de um deles.

No dia a dia é possível observar diversas aplicações dos vasos comunicantes, estabelecido pelo princípio de Stevin, como ilustrado na Figura 7.



Figura 7 – Esboço de situações cotidianas em que se aplica o princípio dos vasos comunicantes.

A Figura 7 pode ser descrita da seguinte maneira:

Ao se construir um reservatório de água para abastecer uma cidade, procura-se colocá-lo num ponto mais alto possível, de modo que, pelo princípio dos vasos comunicantes, a água atinja todas as residências. Quando isso não é possível, como no caso de um edifício, há a necessidade de usar uma bomba que eleve a água do nível da rua para uma caixa situada no teto do edifício. Os poços artesanais são outro exemplo de aplicação dos vasos comunicantes. (SAMPAIO; CALÇADA, 2005, p. 72).

Essas e outras situações comuns no cotidiano, onde são visíveis as caixas d'água interligadas por canos, são denominadas de vasos comunicantes.

3.2. O princípio de Pascal

O princípio de Pascal foi estabelecido pelo físico e matemático francês Blaise Pascal (1623 - 1662) que pode ser enunciado como: o acréscimo de pressão em qualquer um ponto, no seio de um líquido em equilíbrio, se transmite integralmente a todos os pontos do líquido. Considere o recipiente contendo um líquido em equilíbrio expresso na Figura 8 e supondo que as pressões nos pontos A e B sejam P_A e P_B .

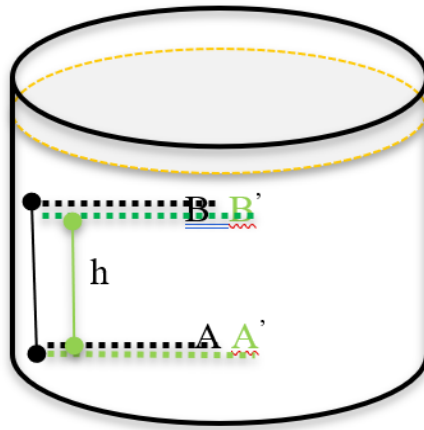


Figura 8 - Recipiente contendo um líquido em equilíbrio. Fonte: adaptado de PAULI et al. (1978).

De acordo com princípio de Pascal, temos a Equação 9:

$$P_A - P_B = \mu_{liq} g h \quad (9)$$

Suponha que por meio de um embolo seja comprimido o líquido, produzindo um acréscimo de pressão ΔP na pressão do ponto B. A pressão no ponto A' passa a ser expresso através da Equação 10:

$$P_{B'} = P_B + \Delta P \quad (10)$$

Para determinar a pressão no ponto A' podemos escrever conforme demonstram as Equações 11 e 12:

$$P_{A'} - P_{B'} = \mu_{liq} g h \quad (11)$$

$$P_{A'} = P_{B'} + \mu_{liq} g h \quad (12)$$

Substituindo a equação 11 na equação 12 temos, obtém-se as Equações 13, 14 e 15:

$$P_{A'} = P_B + \Delta P + \mu_{liq} g h \quad (13)$$

Mas,

$$P_B + \mu_{liq} g h = P_A \quad (14)$$

Portanto:

$$P_{A'} = P_A + \Delta P \quad (15)$$

Ou seja, o acréscimo de pressão ΔP exercida no ponto B se transmitiu integralmente para o ponto A, confirmando o princípio de Pascal.

3.3. O princípio de Arquimedes

O princípio de Arquimedes foi estabelecido pelo grego físico e matemático que viveu no século III a. C., enquanto se banhava em uma banheira na cidade de Siracusa. Sabemos que qualquer corpo colocado num líquido, nem sempre afunda, por exemplo: um pedaço de madeira ou um barco em um rio ou lago. As explicações para estes fenômenos podem ser feitas pelo princípio de Arquimedes. Os autores, Pauli et al. (1979), afirmam que formalmente, o princípio de Arquimedes pode ser enunciado da seguinte maneira: todo corpo mergulhado ou flutuante num fluido (líquido ou gás), fica sujeito à ação de uma força vertical e para cima, imposta pelo fluido denominada de empuxo, com as características I) O módulo do empuxo é igual ao módulo do peso do volume do líquido deslocado; II) A direção do empuxo é vertical; III) O sentido do empuxo é de baixo para cima.

Seja então, o empuxo, o peso e massa específica do fluido, representados por **E**, **P** e μ , esquematizados na Figura 9.

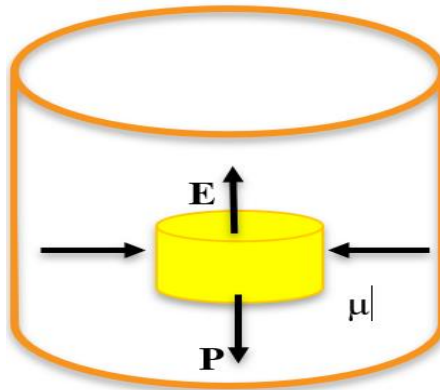


Figura 9 – Esquema da aplicação da força de empuxo em um cilindro. Fonte: adaptado de Pauli et al. (1978).

