



Universidade Federal de Goiás

Regional Catalão - Unidade Acadêmica Especial de Física

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

PRODUTO EDUCACIONAL

**A HIDROSTÁTICA ENSINADA ATRAVÉS DE EXPERIMENTAÇÕES EM SALA
DE AULA**

Rivo Lopes de Medeiros

Catalão - GO
Agosto de 2020

SUMÁRIO

1. A quem se destina o produto educacional	3
2. Justificativa para o desenvolvimento do produto educacional	4
3. Metodologia aplicada	4
3.1. Atividades propostas para a 1ª etapa do produto educacional em agosto de 2019	4
3.2. Avaliações diagnósticas qualitativa (questionário) e quantitativa (prova)	6
4. Atividades proposta para a 2ª etapa do produto educacional	6
4.1. Roteiro de desenvolvimento das atividades da 2ª etapa	7
4.1.1. Grupo 1: Denso D+	7
4.1.2. Grupo 2: Pressol	9
4.1.3. Grupo 3: Liquipress	14
4.1.4. Grupo 4: Pascal	21
4.1.5. Grupo 5: PH – prensa hidráulica	25
4.1.6. Grupo 6: Stevin – O Teorema de Stevin	29
4.1.7. Grupo 7: Princípio de Arquimedes	32
4.1.8. Grupo 8: Boia-afunda	36
5. Atividades proposta para a 3ª etapa do produto educacional	40
6. Atividades proposta para a 4ª etapa do produto educacional	41
6.1. Cronograma de atividades do produto educacional 4ª etapa	41
7. Apêndice	42
8. Referências	51

1. A QUEM SE DESTINA O PRODUTO EDUCACIONAL

Este produto educacional é direcionado aos professores de Física do Ensino Médio que buscam uma forma lúdica e interativa de ensinar conceitos básicos de hidrostática que possam despertar nos alunos a curiosidade e o interesse em conhecer como e quais tecnologias presentes em seus cotidianos foram desenvolvidas aplicando-se conceitos, leis e teoremas da hidrostática.

Sua gênese foi uma grande inquietação e frustração geradas pelo crescente desinteresse demonstrado pelos alunos durante as aulas teóricas de Física e o baixo rendimento obtido em avaliações internas e externas com temas relacionados à hidrostática.

O seu desenvolvimento consistiu em montar aparatos de experimentação que exploram o tema, aliando o referencial teórico com aplicações práticas de teoremas e conceitos de hidrostática no cotidiano dos alunos, e fundamenta-se no modelo pedagógico-filosófico de John Dewey, o Pragmatismo Utilitarista, de tendência empírico-instrumentalista, a qual objetiva fazer com que a aprendizagem de todo o conhecimento leve à prática, com suporte nos conhecimentos prévios individuais e tomando em conta a experiência de cada indivíduo e o seu compartilhamento social .

Seu objetivo principal é a adoção de um procedimento pedagógico que desperte nos alunos interesse em aprender ciências ao desenvolver atividades experimentais em pequenos grupos, que lhes propicie oportunidades de levantar e refutar hipóteses, comprovar matematicamente teoremas e conceitos, manipular objetos, apresentar considerações escritas e/ou orais à cerca de um fenômeno, com vistas um ensino de Física mais eficiente e prazeroso.

A adoção de uma estratégia de ensino e suas respectivas ações metodológicas devem garantir a acessibilidade de aquisição de conhecimentos físicos a todos os educandos e assegurar a sua assimilação, além levá-los a superar o desinteresse e as dificuldades encontradas na aprendizagem dos conteúdos da Física. Em face do exposto, esse produto educacional tem como objetivo verificar o potencial pedagógico de uma proposta de ensino que explore diferentes recursos didáticos e promova uma maior participação dos alunos durante as atividades, com ênfase na montagem de aparatos de atividades experimentais de baixo custo relativos a alguns conteúdos hidrostática que julgamos relevantes.

2. JUSTIFICATIVA PARA O DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Em documentos oficiais ligados à área da Educação, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a contextualização e a experimentação no ensino de Ciências é fortemente recomendada. Atividades do dia a dia oferecem possibilidades de explorar o ensino de física em sala de aula de forma mais lúdica e interativa. Partindo dessas recomendações, essa proposta de produto educacional tem o objetivo verificar a eficiência da metodologia de ensino focada na experimentação frente à metodologia tradicional (aula dialógica expositiva, livro-texto, pincel, quadro etc.). O campo de aplicação e análise dessa metodologia de ensino-aprendizagem será um grupo de oitenta alunos (quatro turmas do 2º ano do Ensino Médio) do Colégio Estadual Dr. Menezes Júnior, na cidade de Itumbiara – GO. A esses estudantes será proposta uma série de atividades experimentais abordando alguns conteúdos de hidrostática, as quais deverão ser desenvolvidas ao longo de quatro meses (agosto/2019 a novembro/2019). Os assuntos de hidrostática apresentados pelos estudantes serão: densidade, pressão em sólidos e líquidos, Teorema de Stevin, Princípio de Pascal, prensa hidráulica, Princípio de Arquimedes e condições de flutuabilidade de corpos imersos em fluidos. Ao grupo, serão aplicadas atividades avaliativas qualitativas e quantitativas, antes e depois da aplicação do produto educacional, para a coleta de dados que servirão de parâmetro de comparação de eficiência entre as duas metodologias utilizadas.

3. METODOLOGIA APLICADA

Após o retorno às aulas em agosto para o segundo semestre do ano letivo de 2019, foram propostas à direção do Colégio Estadual Dr. Menezes Júnior a implantação e desenvolvimento das atividades experimentais contidas nesse produto educacional. Diante da anuência da direção escolar e em consonância com os objetivos propostos pelos PCN's e a BNCC, foi estabelecido o cronograma a seguir, que norteou a sequência de atividades a serem realizadas.

3.1. ATIVIDADES PROPOSTA PARA A 1ª ETAPA DO PRODUTO EDUCACIONAL

As atividades propostas nessa etapa de desenvolvimento do PE ocorreram no turno regular de aulas (matutino) dos alunos e se consistiu basicamente em apresentar a proposta de seu desenvolvimento aos estudantes e das aplicações de avaliações diagnósticas qualitativas e quantitativas sobre a metodologia de ensino tradicional utilizada nas aulas de física para ensinar conteúdos de hidrostática.

Tabela 1 – Cronograma de atividades do produto educacional

Período/duração	Atividade proposta	Objetivo(s)
1ª semana 2 aulas	Apresentação da proposta do PE aos alunos.	Observar a reação da receptividade dos alunos em relação à proposta do PE.
2ª semana 2 aulas	Apresentação dos conteúdos de hidrostática contidos no PE e agrupamento dos alunos em equipes de até 10 elementos.	Sondar os conhecimentos assimilados de hidrostática estudados no 1º semestre e escolher os assuntos a serem trabalhados pelos grupos.
3ª semana 2 aulas 4ª semana 2 aulas	Revisional dos conteúdos de hidrostática abordados no PE. Aplicação de avaliações qualitativa (questionário) e quantitativa (objetiva).	Verificar o conhecimento de hidrostática retido pelos estudantes. Mensurar a percepção dos estudantes em relação à eficiência com o método tradicional de ensino e o rendimento em avaliações que testam os conhecimentos adquiridos.
Total: 8 aulas		

A revisão dos conteúdos abordados no PE foi feita usando a metodologia tradicional (aula dialógica expositiva baseado no livro-texto, resolução de exercícios, tira-dúvidas etc.). No decorrer das explanações dos conceitos e definições foram mostradas imagens de máquinas e equipamentos cujos princípios de funcionamentos estão ligados à hidrostática. Em seguida foram distribuídas listas de exercícios para serem resolvidas em grupos de até cinco alunos para sondar os conhecimentos assimilados e retidos.

O primeiro questionário (avaliação qualitativa) sobre a percepção dos estudantes em relação à eficiência da metodologia de ensino tradicional e a primeira avaliação diagnóstica quantitativa foram aplicadas, corrigidas e posteriormente devolvidas aos alunos junto àquelas

que foram aplicadas após o desenvolvimento do produto educacional, seguidas de um feedback sobre os resultados obtidos nas duas avaliações diagnósticas quantitativas aplicadas.

3.2. AVALIAÇÕES DIAGNÓSTICAS QUALITATIVA (QUESTIONÁRIO) E QUANTITATIVA (PROVA)

Concluída a 1ª etapa do PE, foram aplicadas avaliações qualitativas (apêndice), através de um questionário para diagnóstico da percepção do estudante da eficiência das metodologia de ensino aplicada nas aulas de física e quantitativa, para mensurar o nível de compreensão e assimilação de conhecimentos de hidrostática) a todos os estudantes envolvidos com o desenvolvimento do PE na unidade escolar.

As avaliações diagnósticas qualitativa e quantitativa foram aplicadas em agosto de 2019, e tiveram como objetivos avaliar a qualidade e eficácia da metodologia de ensino voltada para a experimentação frente à metodologia de ensino tradicional e mensurar o grau de apreensão dos conceitos estudados antes e depois da montagem e da realização dos experimentos.

Durante a avaliação quantitativa os alunos não puderam utilizar nenhuma fonte de consulta referente aos conteúdos de hidrostática e nenhum instrumento eletrônico de cálculo. A atividade foi realizada individualmente com duração de 1 hora-aula. A avaliação qualitativa seguiu os mesmos critérios e teve mesmo tempo para a sua realização.

Depois de mensurados os resultados das avaliações aplicadas ao grupo, os dados de desempenho serviram de parâmetro de comparação da eficiência de uma metodologia de ensino em relação à outra.

4. ATIVIDADES PROPOSTA PARA A 2ª ETAPA DO PRODUTO EDUCACIONAL

As atividades propostas para a 2ª etapa ocorreram no contraturno (período vespertino), às segundas, quartas e quintas-feiras, durante todo o mês de setembro de 2019, haja vista elas demandaram mais tempo e recursos para ficarem prontas. Cada grupo teve três encontros obrigatórios de uma hora (1 hora-aula) agendados com o professor-orientador para dirimir dúvidas sobre o conteúdo, orientações sobre a montagem dos experimentos, apresentação dos seminários e como usar o simulador de experimentos PhET Simulations. Se necessário, os grupos podiam solicitar mais encontros com o professor-orientador desde que não houvesse prejuízos aos agendamentos dos demais grupos. Em média, cada grupo precisou de quatro

encontros dessa natureza (4 horas-aula) para finalizar essa etapa do produto educacional. Essa etapa teve duração de 14 horas-aula. Por iniciativa própria, após se agruparem e escolherem os assuntos de seus experimentos, os estudantes nomearam seus grupos com os seguintes nomes:

- Grupo 1: Denso D+ escolheu o assunto densidade.
- Grupo 2: Pressol escolheu o assunto pressão exercida por corpos sólidos.
- Grupo 3: Pascal escolheu o assunto Princípio de Pascal.
- Grupo 4: Liquipress escolheu o assunto pressão exercida por um fluido.
- Grupo 5: Boia/afunda escolheu o assunto condições de flutuabilidade de corpos.
- Grupo 6: PH escolheu o assunto prensa hidráulica.
- Grupo 7: Stevin escolheu o assunto Teorema de Stevin.
- Grupo 8: Arquimedes escolheu o Princípio de Arquimedes.