Suponha que V_{liq} seja o volume do fluido deslocado pelo corpo e m_{liq} a sua massa. Simbolicamente, escreve-se através da Equação 16:

$$m_{liq} = \mu_{liq} V_{liq} \quad (16)$$

De acordo com o princípio de Arquimedes o empuxo é igual ao peso do líquido deslocado pelo corpo. Portanto expressa na Equação 17:

$$E = m_{liq} g = \mu_{liq} V_{liq} g \quad (17)$$

Associado às aplicações matemáticas descritas, o ensino dos temas da hidrostática no ensino médio se constitui em fazer com que os estudantes compreendam na prática, a importância desta unidade didática, pois, percebendo o quanto a física se faz presente no dia a dia, poderão relacionar a hidrostática ao cotidiano, através da aplicação de metodologias a serem propostas.

4. Atividades avaliativas somativas em grupos:

4.1. - O professor propõe a confecção de roteiros para apresentação de experimentos demonstrativos simples em grupos, com a retomada dos conteúdos abordados, dos MC e de trechos do vídeo. A Figura 10 apresenta sugestões de experimentos demonstrativos:



Conforme os grupos vão apresentando os experimentos através do roteiro previamente elaborado, o professor pode ir indagando o restante da turma sobre os fenômenos físicos presentes e assim procedendo avaliação individual.

O Quadro 2 apresenta um modelo de roteiro para experimentos demonstrativos, o qual pode sofrer adaptações, conforme a vontade do professor ou pode ser utilizado aquele que o professor já disponibilize.

Quadro 2 - Modelo de roteiro para experimentos demonstrativos.

n	Roteiro para experimentos demonstrativos	
1	Título do experimento:	Procurar dá um título ao experimento.
2	Questões iniciais:	Elaborar questões norteadoras do experimento; conversar com os colegas do grupo sobre como vai ser o experimento e seguida levantar questionamentos, como: o que? quando ocorrer? qual a função do experimento? É importante respeitar as opiniões dos colegas de grupo.
3	Material necessário:	Listar e informar todos os materiais para a realização do experimento.
4	Procedimento:	Expor o procedimento da experiência escrita no quadro branco e folha de papel ofício, colocando o passo a passo.
5	Levantamento de hipóteses:	Levantar as hipóteses necessárias para a realização do experimento, bem como justificar o porquê de sua realização e propor a verificação por parte da pesquisa.
6	Registro de observações:	Estimular um momento de discussões onde os estudantes possam apresentar suas opiniões sobre os fenômenos observados.
7	Discussão dos resultados:	Registros das observações feitas durante o experimento. Deve-se registrar a situação inicial do experimento e todas as alterações que estão ocorrendo ao longo das observações, indicando sempre o momento da observação.
8	Texto final:	Relato em forma de relatório explicando o processo e o passo a passo do experimento e apresentar as conclusões.

4.2. - Manuseio do material curricular (kit didático), através do qual é possível descrever os princípios de Stevin, Pascal e Arquimedes, na uniformidade dos líquidos homogêneos e incompressíveis, no princípio da conservação da energia, na viscosidade de líquidos, sendo feita analogia com as alavancas e polias que são exemplos de multiplicadores de força. Com a medida do diâmetro dos êmbolos e o seu respectivo deslocamento é possível determinar a superfície lateral da seringa. Sabendo a força que é aplicada sobre o êmbolo e a área ocupada pelo líquido no interior da seringa, pode-se determinar a pressão que é distribuída.

O material curricular (kit didático), manipulado pelos estudantes, auxilia na condução e fixação dos conteúdos, na combinação entre teoria e prática.

São descritas a seguir as peças do kit didático, as etapas de construção, o material necessário e sua utilidade no cotidiano.

4.2.1. O braço hidráulico – O braço hidráulico executa movimentos transferindo grandes massas de um ponto para outro, diminuindo o esforço humano através de conexões hidráulicas.

No protótipo, cada movimento, desde o abrir a garra e movimentar e mover em direções é gerado pela passagem do fluido que gera a pressão em uma seringa, usada como pistão. Executa movimentos no espaço com seringas para deslocar objetos de um local para outro, sendo manuseado por um controlador que segura às seringas na extremidade do braço.

A partir da grandeza pressão é possível entender o desempenho do braço, em que uma pequena força aplicada de um lado pode deslocar um grande peso de outro, ou no caso do braço, fazer um movimento grande no braço com uma ação pequena. Podemos notar que ao manusearmos as seringas, o movimento correspondente está relacionado à transferência de pressão entre as mesmas, de acordo com o princípio de Pascal.

A lista dos materiais (quantidade/tipo) para confecção de um protótipo do braço hidráulico (Figura 11) foram: (1) braçadeira de plástico, (1) cola araldite, (1) cano de pvc de 10mm de 1,0 metro, (1) cano de pvc de 200mm de 1 metro, (1) mangueira de aquário de 2,00 metros, (2) peça de madeira de vários tamanhos, (12) parafusos de vários tamanhos, (4) ruelas, (1) raio de bicicleta, (1) rolamento de carro, (5) seringas descartáveis (20ml), (3) seringas descartáveis (10ml), (2) seringas descartáveis (5ml), (1) tinta amarela.

A partir dos materiais elencados é possível a construção/montagem do braço hidráulico.

Na Figura 11 constam algumas peças e algumas informações de medidas.