4.2. ROTEIRO DE DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DA 2ª ETAPA

4.2.1 - Grupo 1: Denso D+

Conceitos e definições: massa específica e densidade¹

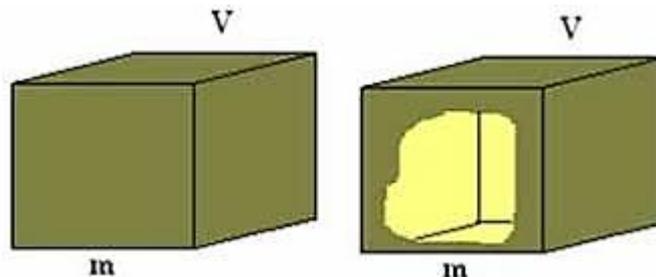
CONTEÚDO DIGITAL MODERNA PLUS <http://www.modernaplus.com.br>.

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS: DETERMINAÇÃO APROXIMADA DE DENSIDADE¹

No estudo da mecânica dos fluidos, há duas grandezas importantes: **densidade** e **pressão**. Assim, antes de estudar as leis que regem o comportamento dos fluidos, você precisa entender essas duas grandezas, começando aqui pela **densidade**.

Vamos considerar um corpo de massa **m** e volume **V**.

Figura 1 – Corpo sólido e corpo oco de mesmo volume



Fonte da imagem: <https://alunosonline.uol.com.br/fisica/massa-especifica-ensidade.html>

¹ Tópico extraído e adaptado de Os Fundamentos da Física - Moderna Plus Física - Volume 1, 11ª Edição. Unidade G - Estática. Hidrostática. Hidrodinâmica - Ramalho, Nicolau, Toledo.

Podemos definir matematicamente a densidade desse corpo através da relação:

$$d = \frac{m}{V}$$

Podemos dizer que a razão $\frac{m}{V}$ de um objeto nos informa a quantidade de massa contida por unidade de volume. Por exemplo: um objeto de densidade $2,5 \text{ g/cm}^3$, tem em média $2,5 \text{ g}$ para cada 1 cm^3 de seu volume. Esse é o significado físico de densidade. Se o objeto for constituído por uma única substância, conhecida a sua densidade podemos identificá-la a partir de tabelas de densidades padronizadas.

Na equação acima, V é o volume total do corpo, seja ele maciço ou oco, como mostra a figura acima. Caso o corpo analisado seja maciço e homogêneo, como, por exemplo, um cubo de metal, ou um tijolo, a densidade pode ser chamada de massa específica – sendo representada pela letra grega μ (μ) – do material do qual é feito o corpo.

$$\mu = d = \frac{m}{V}$$

No Sistema Internacional de Unidades, a unidade de massa específica ou densidade é o kg/m^3 , mas frequentemente são usadas as unidades g/cm^3 e kg/L . Portanto, podemos escrever:

$$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = \frac{1 \text{ kg}}{\text{L}} = \frac{10^3 \text{ kg}}{\text{m}^3}$$

Materiais necessários para medir a densidade de um objeto

- ✓ Objetos de formas e massas variadas;
- ✓ Dinamômetro graduado em kgf e em newton
- ✓ Recipiente graduado para medir o volume do objeto;
- ✓ Calculadora eletrônica.

Figura 2 – Materiais diversos

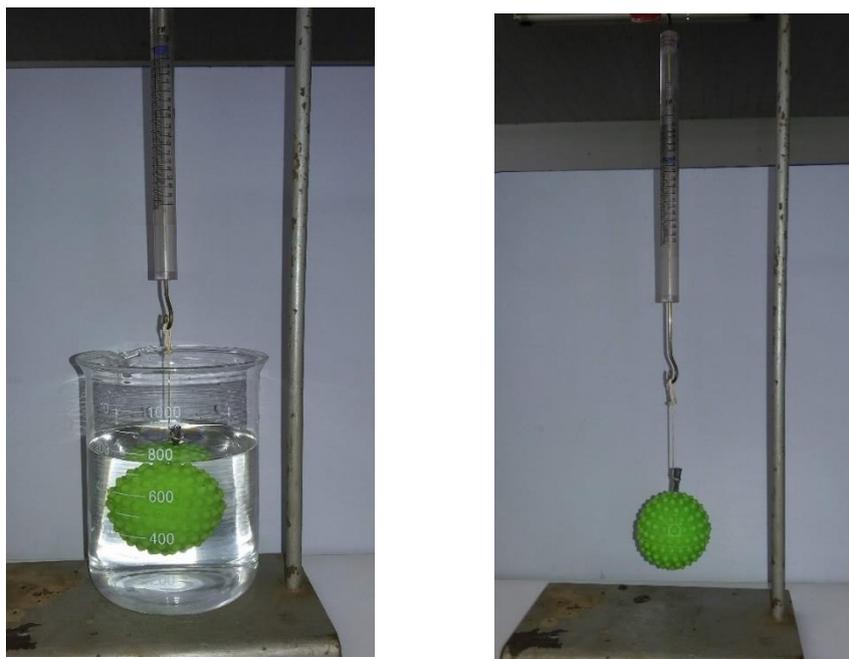


Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

Procedimentos de montagem:

- ✓ Para se obter o volume de um objeto de formato irregular, coloque água no recipiente graduado, insira totalmente o objeto na água e anote o volume indicado;
- ✓ Retire-o da água e o pendure na extremidade do dinamômetro para medir a sua massa;
- ✓ Utilize a calculadora para obter densidade do objeto, usando a equação $d = \frac{m}{V}$;
- ✓ Repita o procedimento para cada objeto que quiser saber a densidade.

Figura 3 – Medição de volume e massa de um objeto



Fonte das imagens: arquivo pessoal do autor

4.2.2 - Grupo 2: Pressol

Conceito de pressão mecânica

CONTEÚDO DIGITAL MODERNA PLUS <http://www.modernaplus.com.br>.

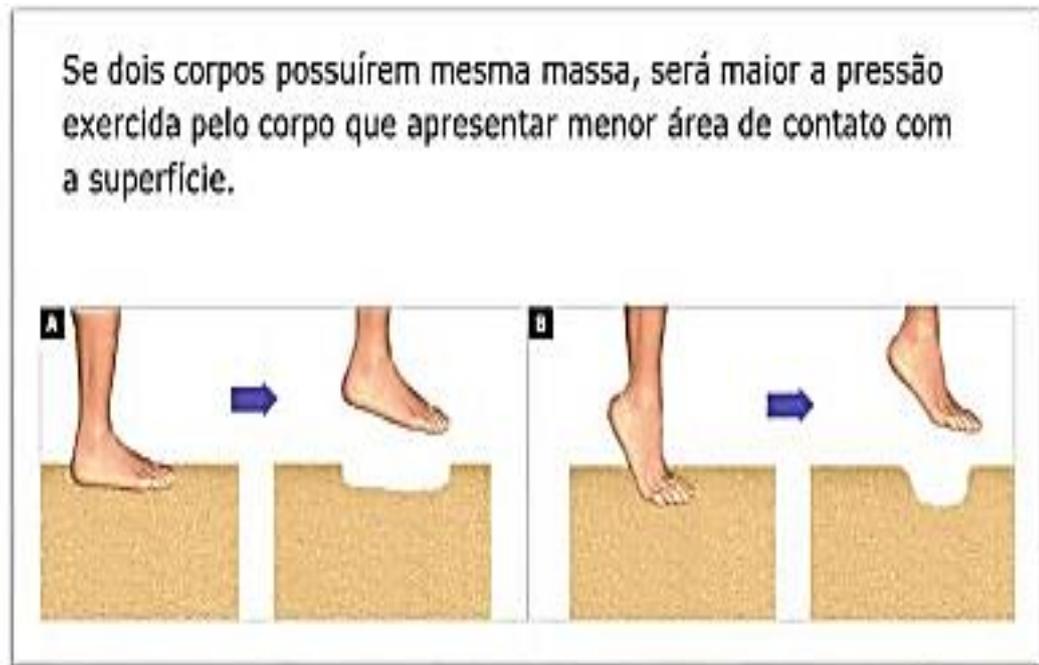
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS: PRESSÃO MECÂNICA ²

A grandeza dada pela relação entre a intensidade da força que atua perpendicularmente e a área em que ela se distribui é chamada de pressão mecânica (p). Observe que a força (o peso

² Tópico extraído e adaptado de Os Fundamentos da Física - Moderna Plus Física - Volume 1, 11ª Edição. Unidade G - Estática. Hidrostática. Hidrodinâmica - Ramalho, Nicolau, Toledo.

de uma pessoa apoiada sobre um pé) exerce maior pressão no segundo caso (B), onde a área é menor.

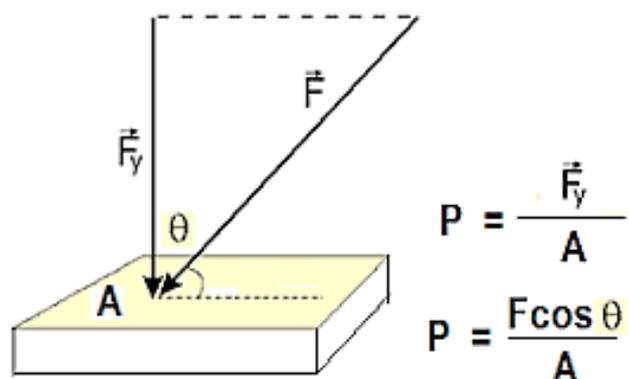
Figura 4 – Pressão mecânica



Fonte da imagem: <https://escolaeducacao.com.br/pressao-mas-o-que-e-pressao/grandeza-fisica/>

Assim, sendo F a intensidade da resultante das forças distribuídas perpendicularmente em uma superfície de área A , a pressão p é dada pela relação:

Figura 5 – Componentes retangulares de uma força oblíqua a uma superfície



Fonte da imagem: <https://escolaeducacao.com.br/pressao-mas-o-que-e-pressao/grandeza-fisica/>

A unidade de pressão no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o newton por metro quadrado (N/m^2), também denominada pascal (Pa). Eventualmente são usadas as unidades dina por centímetro quadrado (dyn/cm^2) e bar. As relações entre essas unidades são:

$$1 \text{ Pa} = 10 \text{ dyn/cm}^2 = 1 \text{ bar} = 10^6 \text{ dyn/cm}^2 = 10^5 \text{ Pa}$$

Materiais necessários:

- ✓ Balança de solo;
- ✓ Calculadora eletrônica;
- ✓ Trena;
- ✓ Mural com as principais figuras planas e fórmulas de cálculos de suas áreas;
- ✓ Tábua de pregos;
- ✓ Balões de borracha infláveis.