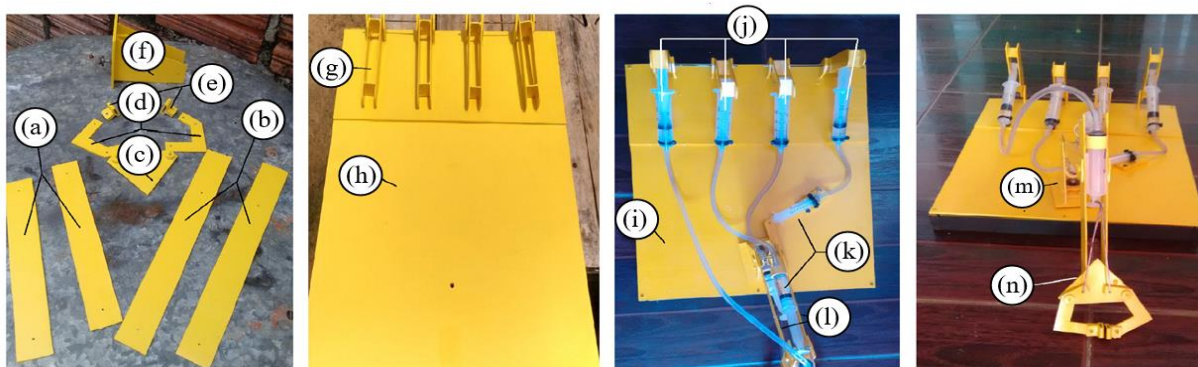


Figura 11 - Peças e braço hidráulico; (a) peças de 20cm x 3cm; (b) peças de 25cm x 3cm; (c) um triângulo equilátero medindo 9cm; (d) duas peças de 5cm x 7cm; (e) duas peças de 7cm; (f) uma peça de 6,5cm x 8cm e duas peças de 10cm x 7cm; (g) uma peça de 45cm x 38cm; (h) 8 peças de 2,5cm x 3cm e oito peças de 2cm x 2,5cm; (i) uma peça de 45cm x 38cm; (j) quatro seringas de 20ml; (k) duas seringas de 10ml; (l) duas peças 16cm x 4cm; (m) rolamento; (n) um triângulo equilátero medindo 9cm.

A Figura 11 mostra as principais peças do braço hidráulico e suas respectivas medidas, visando a reprodução pelos professores. Constitui-se de um protótipo simples, passível de aperfeiçoamento e incremento. Ilustra também o braço hidráulico montado. Ele foi construído basicamente com madeira, tubos de pvc e seringas de injeção descartáveis. O princípio básico a ser explorado é o potencial hidráulico que tem na manipulação de objetos reduzindo-se o esforço humano. O mesmo possibilita aplicar de forma experimental os estudos em sala de aula com orientação do professor.

4.2.2. A prensa hidráulica - A prensa hidráulica, também conhecida como elevador hidráulico, se constitui de um equipamento de grande ajuda para levantar grandes pesos, capaz de multiplicar forças e é comum encontrá-la no dia a dia. É constituída de um tubo em U, sendo que os ramos possuem áreas da secção transversal diferentes. Um tubo une esses ramos e o sistema é preenchido com um líquido viscoso (em geral, óleo), aprisionado por dois pistões. Dessa forma, exercendo uma força em um dos pistões o outro se move. Um dos conceitos físicos mais importantes envolvidos em seu funcionamento é o princípio de Pascal.

Através do protótipo é possível a visualização do princípio de Pascal, que pode ser obtida pelo simples movimento dos êmbolos, não dependendo da altura que ele suba. No manuseio pelos estudantes será notável a diferença de força que deve se aplicar na seringa menor para subir o êmbolo da seringa maior e procedendo de forma inversa apenas apertando os êmbolos com o dedo. Porém, realizando o experimento será possível o estudante observará a

grande diferença de força que é necessária para movimentar os êmbolos. Assim, poderão visualizar que a pressão é passada igualmente a todos os pontos da seringa, ou seja, o princípio de pascal, que satisfaz o objetivo da atividade experimental.

A lista dos materiais (quantidade/tipo) para confecção de um protótipo da prensa hidráulica (Figura 12) foram: (4) peças de madeira de vários tamanhos, (1) seringa descartável (10ml), (1) seringa descartável (20ml) (1) cola araldite, (1) mangueira de aquário ou similar de aproximadamente 20 cm e (1) tinta amarela.

A partir dos materiais elencados é possível a construção/montagem da prensa hidráulica. Na Figura 12 constam as peças e informações de medidas.

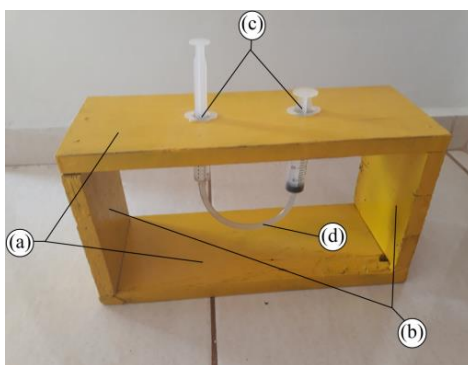


Figura 12 – Peças e elevador hidráulico; (a) 2 peças de 35cm x 13,5cm; (b) 2 peças de 15cm x 13,5cm; (c) 2 seringas sendo uma de 20ml e outra de 10ml; (d) mangueira de aquário ou similar medindo aproximadamente 20cm de comprimento e 11mm de diâmetro.

Na Figura 12 é demonstrada sua construção, a partir de quatro peças de madeira, sendo a superior contendo dois furos, com diâmetro compatível ao das duas seringas de injeção, onde as mesmas são colocadas, sendo uma de 10 ml e outra de 20 ml. Com o pedaço de mangueira de aproximadamente 20 cm, liga-se as seringas sem os êmbolos. Enche-se de água o conjunto; coloca-se o êmbolo na seringa maior, baixando-o até o fundo. Assente então o êmbolo na seringa menor, deixando-o bem próximo da água mais alto possível. É importante certificar-se de que não fiquem bolhas de ar dentro das seringas e da mangueira. Uma sugestão é que se coloque um pedaço de papel cartão colado sobre o êmbolo das seringas, para servir de apoio quando puser os pesos que serão levantados pelo elevador hidráulico ou servindo para equilibrar os mesmos.

Assim como o braço hidráulico, possibilita aplicar de forma experimental os estudos em sala de aula com orientação do professor.

4.2.3. A escavadeira hidráulica - A escavadeira hidráulica é fundamental para desempenhar funções de força e agilidade, pois devido ao sistema hidráulico integrado no seu interior consegue obter grande quantidade de força.

O protótipo funciona adicionando água nas seringas que, conforme injetada para dentro ou puxada para fora da tubulação, permite movimentar a escavadeira. São necessárias quatro seringas para manipular as articulações da mesma, que opera como se fosse uma escavadeira de verdade.

A lista dos materiais (quantidade/tipo) para confecção de um protótipo da escavadeira hidráulica (Figura 13) foram: (4) seringas descartáveis de 10 ml (4) seringas descartáveis de 20 ml que serão as controladoras dos movimentos, (4) mangueiras de aquário ou similar de aproximadamente 1 m de comprimento cada uma, (4) canos de pvc de uns 5 cm de comprimento cada um, (2) pedaços de madeira para as esteiras, (1) tábua para a base de sustentação, (1) cola quente e supercola, tinta amarela, tinta preta e alguns pedaços de papel cartão – sendo esses últimos itens e cores opcionais, (8) parafusos de 40 mm de comprimento, com 16 arruelas e 8 porcas, (3) pitões ou uns 20 cm arame de 1 mm de diâmetro, (1) parafuso de 15 mm de comprimento, cano de PVC de 5 cm, (1) cola quente e supercola, (1) tinta amarela e preta ou nas cores desejadas.

A partir dos materiais elencados foi realizada a construção/montagem da escavadeira hidráulica. Na Figura 13 constam algumas peças e algumas informações de medidas.

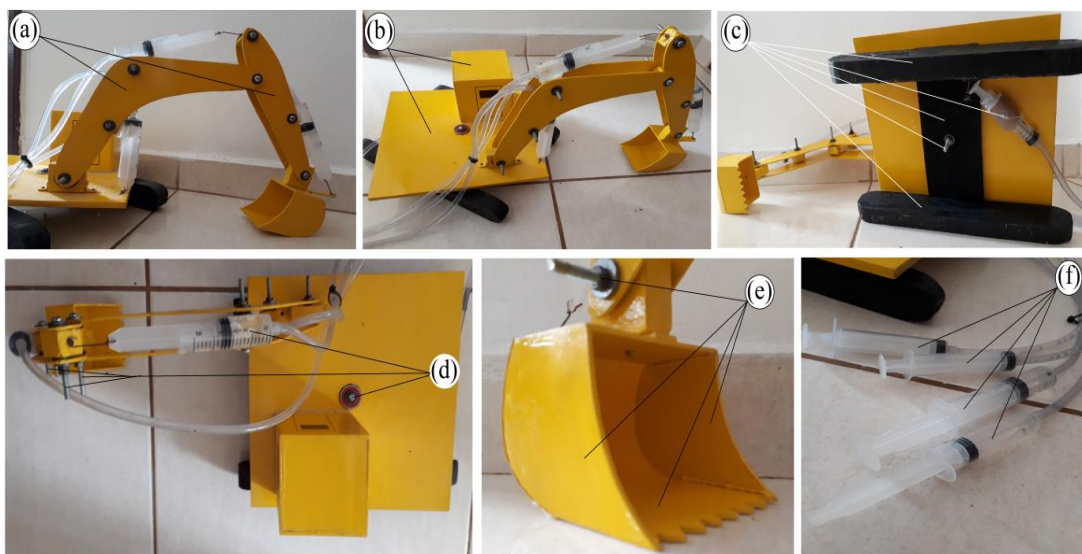


Figura 13 – Peças e escavadeira hidráulica; (a) braços de sustentação – os moldes são disponibilizados; (b) base e cabine de controle; (c) esteiras, base retangular, parafuso do eixo central e cano de sustentação da seringa (d) rolamento da base central, seringa de 10 ml, parafusos de fixação dos braços (e) parafuso de sustentação da caçamba e faces da caçamba (f) seringas controladoras da escavadeira.

Na Figura 13 é demonstrada sua construção: A base foi construída em duas partes, a primeira parte foi a partir de dois pedaços de madeira que simulam a esteira da retroescavadeira, esses dois pedaços de madeira são ligados por um pedaço de mdf que pode ser também três pranchetas comuns (10cm de largura por 25cm de comprimento colado e parafusado) que tem um furo no centro onde através de um parafuso e ligado a segunda parte que é uma plataforma de base da retroescavadeira (pedaço de chapa de pvc de 25cm por 25cm com furo no centro para encaixe do rolamento que será fixo na primeira parte da plataforma por parafusos, arruelas e porcas). Em seguida foi feito a montagem do braço, esse por sua vez foi fixo na plataforma através de um pedaço de chapa de pvc colada e parafusada na base, nesse pedaço de pvc contém um rolamento onde e encaixado e fixado o braço através de parafusos, arruelas e porcas (colocados nos furos devidamente indicados nos moldes do projeto), para fazer os espaçadores que separam as chapas de pvc que constituem o braço, foram utilizados pedaços de madeira de medida 2cm por 2cm. Após o braço montado e fixo juntamente com a caçamba, agora e posto a parte hidráulica. Inicialmente são usadas seringas de 20ml e 10ml, porém para respeitar o princípio de Pascal e para um melhor encaixe na estrutura da retroescavadeira, as seringas de 20 ml são cortadas no mesmo comprimento das seringas de 10ml. A parte hidráulica consiste em encaixar as duas seringas através de canos (flexíveis) e encher com água de forma que os êmbolos da seringa de 10ml não saiam para fora derramando a água. Após encher os quatro conjuntos de seringas foi feito o encaixe das seringas de 20ml no protótipo de escavadeira, em pontos estratégicos como e mostrado nas Figuras. Assim como a prensa hidráulica, possibilita aplicar de forma experimental os estudos em sala de aula com orientação do professor.