Figura 6 – Balança, calculadora, trena



Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

Procedimentos de montagem:

- ✓ Medir a massa do objeto usando a balança digital ou um dinamômetro;
- ✓ Escolher a face do objeto na qual deseja apoiá-lo e medir as suas dimensões;
- ✓ Calcular a área da face de apoio;
- ✓ Utilizar a calculadora e a relação $p = \frac{F}{A}$ para calcular a pressão exercida pelo objeto contra a superfície de contato.

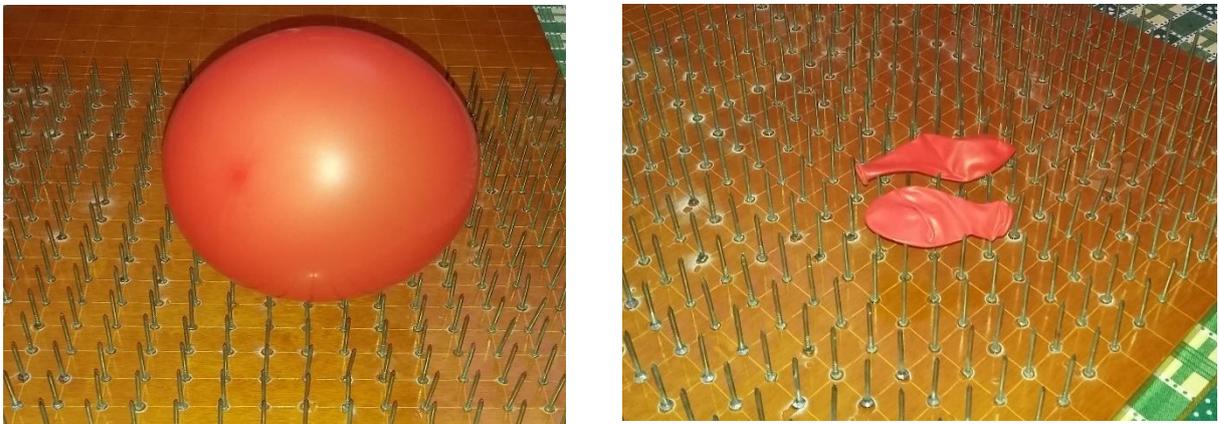
Figura 7 – Medição da massa de um objeto



Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

Utilizando a tábua de pregos para demonstrar o conceito de pressão mecânica

Figura 8 – Tábua de pregos e balão de borracha



Fonte das imagens: arquivo pessoal ao autor

- ✓ Pressionar balões de borracha inflados contra os pregos;

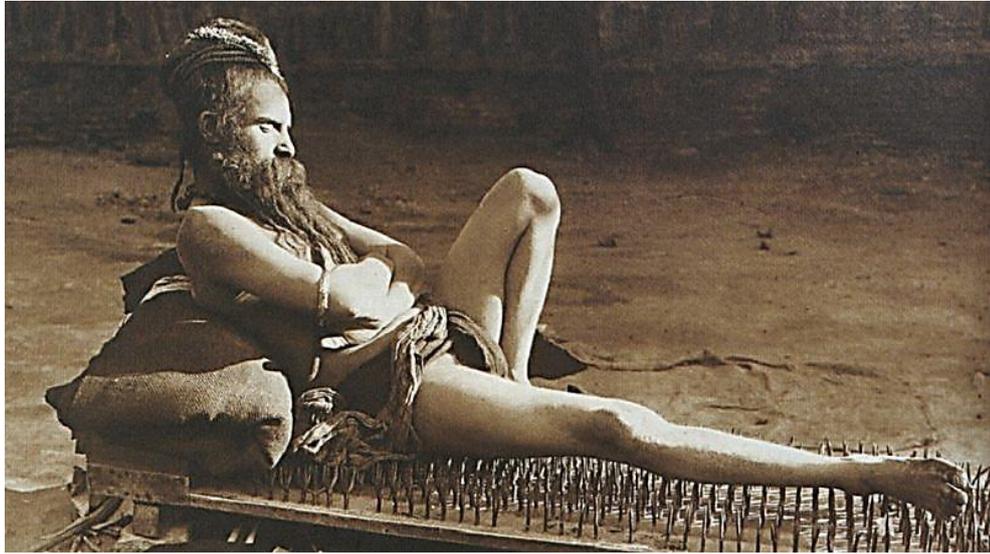
Figura 9 – Balão de borracha inflado pressionado contra pregos



Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

- ✓ Incentive o público assistente a emitir opiniões do porquê os balões não estourarem apesar de empurrados contra as pontas dos pregos;
- ✓ Mostrar imagens projetadas de antigos faquires indianos deitados em camas de pregos;

Figura 10 – faquir indiano sobre cama de pregos



Fonte da imagem: <https://www.google.com/contosassombrosos.blogspot.com/faquir-e-seus-segredos>

- ✓ Sentar-se ou ficar de pé na tábua e estimular pessoas voluntárias do público assistente a fazerem o mesmo, para sentirem a sensação da pressão aplicada pelos pregos;
- ✓ Explicar em seguida o conceito de hidrostática aplicada àquela situação, dando-lhe uma explicação racional.

Figura 11 – Sentado e em pé em uma tábua de pregos



Fonte das imagens: arquivo pessoal do autor

4.2.3 - Grupo 3: Liquepress

Conceito de pressão atmosférica

Conteúdo digital Moderna PLUS <http://www.modernaplus.com.br>.

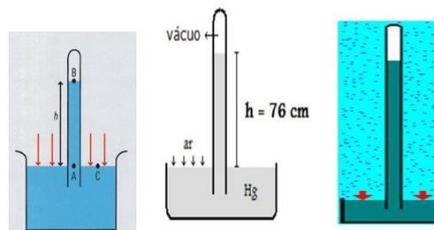
Atividades experimentais: Estudo da pressão atmosférica.³

Acima de cada ponto da superfície terrestre, podemos considerar que há uma coluna de ar exercendo pressão — a chamada pressão atmosférica. Quem evidenciou esse fato pela primeira vez foi o cientista italiano Evangelista Torricelli, ao realizar a seguinte experiência ao nível do mar: encheu com mercúrio, até a borda, um tubo de vidro com 100 cm de comprimento. Tapou a extremidade aberta e inverteu o tubo num recipiente com mercúrio. Ao destapar o tubo verificou que a coluna de mercúrio atingia a altura de 76 cm, restando o vácuo acima do mercúrio, região denominada câmara barométrica.

Figura 12 - Experiência de Evangelista Torricelli



Torricelli (1608-1647), físico italiano, mediu pela 1ª vez a pressão atmosférica.



A pressão no tubo é equilibrada pela pressão exterior

Fonte da imagem: <https://profes.com.br/Rafaela.a.f/blog/experimento-de-torricelli>

Torricelli concluiu da experiência que a pressão do ar sobre a superfície livre do mercúrio no recipiente era igual à pressão dos 76 cm de mercúrio contidos no tubo.

Torricelli concluiu da experiência que a pressão do ar (pressão atmosférica) sobre a superfície livre do mercúrio no recipiente era igual à pressão dos 76 cm de mercúrio (pressão da coluna) contidos no tubo. Daí, ele concluiu que

$$p_{atm} = p_{coluna}$$

³ Tópico extraído e adaptado de Os Fundamentos da Física - Moderna Plus Física - Volume 1, 11ª Edição. Unidade G - Estática. Hidrostática. Hidrodinâmica - Ramalho, Nicolau, Toledo.

Nas unidades práticas de pressão, a pressão atmosférica ao nível do mar vale:

$$p_{atm} = 76 \text{ cmHg} = 760 \text{ mmHg}$$

No Sistema Internacional de Unidades (SI), temos:

$$p_{atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

A pressão atmosférica depende da altitude do local e atua em todas as direções e em todas as partes do corpo. Por exemplo, a pressão atmosférica na cidade de Salvador - BA é maior que a pressão atmosférica em Campos do Jordão - RJ. Esse fato pode ser explicado com base no teorema de Stevin: sobre cidade de Salvador, ao nível do mar, a coluna de ar é maior do que sobre Campos do Jordão, situada 1 628 metros acima do nível do mar. Tendo em vista que a pressão atmosférica ao nível do mar é suficiente para sustentar uma coluna de mercúrio com 76 cm de altura, define-se outra unidade de pressão, denominada atmosfera (atm). Assim, uma atmosfera é a pressão hidrostática que exerce na sua base uma coluna de mercúrio com 76 cm de altura, a 0 °C e num local onde $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Assim:

$$1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 760 \text{ mmHg}$$

Quando a pressão atmosférica é igual a 1 atmosfera, ela é denominada pressão normal:

$$p_{normal} = 1 \text{ atm}$$

Ao nível do mar, a pressão atmosférica é igual, em média, à pressão normal. O manômetro usado para medir a pressão atmosférica é denominado barômetro.

Figura 12 – Manômetro digital



Fonte da imagem: <https://www.indiamart.com/proddetail/digital-pressure-gauge>

Materiais necessários:

- ✓ Prato de louça transparente fundo;
- ✓ Vela;

- ✓ Caixa de fósforos;
- ✓ 1 pote de vidro;
- ✓ Garrafa de plástico de 600 ml;
- ✓ Pedaco de plástico rígido transparente 10 cm x 10 cm;

Figura 13 – Pote de vidro, vela, prato e caixa de fósforos



Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

Procedimentos de montagem:

Pressão atmosférica atuando na superfície livre de um líquido

- ✓ Fixar a vela ao fundo do prato;
- ✓ Encher o prato com água até atingir meia-altura da vela;

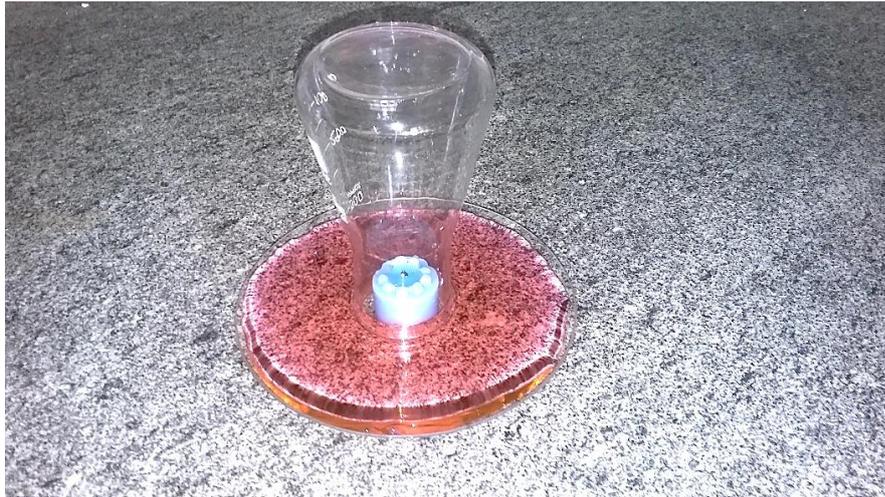
Figura 14 – Pote de vidro, vela e prato com água



Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

- ✓ Emborcar o pote sobre a vela apagada e assinalar o nível de água em seu interior;

Figura 15 – Pote de vidro emborcado no prato com água



Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

- ✓ Retire o pote, acenda a vela e aguarde a chama atingir seu tamanho máximo;

Figura 16 – Pote de vidro, prato com água e vela acesa



Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

- ✓ Em seguida emborque novamente o pote sobre a vela e aguarde sua chama se extinguir completamente;
- ✓ Observe o que acontece com o nível da água no prato e no interior do pote: ela deverá baixar no prato e subir em seu interior. Assinale o nível atingido.
- ✓ Quando o nível de água no interior do pote se estabilizar, ocorreu o equilíbrio entre as pressões interna e externa.