4.2.4. O sistema de freio hidráulico - O sistema de freio hidráulico permite explorar a aplicação do princípio de Pascal, mostrando a transmissão de forças através de líquidos.

No manuseio do protótipo, exploramos mais uma aplicação tecnológica da hidrostática - o processo hidráulico utilizado em muitos tipos de freios de veículos, demonstrando que com pouco esforço se consegue parar um carro, onde o acréscimo ou redução da pressão pode ser

demonstrado através do sistema de seringas contendo água. O mesmo, assim como os demais, possibilita aplicar de forma experimental os estudos em sala de aula com orientação do professor.

A lista dos materiais (quantidade/tipo) para confecção de um protótipo do sistema de freio hidráulico (Figura 14) foram: (10) peças de madeira de vários tamanhos, (1) uma roda de velocípede, (2) seringas descartáveis (5 ml), (1) seringa descartável (10 ml), (2) mangueira de aquário ou similar de aproximadamente 30 cm e (1) cola araldite, (1) tinta amarela, (1) conector com 3 entradas, (1) rolamento, (8) porcas com 4 arruelas.

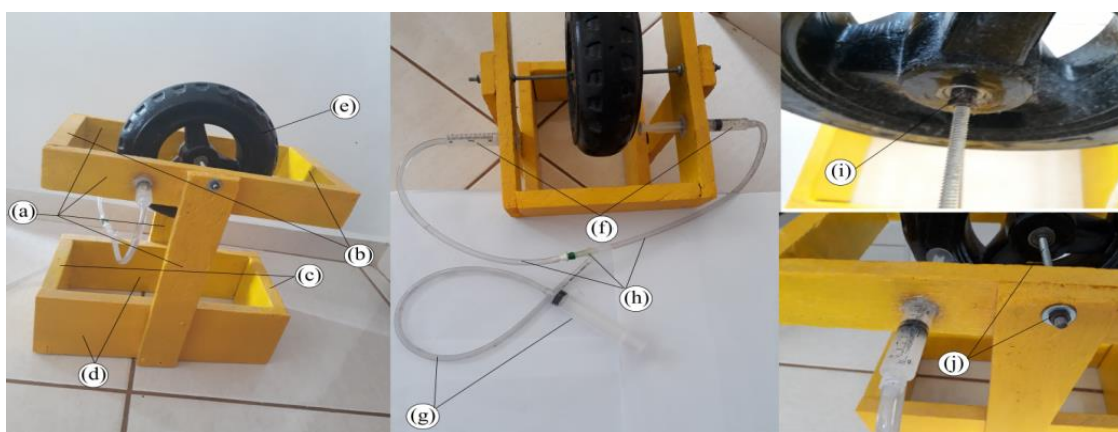


Figura 14 – Peças e sistema de freio hidráulico; (a) 4 peças de madeira de 30cm x 4,5cm; (b) 2 peças de madeira de 16cm x 4,5cm; (c) 2 peças madeira de 13,5cm x 10cm (d) 2 duas peças de madeira de 30cm x 10cm; (e) uma roda de velocípede com diâmetro de 17,5cm; (f) duas seringas descartáveis de 5 ml; (g) uma seringa de injeção descartável de 10 ml e uma mangueira de aquário ou similar medindo aproximadamente 20cm de comprimento e 11 mm de diâmetro; (h) 2 mangueiras de aquário ou similar medindo 30cm e 1 conector com 3 entradas; (i) um rolamento; (j) um parafuso “rosca sem fim” medindo 25cm de comprimento e aproximadamente 3mm de diâmetro e 8 porcas com 4 arruelas compatíveis com o parafuso.

A partir dos materiais elencados foi realizada a construção/montagem do sistema de freio hidráulico. Na Figura 14 constam algumas peças e algumas informações de medidas, e procurou-se mostrar as principais peças do sistema de freio hidráulico e suas respectivas medidas, visando a reprodução por outros professores. Constitui-se de um protótipo simples, passível de aperfeiçoamento e incremento. Na Figura 4 é ilustrado o sistema de freio hidráulico montado. Ele foi construído basicamente com madeira, seringas de injeção descartáveis e um pneu de velocípede. O princípio básico a ser explorado é o princípio de Pascal na demonstração da transmissão de forças através de líquidos. No manuseio desse equipamento, exploramos mais uma aplicação tecnológica de hidrostática - o processo hidráulico utilizado em muitos tipos de freios de veículos, demonstrando que com pouco esforço se consegue parar um carro, onde o

acréscimo ou redução da pressão pode ser demonstrado através do sistema de seringas contendo água. O mesmo, assim como os demais, possibilita aplicar de forma experimental os estudos em sala de aula com orientação do professor.

4.2.4. O ludião - O ludião tem como finalidade demonstrar os princípios da hidrostática de Pascal e Arquimedes. Com o manuseio do aparato pode-se observar o empuxo variável e o peso constante, como também, o empuxo constante e o peso variável. Através desse aparato podemos entender o funcionamento do submarino, além dos princípios da hidrostática. O mesmo, assim como os demais, possibilita aplicar de forma experimental os estudos em sala de aula com orientação do professor.

São elencamos ainda os materiais (quantidade/tipo) para confecção do protótipo do ludião: um tubo de pvc/tampa de uma caneta/pincel, uma porca ou arruela, pedaços de luva em látex, uma garrafa pet 2l ou garrafa de água ou um vidro de azeitonas ou palmito (de preferência em material transparente).

A partir dos materiais elencados é realizada a construção/montagem do ludião. Na Figura 15 constam três modelos de ludião, suas respectivas peças e informações de medidas.

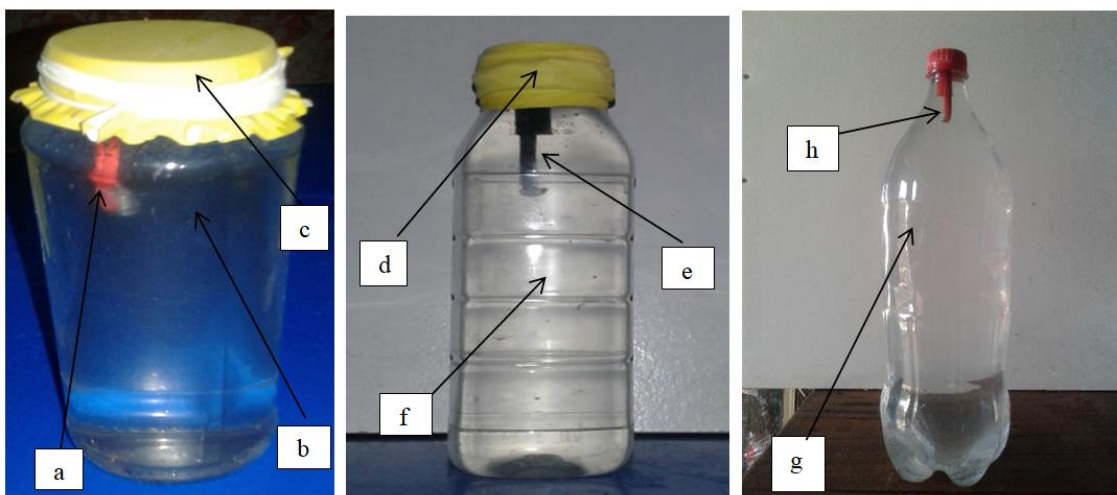


Figura 15 – Peças e modelos de ludião; (a) tampa de caneta com um pequeno parafuso preso em sua extremidade; (b) frasco de vidro cheio de água; (c) luva de látex presa com tiras da própria luva; (d) luva de látex presa com elástico de escritório; (e) tampa de caneta com um pequeno parafuso preso em sua extremidade; (f) garrafa pet 500 ml; (g) garrafa pet 2 l; (tampa de pincel com uma pequena porca presa).

A partir dessas informações são descritos o procedimento experimental e a construção do protótipo, visando a reprodução por outros professores.

Constitui-se de um protótipo simples, passível de aperfeiçoamento e incremento. Construído basicamente com um tubo de pvc/tampa de uma caneta/pincel, uma porca ou arruela, para que dê estabilidade ao ludião, servindo também como ponto de equilíbrio para centro de gravidade, uma garrafa pet 2 l (de preferência em material transparente).

Inicialmente é feita a montagem das peças (a), (é) e (h), fixando um parafuso pequeno utilizando cola ou fita adesiva, em seguida é feito o preenchimento do recipiente com água, nos itens (c) e (d) foram cortadas luvas de látex e presas utilizando pedaços da própria luva.

4.3 - Se possível, programar visita com os estudantes, a um canteiro de obras na cidade (que pode ser um trecho de asfaltamento de rua próximo a escola, um ramal, etc.) ou oficina mecânica, na qual os mesmos possam observar as máquinas trabalhando e até fazerem perguntas aos operadores das máquinas e assim visualizarem os conteúdos da hidrostática sendo aplicados no cotidiano.

5. Revisão: Ao longo dos encontros o professor pode estimular os estudantes a discutir o novo conhecimento. Essas discussões possibilitam aos estudantes externalizar os significados dos conceitos abordados, aceitos ou não no contexto do tema de ensino. Em seguida, retomar as características mais relevantes dos conteúdos apresentados. Se necessários, retomar a explanação do conteúdo e aplicação das demais atividades para que se cruzem com os conhecimentos prévios e se constituam em uma possível aprendizagem significativa.

6. Atividade somativa individual: desenvolver aula expositiva dialogada integradora final com a retomada do conteúdo da UEPS, resgate dos mapas conceituais construídos pelos estudantes nos primeiros encontros para discussão, revisão e a devida correção dos possíveis erros, e pôr fim a avaliação da aprendizagem na UEPS, com a aplicação de um teste. A partir das respostas fornecidas pelos estudantes, buscar averiguar quais as principais dificuldades encontradas por eles no ensino e aprendizagem dos conteúdos da hidrostática. Esta atividade, deve ser anunciada para os estudantes; não deve ser de surpresa.