Figura 17 – Pote de vidro emborcado no prato com água



Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

Pressão atmosférica atuando no objeto em todas as direções

- ✓ Encha o pote de vidro até 3/4 de seu volume;
- ✓ Coloque o pedaço de plástico sobre a boca do pote, pressione-o levemente com a mão e vire-o de boca para baixo;

Figura 18 – Pressão atmosférica atuando para cima na tampa do pote com 3/4 de seu volume



Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

- ✓ Retire a mão cuidadosamente e observe o que acontece com plástico e com a água;
- ✓ Repita os procedimentos com o pote totalmente cheio de boca para baixo.

Figura 19 – Pressão atmosférica atuando para cima na tampa do pote totalmente cheio



Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

- ✓ Repita o experimento com o pote totalmente cheio colocado na horizontal.

Figura 20 – Pressão atmosférica atuando na tampa do pote na direção horizontal



Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

Uma variação do experimento

- ✓ Coloque uma pequena quantidade de água no prato e emborque a garrafa. A água é mantida em seu interior pela pressão atmosférica atuante na superfície da lâmina d'água no prato.

Figura 21 – Pressão atmosférica equilibra uma coluna de líquido no interior da garrafa



Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

4.2.4 - Grupo 4: Pascal

O princípio de Pascal

CONTEÚDO DIGITAL MODERNA PLUS <http://www.modernaplus.com.br>

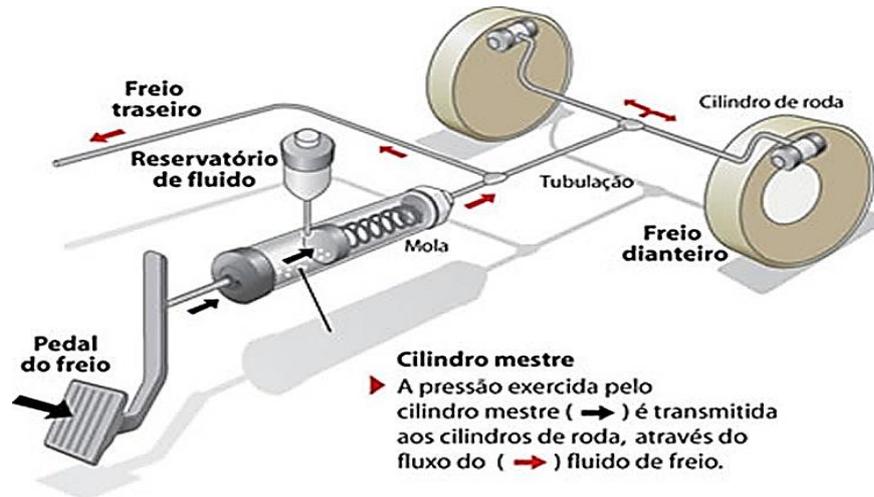
*HISTÓRIA DA FÍSICA: AS BASES DA HIDROSTÁTICA*⁴

Quando uma força externa é exercida sobre um ponto de um líquido em equilíbrio ocorre um acréscimo (aumento) da pressão nesse ponto. Esse aumento na pressão se transmite a todos os pontos do líquido. É o que ocorre, por exemplo, no freio hidráulico (freio a disco) de um automóvel, no qual a pressão exercida pelo motorista no pedal se transmite até as rodas através de um líquido (óleo). Esse fato é conhecido como Princípio de Pascal.

“Os acréscimos de pressão sofridos por um ponto de um líquido em equilíbrio são transmitidos integralmente a todos os pontos do líquido e das paredes do recipiente que o contém.”

⁴ Tópico extraído e adaptado de Os Fundamentos da Física - Moderna Plus Física - Volume 1, 11ª Edição. Unidade G - Estática. Hidrostática. Hidrodinâmica - Ramalho, Nicolau, Toledo.

Figura 22– Esquema de um freio hidráulico veicular



Fonte da imagem: <https://www.carroemdia.com.br>

A diferença de pressão entre dois pontos quaisquer de um fluido em equilíbrio estático deve ser igual.

$$\Delta P_1 = \Delta P_2$$

É possível realizar diversos experimentos para observar o efeito do princípio de Pascal sobre os fluidos. Um deles consiste em assoprar continuamente em um cano inserido em uma garrafa fechada, na qual contêm tubos abertos e de mesmo diâmetro conectando o fluido em seu interior com o meio exterior. Quanto mais ar for bombeado para dentro da garrafa, maior será a pressão em seu interior, portanto, maior será a coluna de líquido formada nos tubos. É dessa forma que funcionam as bombas de pressão utilizadas em recipientes para borrifar líquidos.

Figura 23 – Borrifador para jardinagem e bomba de remédio para asma

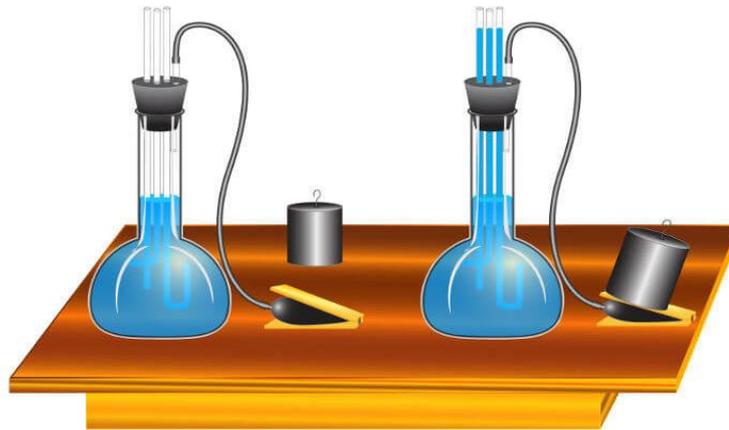


Fonte da imagens: <https://www.google.com/search?q=bombinha+de+asma+tipos>

Independente da direção ou da profundidade em que a extremidade inferior desses tubos estiver inserida, o líquido no interior de cada um deles deverá alcançar a mesma altura, já que todos estarão sujeitos a mesma pressão.

Por meio desse experimento, é possível visualizar que a transmissão de pressão em fluidos ocorre de forma igual em todas as direções.

Figura 23 – Modelo de aparato de experimento do Princípio de Pascal



Fonte da imagem: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/principio-de-pascal.htm>

Materiais necessários:

- ✓ Pote de vidro com tampa;
- ✓ Água e corante;
- ✓ Seringa de injeção com bico de agulha rosqueada;
- ✓ Mangueira de borracha (garrote);
- ✓ Três canudos de plástico transparente ou de vidro;
- ✓ Pistola de cola quente ou bisnaga pequena de cola de silicone;

Figura 24 – Pote de vidro, cola de silicone, seringa e canudos de vidro

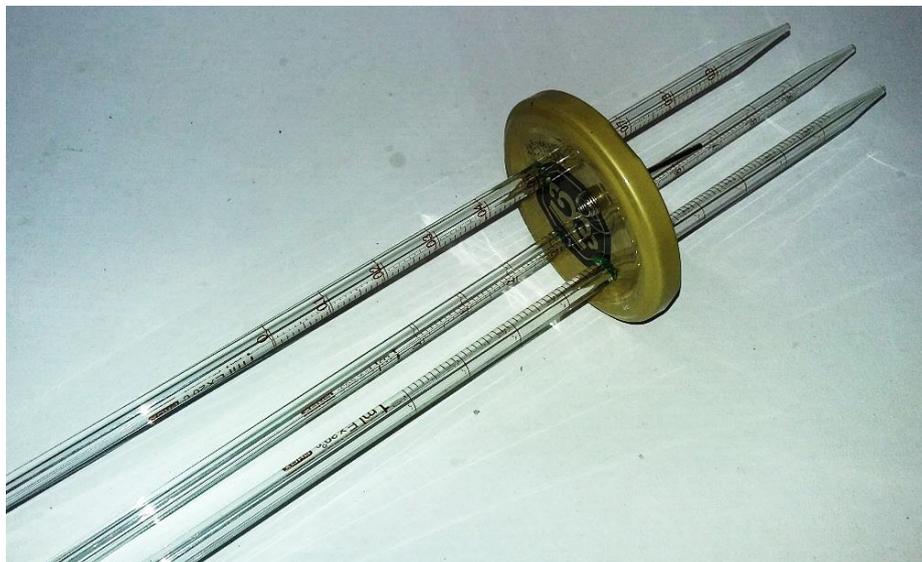


Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

Procedimentos de montagem:

- ✓ Faça 3 furos na tampa do pote, como diâmetros compatíveis com os dos canudos e bico da seringa;
- ✓ Passe os canudos pelos furos e faça a vedação com cola quente ou silicone. Espere secar totalmente, rosqueie o bico da seringa na tampa e verifique se não há vazamentos.