7. Avaliação da aprendizagem da UEPS: será baseada em todas as atividades realizadas (mapa conceitual, apresentação dos experimentos simples e seus devidos roteiros, manuseio do kit didático e no resultado do teste).

8. Avaliação da UEPS: o professor avaliará a forma como foram abordados os conteúdos da hidrostática em função de seus resultados e da avaliação dos estudantes e se necessário reformular algumas etapas.

9. Avaliação da temporalidade de fixação dos conteúdos: Passadas três semanas da aplicação dos conteúdos em sala de aula, já em andamento uma nova unidade de ensino, deve haver reaplicação do teste, agora denominado de pós-teste, visando averiguar a temporalidade de fixação dos conteúdos estudados, com a comprovação ou não da eficiência do produto proposto, relacionados com a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. O pós-teste constitui-se das mesmas perguntas do teste aplicado anteriormente e deve ser seguido da socialização de seu gabarito aos estudantes, como forma de esclarecer possíveis dúvidas ainda existentes.

Total de encontros (50 min): 12 a 14 encontros

Referências:

- BERTOLO, Y. *Mapa conceitual de hidrostática*, 2017. Disponível em: <<http://blogdoprofyurybertolo.blogspot.com/2017/01/mapa-conceitual-de-hidrostatica.html>>. Acesso em: 29 abr. 2018.
- CATANI, A.; AGUIAR, J. B. **Para Viver Juntos:** Ciências, 6º ano - Ensino Fundamental. 3 ed. São Paulo: Edições SM, 2012. 272f.
- DOCA, R. H.; BISCUOLA, G. J.; VILLAS BÔAS, N. **Física 1**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2007.
- GASPAR, A. **Física – Volume 1**. São Paulo: Ática, 2000. 496f.
- GLOBO. Mudanças Climáticas no Brasil. 2006, 6 min, son., color. São Paulo: Globo, 2006. (6 min). Disponível em: <<http://br.youtube.com/watch?v=Nm8tPLcLn84>>. Acesso em: 11 mai. 2018.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: EPU, 2011. 248f.
- NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica:** Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor (Volume 2). 4 ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2002. 314f.
- PAULI, R. U.; MAJORANA, F. S.; HEILMAN, H. P.; CHOEFI, C. A. **Física 1 – Mecânica**. São Paulo: EPU, 1978. 62f.
- SAMPAIO, J. L.; CALÇADA, C. S. **Universo da Física**. 2 ed. São Paulo: Editora Atual. 2005. 518f.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO I – PRÉ-TESTE

PRÉ-TESTE - RESPONDIDO

1) Ao tomar banho em um ambiente aquático (piscina, rio, lago ou igarapé), com uma boia de câmara de ar, quais forças estão atuando nessa boia?

- a) empuxo e peso
- b) massa e aceleração
- c) pressão e densidade
- d) volume e pressão
- e) peso e massa

2) Compressão é:

- a) ato ou efeito de reduzir o volume de um objeto por meio da variação de pressão.
- b) ato ou efeito de aumentar o volume de um objeto por meio da variação de pressão.
- c) ato ou efeito de reduzir a massa de um objeto por meio da variação de pressão.
- d) ato ou efeito de aumentar a massa de um objeto por meio da variação da pressão.
- e) nenhuma das alternativas anteriores.

3) Descompressão é:

- a) ato ou efeito de diminuir a pressão de um objeto.
- b) ato ou efeito de aliviar o que está sob efeito de pressão.
- c) ato ou efeito de aumentar a massa de um objeto.
- d) ato ou efeito de diminuir a massa de um objeto.
- e) nenhuma das alternativas anteriores.

4) Os líquidos como os gases são muitas vezes chamados de fluidos, porque:

- a) aumentam o volume quando comprimidos.
- b) aumentam sua massa quando comprimidos.
- c) tem a capacidade de fluir.
- d) apresentam transparência quando comprimidos.
- e) aumenta seu peso.

5) O peso de um corpo é maior no ar do que na água, porque:

- a) a densidade do ar é maior do que a da água.
- b) a densidade do ar é menor que a da água.
- c) a densidade do ar é igual à da água.
- d) o volume do corpo é maior no ar do que na água.
- e) o volume do corpo é menor do que o volume na água.

7) Ao desenganchar a tarrafa em um rio, lago ou igarapé, você tem a sensação de estar sendo pressionado. Quanto mais fundo maior a sensação de estar sendo pressionado. Por que isso ocorre?

.....

07) Por que o óleo flutua na água?

.....

8) Você conhece máquinas que usam sistema hidráulico? Cite algumas?

.....
.....

9) O sistema de respiração humana pode ser considerado um sistema hidráulico? Por quê?

.....
.....

10) Ao mergulhar em um ambiente aquático, você já sentiu dor no ouvido? Você poderia explicar a causa dessa dor?

.....
.....

11) Quando uma carreta carregada, na estrada, passa perto de você, há a sensação de ser sugado para a estrada? Comente.

.....
.....

12) Por que o gelo flutua na água?

.....
.....

13) Dentre as grandezas citadas nas questões anteriores, cite as que você considera grandeza escalar:

.....
.....

14) Dentre as grandezas citadas nas questões anteriores, cite as que você considera grandeza vetorial:

.....
.....

15) Da linguagem do dia a dia, a direção e o sentido parecem não ter diferença e em alguns casos essas palavras são tratadas como sinônimas. Existe diferença entre essas palavras? Em caso afirmativo ou negativo justifique.