Figura 25 – Canudos de vidro fixados na tampa do pote de vidro



Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

- ✓ Coloque água com corante no pote, coloque a tampa e verifique se não há vazamento;

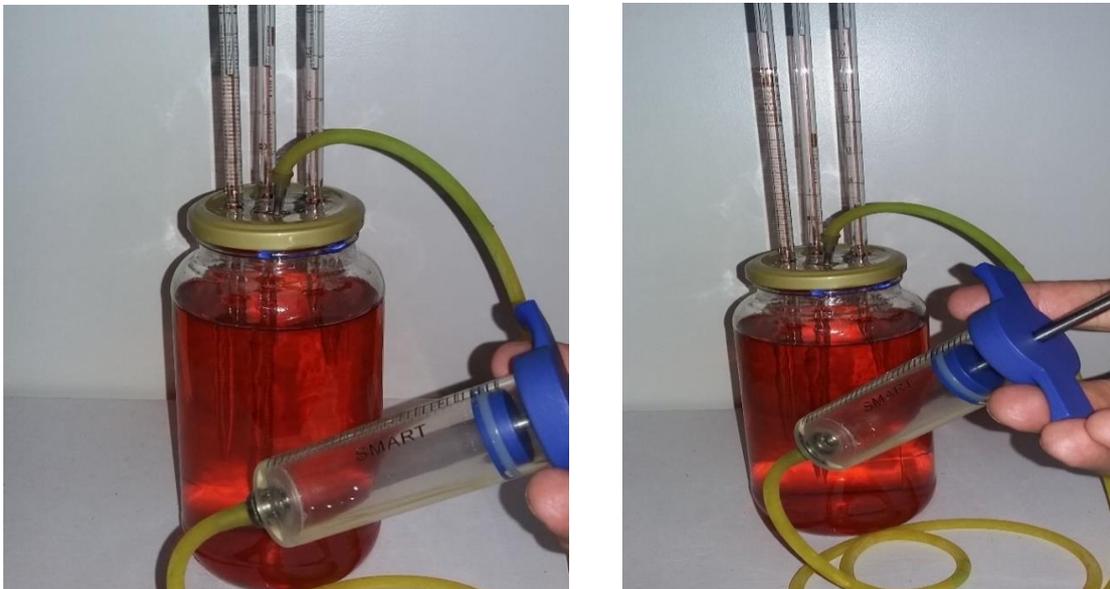
Figura 26 - Aparato de experimentação montado



Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

- ✓ Acione a seringa para injetar/retirar ar do interior do pote e verifique o que ocorre com o nível de água no interior nos tubos.
- ✓ Repita o procedimento anterior quantas vezes forem necessárias para atingir o objetivo pretendido.

Figura 27 - Aparato de experimentação em uso



Fonte das imagens: arquivo pessoal do autor

4.2.5 - Grupo 5: PH – prensa hidráulica

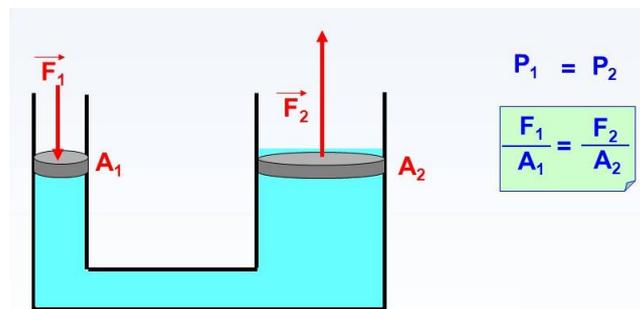
Prensa hidráulica

Conteúdo digital Moderna PLUS <http://www.modernaplus.com.br>

*História da Física: As bases da Hidrostática*⁵

Outra importante aplicação do princípio de Pascal é a prensa hidráulica, que consiste em dois recipientes cilíndricos de diâmetros diferentes, ligados pela base e preenchidos por um líquido homogêneo mostrado na figura abaixo. Sobre o líquido são colocados dois êmbolos, cujas seções têm áreas A_1 e A_2 diferentes ($A_1 < A_2$).

Figura 28 – Esquema simplificado de uma prensa hidráulica



Fonte da imagem: <https://www.google.com/search?q=teorema+de+pascal+prensa+hidraulica&sxsrf>

Aplicando no êmbolo menor uma força F_1 , o líquido fica sujeito a um acréscimo de pressão $p_1 = \frac{F_1}{A_1}$. Como a pressão se transmite integralmente através do líquido, o êmbolo

maior fica sujeito ao acréscimo de pressão $p_2 = \frac{F_2}{A_2}$, igual à pressão p_1 . Portanto:

$$p_1 = p_2 = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

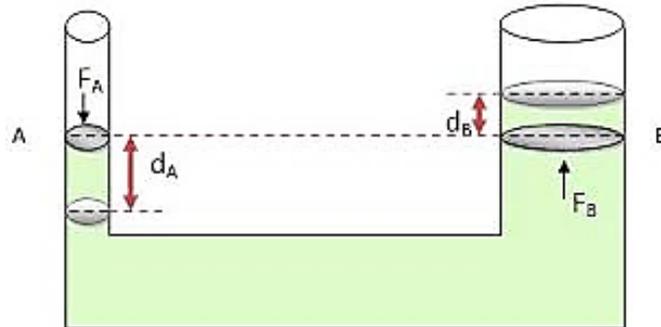
Portanto, as intensidades das forças aplicadas são diretamente proporcionais às áreas dos êmbolos. Por exemplo, se a área A_2 for dez vezes maior que a área A_1 , a força F_2 terá intensidade dez vezes maior que a intensidade da força F_1 .

⁵ Tópico extraído e adaptado de Os Fundamentos da Física - Moderna Plus Física - Volume 1, 11ª Edição. Unidade G - Estática. Hidrostática. Hidrodinâmica - Ramalho, Nicolau, Toledo.

Em cada operação da prensa, o volume de líquido (V) deslocado do recipiente menor passa para o recipiente maior. Chamando de d_A e d_B os deslocamentos respectivos dos dois êmbolos, cujas áreas são A_1 e A_2 na figura abaixo, podemos escrever:

$$V = d_A A_1 \quad \text{e} \quad V = d_B A_2$$

Figura 29 – Forças e deslocamentos dos êmbolos



Fonte da imagem: <https://www.google.com/search?q=teorema+de+pascal+prensa+hidraulica&sxsrf>

Assim:

$$h_1 A_1 = h_2 A_2$$

Portanto, numa prensa hidráulica, os deslocamentos sofridos pelos êmbolos são inversamente proporcionais às suas áreas. Em outros termos, o que se ganha na intensidade da força perde-se no deslocamento do êmbolo. Nas aplicações práticas da prensa hidráulica, como nos pistões de um guindaste e o elevador hidráulico de um posto de serviços, o deslocamento total d_A que o êmbolo menor deveria sofrer é subdividido em vários deslocamentos menores e sucessivos, por meio de válvulas convenientemente colocadas. Ao final, para início de uma nova operação, o líquido do tubo maior retorna ao reservatório, mediante a abertura de válvulas.

Figura 30 – caminhão basculante e macaco hidráulico



Fonte da image: ntguindaste.com.br

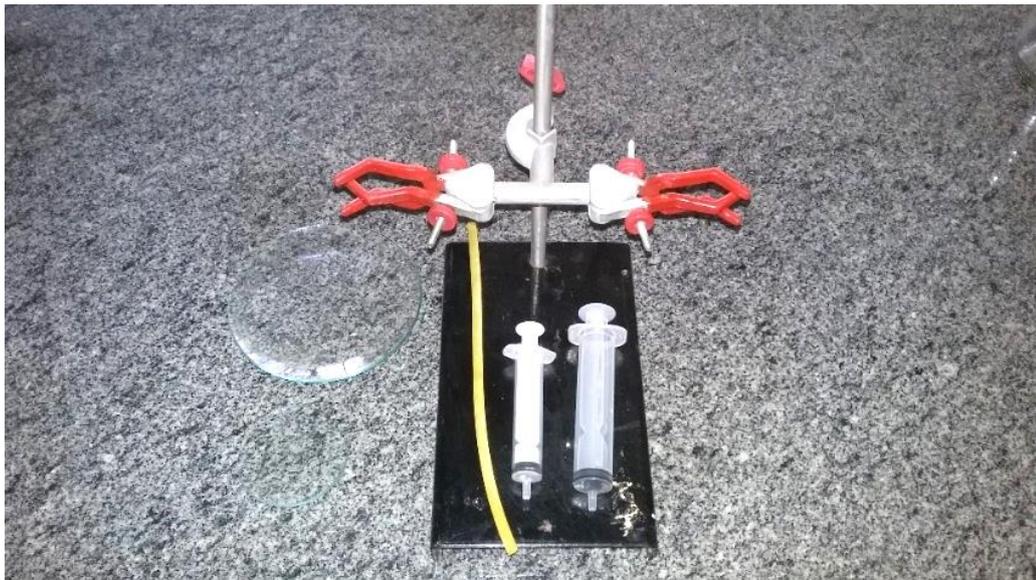


Fonte da imagem: alunosonline.uol.com.br

Materiais necessários:

- ✓ Duas seringas de injeção de 10 mL e de 20 mL;
- ✓ Conjunto de garras metálicas;
- ✓ Pedestal de ferro;
- ✓ Água colorida;
- ✓ Mangueira de borracha
- ✓ Duas bandejas de vidro.

Figura 31 – Pedestal, garras e seringas



Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

Procedimentos de montagem:

- ✓ Coloque água colorida no interior das seringas até a metade de seus volumes;
- ✓ Conecte a mangueira de borracha às saídas de ambas as seringas;
- ✓ Coloque-as no suporte e dê aperto suficiente com as garras metálicas;
- ✓ Fixe com cola instantânea as bandejas de vidro.

Figura 32 – Experimento de prensa hidráulica montado



Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

- ✓ Verifique o funcionamento empurrando ou puxando os êmbolos das seringas;
- ✓ Posicione um objeto de 1 kg sobre a bandeja do êmbolo maior e empurre o êmbolo menor.
- ✓ Repita os procedimentos várias vezes em êmbolos diferentes para tirar conclusões.

Figura 33 – Experimento de prensa hidráulica em uso



Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

4.2.6 - Grupo 6: Stevin - O teorema de Stevin

O teorema de Stevin

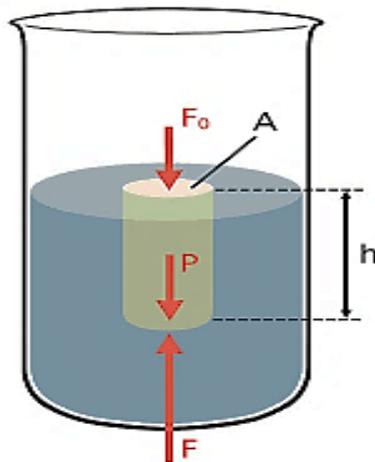
Conteúdo digital Moderna PLUS <http://www.modernaplus.com.br>

*História da Física: As bases da Hidrostática*⁶

Considere um líquido de densidade d , homogêneo e incompressível, em equilíbrio. Imagine uma porção desse líquido com a forma de um cilindro reto de altura h e cujas bases tenham área A , estando a base superior exatamente na superfície livre do líquido. Na base superior atua a força F_0 , exercida pelo ar existente sobre o líquido, e, na base inferior, a força hidrostática F . Seja P o peso do cilindro líquido. Como há equilíbrio, podemos escrever:

$$F = F_0 + P$$

Figura 34 – Porção de um líquido em forma de cilindro



Fonte da imagem: <http://www.modernaplus.com.br>

Mas o peso do cilindro líquido vale:

$$P = mg = dVg = dAhg$$

Assim:

$$F = F_0 + dAhg$$

Dividindo-se todos os termos da equação anterior pela área A da base, vem:

$$\frac{F}{A} = \frac{F_0}{A} + \frac{dAhg}{A}$$

⁶ Tópico extraído e adaptado de Os Fundamentos da Física - Moderna Plus Física - Volume 1, 11ª Edição. Unidade G - Estática. Hidrostática. Hidrodinâmica - Ramalho, Nicolau, Toledo.

Mas, $\frac{F_0}{A} = p_A$ é a pressão exercida pelo ar na base superior e $\frac{F}{A} = p_B$ é a pressão na base inferior do cilindro. Logo:

$$p_B = p_A + dhg$$

Essa fórmula exprime o teorema de Stevin. A pressão em um ponto situado à profundidade h no interior de um líquido em equilíbrio é dada pela pressão na superfície, exercida pelo ar (p_A), chamada pressão atmosférica, somada à pressão exercida pela coluna de líquido situada acima do ponto e expressa pelo produto dgh .

Materiais necessários:

- ✓ Garrafa de plástico descartável de 2,5 L;
- ✓ Recipiente retangular de plástico, metal ou vidro de 2,5 L;
- ✓ Água e corante;
- ✓ Objeto perfurante para fazer furos na garrafa;
- ✓ Parafina.

Figura 35 - Garrafa plástica, bandeja de plástico e ponte de vidro



Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

Procedimentos de montagem

- ✓ Com o objeto perfurante faça 3 furos de 2 mm de diâmetro alinhados ao longo da garrafa, a $1/4$, $1/2$ e $3/4$ de altura em relação à base;

Figura 36 - Garrafa plástica perfurada



Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

- ✓ Vede os furos com parafina derretida e encha totalmente a garrafa com água colorida;

Figura 37 – Garrafa perfurada com furos vedados com parafina



Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

- ✓ Coloque-a sobre uma base e posicione o recipiente coletor de água;
- ✓ Explique o Teorema de Stevin e em seguida faça a demonstração retirando a parafina dos três furos simultaneamente;

Figura 38 - Água jorrando dos furos com pressão diferentes



Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

- ✓ Para agilizar as demonstrações, deixe pelos menos três garrafas semelhantes prontas para uso.
- ✓ Repita os procedimentos quantas vezes forem necessárias.

4.2.7 Grupo 7: Princípio de Arquimedes

CONTEÚDO DIGITAL MODERNA PLUS <http://www.modernaplus.com.br>

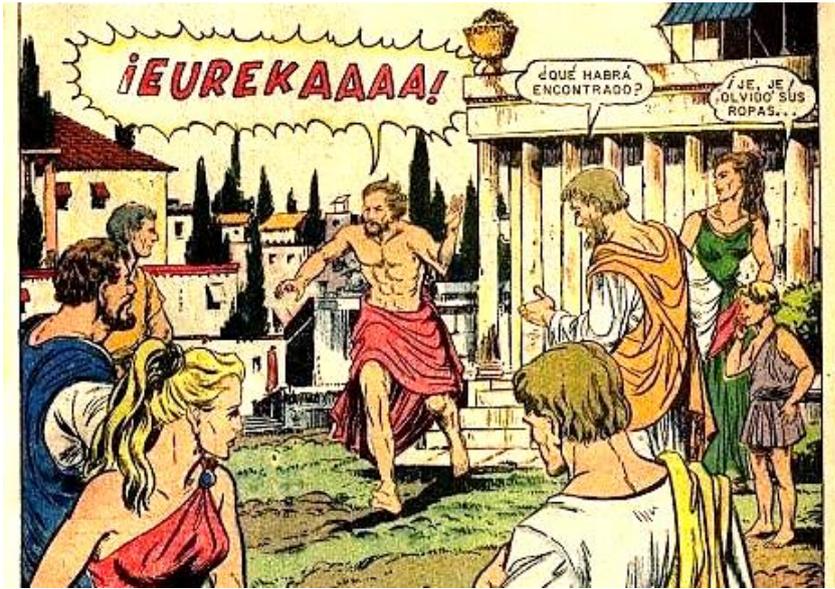
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS: ESTUDO DO TEOREMA DE ARQUIMEDES⁷

Quando uma pessoa está mergulhada nas águas de uma piscina ou no mar, sente-se mais leve, como se o líquido estivesse empurrando seu corpo para cima, aliviando seu peso. Ao que se sabe, foi o sábio grego Arquimedes de Siracusa quem pela primeira vez teve a percepção desse fato.

Segundo relato do arquiteto romano Vitruvius, ele teria chegado a essa conclusão durante um banho nas termas públicas da cidade em que vivia. Entusiasmado com a descoberta, o cientista teria saído nu pelas ruas, exclamando: “Eureka! Eureka!” (“Descobri! Descobri!”).

⁷ Tópico extraído e adaptado de Os Fundamentos da Física - Moderna Plus Física - Volume 1, 11ª Edição. Unidade G - Estática. Hidrostática. Hidrodinâmica - Ramalho, Nicolau, Toledo.

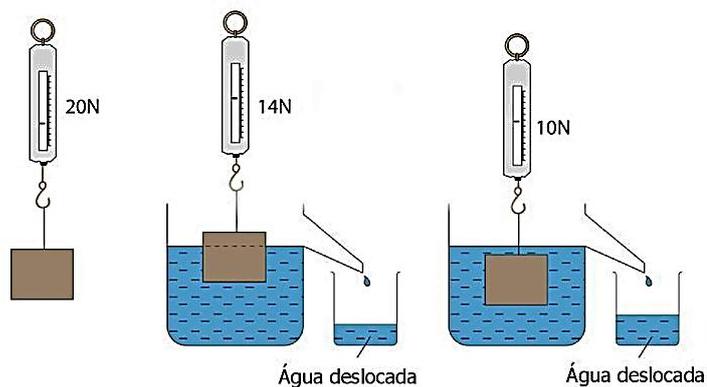
Figura 39 – A corrida de Arquimedes após descobrir o empuxo



Fonte da imagem: <http://princioultimo.blogspot.com/2014/>

A verificação da existência de uma força com que o líquido atua sobre um corpo nele mergulhado pode ser feita com o auxílio de um dinamômetro conforme mostra a figura a seguir.

Figura 40 - Comprovação do Teorema de Arquimedes



Fonte da imagem: <https://www.todoestudo.com.br/fisica/teorema-de-arquimedes>

Na figura 40, o corpo imerso no líquido parece pesar menos do que quando está fora dele. A conclusão é que o líquido deve necessariamente estar exercendo no corpo uma força E de direção vertical, de sentido para cima, provocando uma leitura no dinamômetro diferente do peso real do corpo. A essa força E que o líquido exerce no corpo imerso dá-se o nome de empuxo.

Conclusão: o corpo imerso desloca uma quantidade de água. O peso do volume de água deslocado equilibra o empuxo, pois o equilíbrio foi restituído, colocando-se esse volume de água para outro recipiente vazio. Chegaremos ao mesmo resultado se refizermos a experiência inúmeras vezes e para diversos sólidos de formas e naturezas diferentes, imersos total ou parcialmente em água ou em outro líquido. O líquido exercerá no corpo uma força E (empuxo) vertical para cima, de intensidade igual ao peso do líquido deslocado. Essa conclusão é válida para corpos imersos em fluidos em geral, líquidos ou gases. Existe, por exemplo, empuxo devido à água, ao ar etc. Esse fenômeno é descrito pelo teorema de Arquimedes:

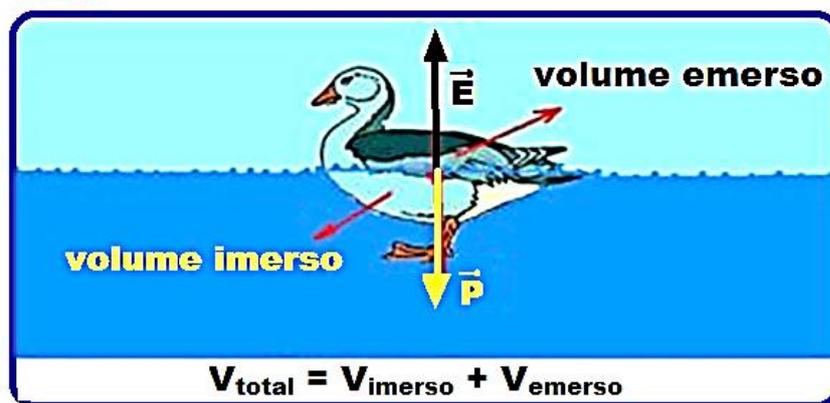
CONTEÚDO DIGITAL MODERNA PLUS <http://www.modernaplus.com.br>

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS: ESTUDO DO TEOREMA DE ARQUIMEDES⁸

“Todo corpo sólido mergulhado num fluido em equilíbrio recebe uma força de direção vertical e sentido de baixo para cima cuja intensidade é igual ao peso do fluido deslocado.”

O volume de água deslocado é o próprio volume do corpo se ele estiver totalmente imerso. Se o corpo está flutuando com parte fora da água, o empuxo corresponde ao peso volume de água que a parte imersa consegue deslocar. O volume do fluido deslocado corresponde ao volume imerso do corpo.

Figura 41- Esquema de forças e volumes no corpo de pato flutuando na água



Fonte da imagem: <https://www.fisicaevestibular.com.br>

⁸ Tópico extraído e adaptado de Os Fundamentos da Física - Moderna Plus Física - Volume 1, 11ª Edição. Unidade G - Estática. Hidrostática. Hidrodinâmica - Ramalho, Nicolau, Toledo

Logo, a intensidade do empuxo é dada por:

$$E = P_f = m_f g$$

Sendo d_f a densidade e V_f o volume do fluido deslocado, decorre:

$$d_f = \frac{m_f}{V_f} \Rightarrow m_f = d_f V_f$$

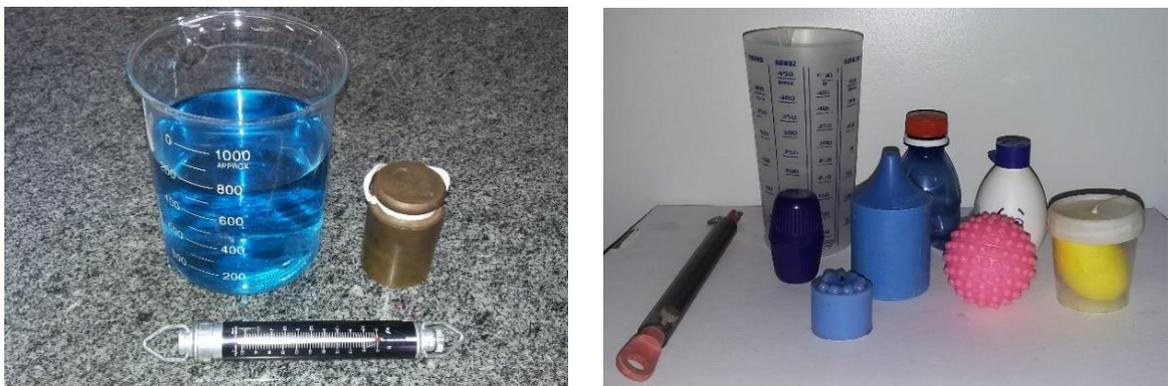
Portanto:

$$E = P_f = m_f g \Rightarrow E = d_f V_f g$$

Materiais necessários:

- ✓ Dinamômetro;
- ✓ Recipiente com graduação volumétrica;
- ✓ Objetos de massas e formas variadas.