.....
.....

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO II – TESTE

TESTE - RESPONDIDO

1) (adapta de Cesgranrio) pessoa está em pé, quando decide fazer uma experiência simples. Seja **Erro! Fonte de referência não encontrada.** a pressão média sobre o chão debaixo das solas dos sapatos. Se essa pessoa suspender um pé, equilibrando-se numa perna só, essa pressão média passa a ser:

a) () p

b) () **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

c) () **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

d) () 2p



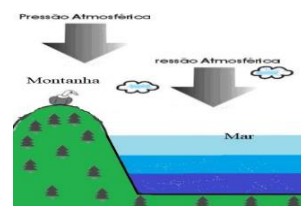
2) (adaptada de PUCC–SP). Estudando a pressão em fluidos, vê-se que a variação da pressão nas águas do mar é proporcional à profundidade h . No entanto, a variação da pressão atmosférica quando se sobe a montanhas elevadas, não é exatamente proporcional à altura. Isto se deve ao seguinte fato:

a) () a aceleração gravitacional varia mais na água que no ar.

b) () a aceleração gravitacional varia mais no ar que na água.

c) () o ar possui baixa densidade.

d) () o ar é compressível.



3) (adaptada de UFU-MG). A figura ao lado demonstra um gato ao tomar refrigerante utilizando um canudinho. É correto afirmar que o gato, ao puxar o ar pela boca:

a) () aumenta a pressão fora do canudinho

b) () reduz a aceleração da gravidade dentro do canudinho

c) () reduz a pressão dentro do canudinho

d) () reduz a pressão fora do canudinho



4) (adaptada de UFRN). O princípio de Pascal diz que qualquer aumento de pressão num fluido se transmite integralmente a todo o fluido e às paredes do recipiente que o contém. Na experiência realizada em sala de aula verificou-se esse princípio e a influência da pressão atmosférica sobre a água. Foram feitos três furos, todos do mesmo diâmetro, na vertical, na metade superior de uma garrafa pet, com um dos furos a meia distância dos outros dois. A seguir, encheu-se a garrafa com água, até um determinado nível acima do furo superior; tampou-se a garrafa, vedando-se totalmente o gargalo, e colocou-se a mesma em pé, sobre uma mesa. Abaixo, estão ilustradas situações a representar como ocorreria o escoamento inicial da água através dos furos. Assinale a opção correspondente ao que ocorreu na prática.



5) (adaptada de UERJ). O Tony Stark “Homem de Ferro” quer saber o peso do incrível Hulk, para isso precisou utilizar uma prensa hidráulica, já que a uma balança normal quebraria com o seu enorme peso. Assim, o Hulk se equilibra sobre um pistão de **Erro! Fonte de referência não encontrada.** de área, exercendo uma força vertical F equivalente a 200 N, de cima para baixo, sobre o outro pistão da prensa, cuja área é igual a **Erro! Fonte de referência não encontrada.**. Ao realizar os cálculos, o Tony Stark chegou ao seguinte peso do Hulk.

- a) () **Erro! Fonte de referência não encontrada.**
 b) () **Erro! Fonte de referência não encontrada.**
 c) () **Erro! Fonte de referência não encontrada.**
 d) () **Erro! Fonte de referência não encontrada.**



6) Do porto no Rio Iaco, o professor Bruno observou um pescador em uma canoa. A explicação para o fato de a canoa flutuar é que o empuxo recebido pela canoa é:

- a) () igual ao volume deslocado
 b) () igual ao peso da canoa
 c) () maior que o peso da canoa
 d) () menor que o peso da canoa
 e) () igual ao dobro do peso da canoa



7) (adaptada de Unipa-MG). No fundo de uma piscina, de temperatura constante, um balão é preenchido com um certo gás ideal. O balão é então fechado e solto. Uma banhista que acompanhou o movimento do balão fez as seguintes afirmações:

- I – O movimento do balão é do tipo acelerado uniforme.
 II – O empuxo sobre o balão foi máximo quando a pressão sobre ele era máxima.
 III – O balão poderia explodir quando atingisse a superfície.

Em relação às afirmações feitas pela banhista é correto dizer que:

- a) () apenas I é correta
 b) () apenas III é correta
 c) () apenas I e II são corretas
 d) () apenas I e III são corretas
 e) () todas são corretas



8) (extraída de LATEC/UFRJ & GEA/UFRJ). Por que os faquires - pessoas que se deitam sobre cama de pregos, não se ferem em suas proezas?

.....
.....

9) (extraída de LATEC/UFRJ & GEA/UFRJ). Por que, quando fazemos um furo na tampa de uma lata de óleo, não conseguimos despejar o líquido nele contido?

.....
.....

10) (extraída de LATEC/UFRJ & GEA/UFRJ). Por que quando um furacão atinge uma casa só o telhado dela é levado pelo vento?

.....
.....

11) (extraída de LATEC/UFRJ & GEA/UFRJ). Por que os sapatos para andar na neve têm uma grande área na base?

.....
.....

12) (extraída de LATEC/UFRJ & GEA/UFRJ). Por que é mais fácil jogar futebol no Rio de Janeiro do que em La Paz (capital da Bolívia).

.....
.....

13) (extraída de LATEC/UFRJ & GEA/UFRJ). Existe alguma relação entre a velocidade do vento com a pressão? Caso exista, que relação é esta?

.....
.....

14-a) Um conjunto de vasos comunicantes precisa necessariamente, possuir três tubos?

.....

14-b) Explique:

.....
.....