Figura 42 – Materiais para realizar experimento sobre o empuxo

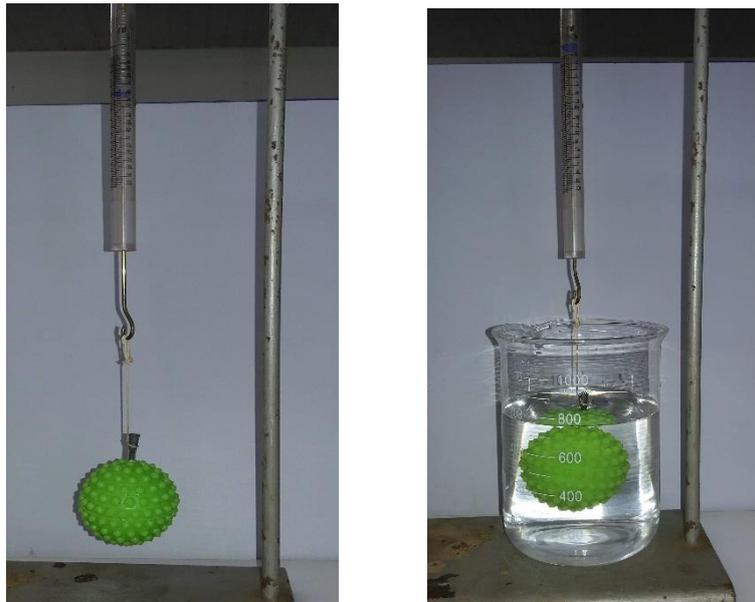


Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

Procedimentos de montagem:

- ✓ Pendure na extremidade do dinamômetro cada objeto que quiser medir peso real;
- ✓ Insira na água o objeto pendurado no dinamômetro para encontrar o peso aparente e o volume;

Figura 43 – Medição da massa e do volume de um corpo



Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

- ✓ Encontre a diferença entre o peso real e o peso aparente de cada objeto;
- ✓ A diferença entre os pesos é a medida do empuxo exercido pela água.

4.2.8 - Grupo 8: Boia-afunda

Condições de flutuação de um corpo: empuxo e o princípio de Arquimedes

CONTEÚDO DIGITAL MODERNA PLUS <http://www.modernaplus.com.br>

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS: ESTUDO DO TEOREMA DE ARQUIMEDES⁹

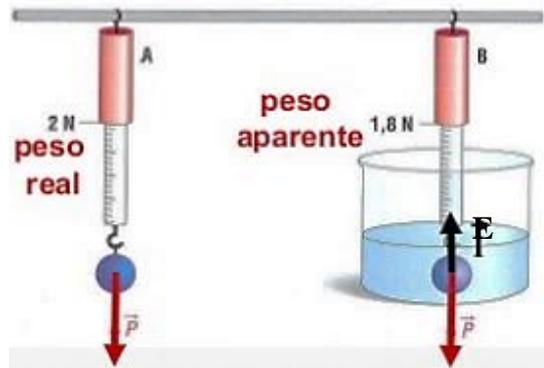
Qualquer corpo mergulhado num fluido (líquido ou gás), fica sujeito a uma força vertical, com sentido de baixo para cima, exercida por esse fluido. Essa força é chamada por empuxo, representada por E ou impulsão, representada por I .

O empuxo nos líquidos é muito maior do que nos gases. Por isso, quando estamos na água ficamos com a sensação de que estamos "mais leves".

Qualquer corpo mergulhado num líquido tem um peso inferior ao seu peso real. Este peso designa-se por peso aparente do corpo.

⁹ Tópico extraído e adaptado de Os Fundamentos da Física - Moderna Plus Física - Volume 1, 11ª Edição. Unidade G - Estática. Hidrostática. Hidrodinâmica - Ramalho, Nicolau, Toledo.

Figura 44 – Peso real e peso aparentes



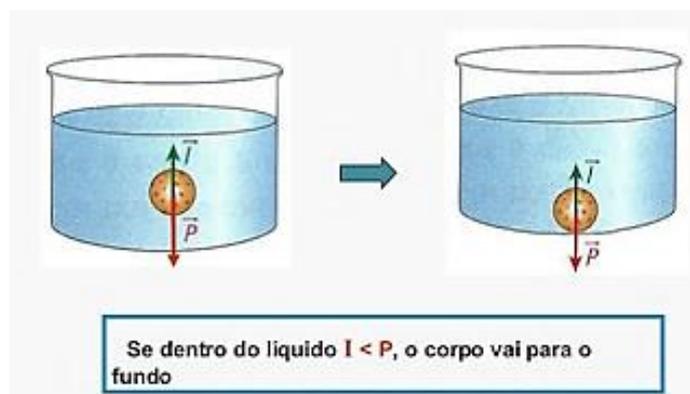
Fonte da imagem: <http://estudacomcarla.blogspot.com/arquimedes.html>

O peso aparente é a resultante de duas forças com sentidos opostos: o peso real e o empuxo.

Peso aparente = peso real - empuxo

$$P_{ap} = P - E \iff E = P - P_{ap}$$

Figura 45 – Corpo no fundo do recipiente



Fonte da imagem: <http://estudacomcarla.blogspot.com/arquimedes.html>

Figura 46 – Corpo em equilíbrio no líquido



Fonte da imagem: <http://estudacomcarla.blogspot.com/arquimedes.html>

Figura 47 – Corpo flutua no líquido



Fonte da imagem: <http://estudacomcarla.blogspot.com/arquimedes.html>

Para que um corpo flutue num determinado fluido, é necessário que a densidade desse corpo seja menor do que a do fluido.

Todo o corpo mergulhado num fluido sofre, por parte dele, uma força vertical de baixo para cima, cuja intensidade é igual à do peso do fluido deslocado pelo corpo.

Fatores de quem o empuxo depende

- ✓ Densidade do líquido: quanto maior a densidade de um fluido, maior será o empuxo.
- ✓ Volume do corpo imerso: quanto maior for o volume imerso, maior será o empuxo.

Materiais necessários:

- ✓ Recipiente de vidro transparente;
- ✓ Objetos de massas, formas e volumes diferentes;
- ✓ Dinamômetro graduado em kgf e em newton;
- ✓ Recipiente com graduação volumétrica

Figura 48 - Objetos para demonstração da flutuação de corpos na água



Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

Procedimentos de montagem:

- ✓ Meça a massa dos objetos colocando-os na balança;
- ✓ Meça o volume dos objetos mergulhando-os totalmente no recipiente graduado contendo água;

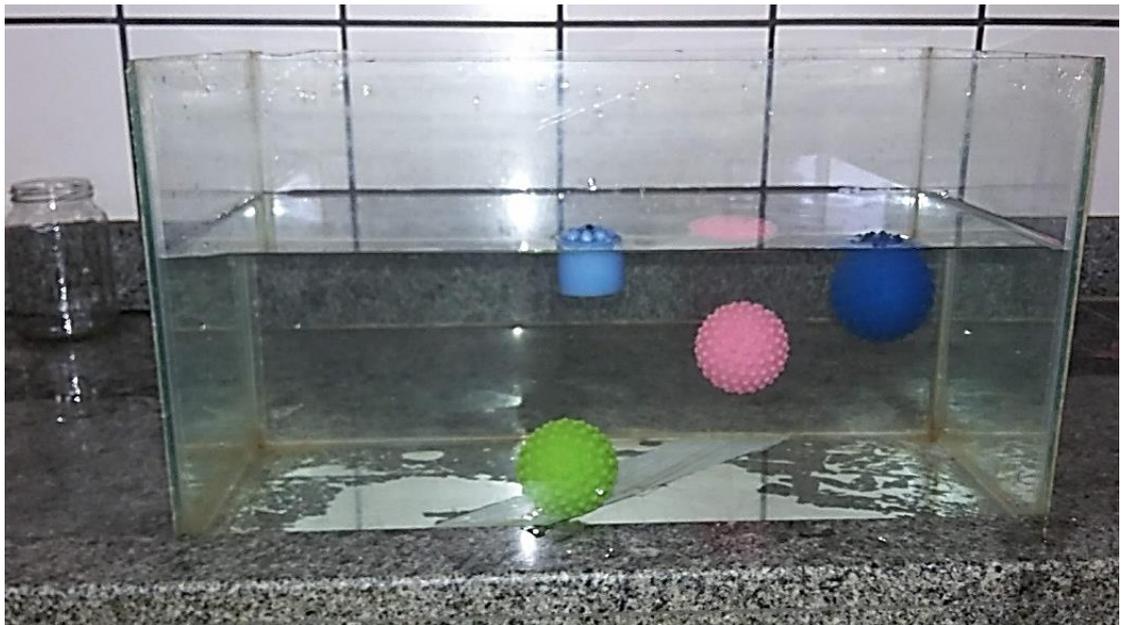
Figura 49 – Medição de massa e volume de um objeto



Fonte das imagens: arquivo pessoal do autor

- ✓ Calcule as densidades dos objetos com essas informações;
- ✓ Coloque um objeto por vez no recipiente para ver o fenômeno ocorrer;
- ✓ De acordo com as densidades obtidas e a densidade da água, é possível saber o que ocorrerá com cada objeto ao ser solto no líquido: boia, fica parado imerso ou vai direto para o fundo?
- ✓ Repita o experimento com objetos de formas irregulares, volumes diferentes e massas diferentes.

Figura 50 – Objetos mergulhados água sob as condições de flutuação



Fonte das imagens: arquivo pessoal do autor

5. ATIVIDADES PROPOSTA PARA A 3ª ETAPA DO PRODUTO EDUCACIONAL

Nesta etapa, os estudantes tiveram como meta apresentar os experimentos relativos aos seus grupos em forma de seminários aos demais. Dessa forma, todos os grupos participantes do PE tiveram conhecimento dos experimentos desenvolvidos e puderam interagir e socializar os conhecimentos adquiridos. Essa etapa ocorreu no auditório do colégio no turno regular de aulas (matutino) e consumiu 5 aulas de 50 minutos. A apresentação de cada seminário foi feita por quatro alunos, com duração mínima de 20 minutos, máxima de 30 minutos e até 15 minutos para perguntas dos alunos e 5 minutos feedback do professor-orientador, como havia sido acordado entre as partes na 2ª etapa do PE. Os demais alunos do grupo serviram de suporte à apresentação (atividades de montagem, desmontagem e transporte dos experimentos etc.).

Devido o encadeamento de conceitos de hidrostática nos experimentos realizados, a sequência dos seminários começou a partir de conceitos elementares (densidade) para os mais abrangentes (Teorema de Stevin), de modo que os escolares pudessem perceber essa interrelação.

Ao término de cada apresentação, o professor-orientador teceu comentários sobre o desempenho individual de grupo, sugerindo correções e melhorias. Os objetivos desses feedbacks foram de orientá-los e prepará-los para a etapa seguinte, a Mostra de Ciências.

6. ATIVIDADES PROPOSTA PARA A 4ª ETAPA DO PRODUTO EDUCACIONAL

A conclusão dessa etapa do PE teve duração de 5 horas-aula e consistiu em uma Mostra de Ciências organizada pela direção do colégio em novembro de 2019. Toda a comunidade escolar participou desse evento, haja vista o seu caráter geral, envolvendo as disciplinas Física, Química, Biologia e Matemática. As aplicações das avaliações diagnósticas quantitativa e qualitativa ocorreram ainda em novembro, na semana seguinte à Mostra de Ciências.

6.1. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES DO PRODUTO EDUCACIONAL - 4ª ETAPA (NOVEMBRO DE 2019)

Quadro 1 – Cronograma de atividades da 4ª etapa

Periodo/duração	Atividade proposta	Objetivo
3ª semana 2 h e 40 min.	Mostra Científica Interdisciplinar	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Expor os experimentos montados pelos escolares. ➤ Realizar demonstrações de fenômenos associados aos experimentos. ➤ Explicar ao público assistente os conceitos dos conteúdos envolvidos nas demonstrações. ➤ Socializar os conhecimentos adquiridos.
4ª semana/ 1 h e 10 min.	Avaliação diagnóstica quantitativa	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mensurar os conhecimentos de hidrostática assimilados pelos alunos após a conclusão do produto educacional.
4ª semana/1 h e 10 min.	Avaliação diagnóstica qualitativa	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mensurar os conhecimentos de hidrostática assimilados pelos alunos após a conclusão do produto educacional.

7. APÊNDICE

Esta atividade teve como objetivo principal mensurar o nível de assimilação e retenção dos alunos acerca dos conteúdos de hidrostática ensinados usando o método de ensino tradicional em uso na escola.

1ª e 2ª Avaliações diagnósticas quantitativas

COLÉGIO ESTADUAL POLIVALENTE DR. MENEZES JÚNIOR

Questionário sobre a metodologia de ensino tradicional (focada na figura do professor, com aulas dialógicas expositivas, livro didático, quadro e pincel)

- *Não é necessário que você se identifique neste questionário.*
- *Ele destina-se a mensurar a sua percepção sobre a eficiência da metodologia de ensino utilizada em sua unidade escolar.*
- *Ele servirá como fonte de informações para reflexões sobre a sua eficiência e possíveis sugestões de correções no método pedagógico de ensino.*
- *Leia atentamente cada pergunta, reflita sobre o seu entendimento e responda com sinceridade aos quesitos propostos.*

1) Para lubrificar o motor de sua motocicleta, um estudante coloca 2,5 L de um óleo lubrificante de densidade $d = 0,8 \text{ g/cm}^3$ em seu interior. Considere: $1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$ e $1 \text{ L} = 1000 \text{ cm}^3$. A massa de óleo, em kg, corresponde a:

- a) 1,75
- b) 1,65
- c) 2,0
- d) 2,125
- e) 2,5



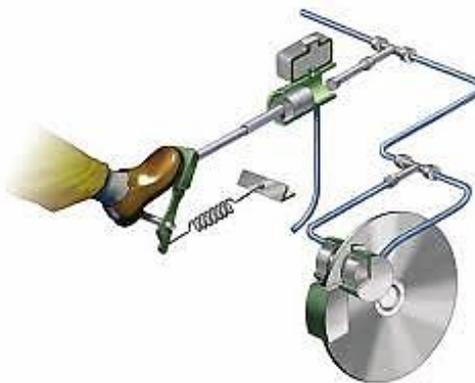
2) Quando você toma um refrigerante em um copo com um canudo, o líquido sobe pelo canudo, porque:



- a) a pressão atmosférica cresce com a altura, ao longo do canudo;
- b) a pressão no interior da sua boca é menor que a pressão atmosférica do ar;
- c) a densidade do refrigerante é menor que a densidade do ar;
- d) a pressão em um fluido se transmite integralmente a todos os pontos do fluido;
- e) a pressão hidrostática no copo é a mesma em todos os pontos de um plano horizontal.

3) Desde a remota Antiguidade, o homem, sabendo de suas limitações, procurou dispositivos para multiplicar a força humana. A invenção da roda foi, sem sombra de dúvida, um largo passo para isso. Hoje, os veículos vêm equipados com freios hidráulicos, o que permite pará-los com um leve toque no pedal de freios, mesmo que ele venha a 100 km/h. É o. Tal dispositivo está fundamentado no PRINCÍPIO de:

- a) Newton
- b) Stevin
- c) Pascal
- d) Arquimedes
- e) Einstein



4) Em uma competição esportiva, um halterofilista de 80 kg, levantando uma barra metálica de 120 kg, apoia-se sobre os seus pés, cuja área de contato com o piso é de 25 cm^2 . Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$ e lembrando-se de que a pressão é o efeito produzido por uma força sobre uma área, e considerando que essa força atua uniformemente sobre toda a extensão da área de contato, a pressão exercida pelo halterofilista sobre o piso, em pascal, é de:

- a) $2 \cdot 10^5$
- b) $8 \cdot 10^5$
- c) $12 \cdot 10^5$
- d) $25 \cdot 10^5$
- e) $2 \cdot 10^6$



5) Marque a alternativa que explica por que os navios, mesmo sendo feitos de um material mais denso que água, conseguem flutuar.

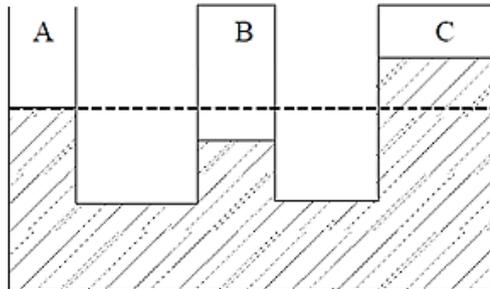


- a) Os navios flutuam, pois seu volume é muito superior à sua massa.
- b) Os navios flutuam, pois o empuxo sobre o navio é superior ao seu peso.
- c) Os navios flutuam, pois o empuxo sobre o navio é inferior ao seu peso.
- d) Os navios flutuam, pois o volume de líquido deslocado corresponde ao seu peso.
- e) Os navios flutuam, pois o volume de líquido deslocado é superior ao seu peso.

6) Determine o empuxo que atua sobre um corpo de volume 1 m^3 , totalmente imerso em um fluido de densidade $0,5 \text{ g/cm}^3$, em um local onde a gravidade é 10 m/s^2 .

- a) 500 N
- b) 5000 N
- c) 50 N
- d) 5 N
- e) 50000 N

7) O sistema de vasos comunicantes da figura contém água em repouso e simula uma situação que costuma ocorrer em cavernas: o tubo A representa a abertura para o meio ambiente exterior e os tubos B e C representam ambientes fechados, onde o ar está aprisionado.



Sendo P_A a pressão atmosférica ambiente fora da caverna, P_B e P_C as pressões do ar confinado nos ambientes B e C, tomando-se como referência o nível da água nesses ambientes, pode-se afirmar que é válida a relação:

- a) $P_A = P_B > P_C$
- b) $P_A > P_B = P_C$
- c) $P_A > P_B > P_C$
- d) $P_B > P_A > P_C$
- e) $P_B > P_C > P_A$

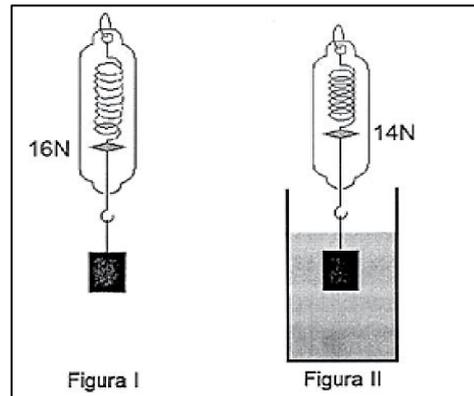
8) Na figura, observa-se uma pessoa calçando sapatos de saltos finos. Ao pisar firmemente em um solo uniforme e pouco resistente, parte do salto poderá enterrar-se nele.



Isso ocorre porque:

- a) o solo sob o salto é mais mole que na parte da frente da sola do sapato;
- b) a pressão exercida pelo salto no solo é maior que àquela exercida na sola da frente do sapato;
- c) a pressão exercida pelo salto no solo é igual àquela exercida na sola da frente do sapato;
- d) a pressão exercida pela sola da frente do sapato é maior que àquela exercida pelo salto;
- e) a pressão exercida pela sola da frente do sapato é igual àquela exercida pelo salto.

9) Um pequeno bloco de metal tem seu peso medido com um dinamômetro em duas situações distintas mostradas nas figuras I e II: fora e dentro d'água.



A diferença de peso que o bloco apresenta nas duas medições se deve ao fato de:

- a) o peso do bloco diminuir quando ele é posto na água;
- b) o líquido aplicar no bloco uma força para cima chamada empuxo;
- c) a massa do bloco diminuir quando ele é posto na água;
- d) o volume do bloco aumentar quando ele é posto na água;
- e) a densidade do bloco diminuir quando ele é posto na água.

10) Um tipo de vaso sanitário que vem substituindo as válvulas de descarga está esquematizado na figura. Ao acionar a alavanca, toda a água do tanque é escoada e aumenta o nível no vaso, até cobrir o sifão. De acordo com o Teorema de Stevin, quanto maior a profundidade, maior a pressão. Assim, a água desce levando os rejeitos até o sistema de esgoto. A válvula da caixa de descarga se fecha e ocorre o seu enchimento. Em relação às válvulas de descarga, esse tipo de sistema proporciona maior economia de água.

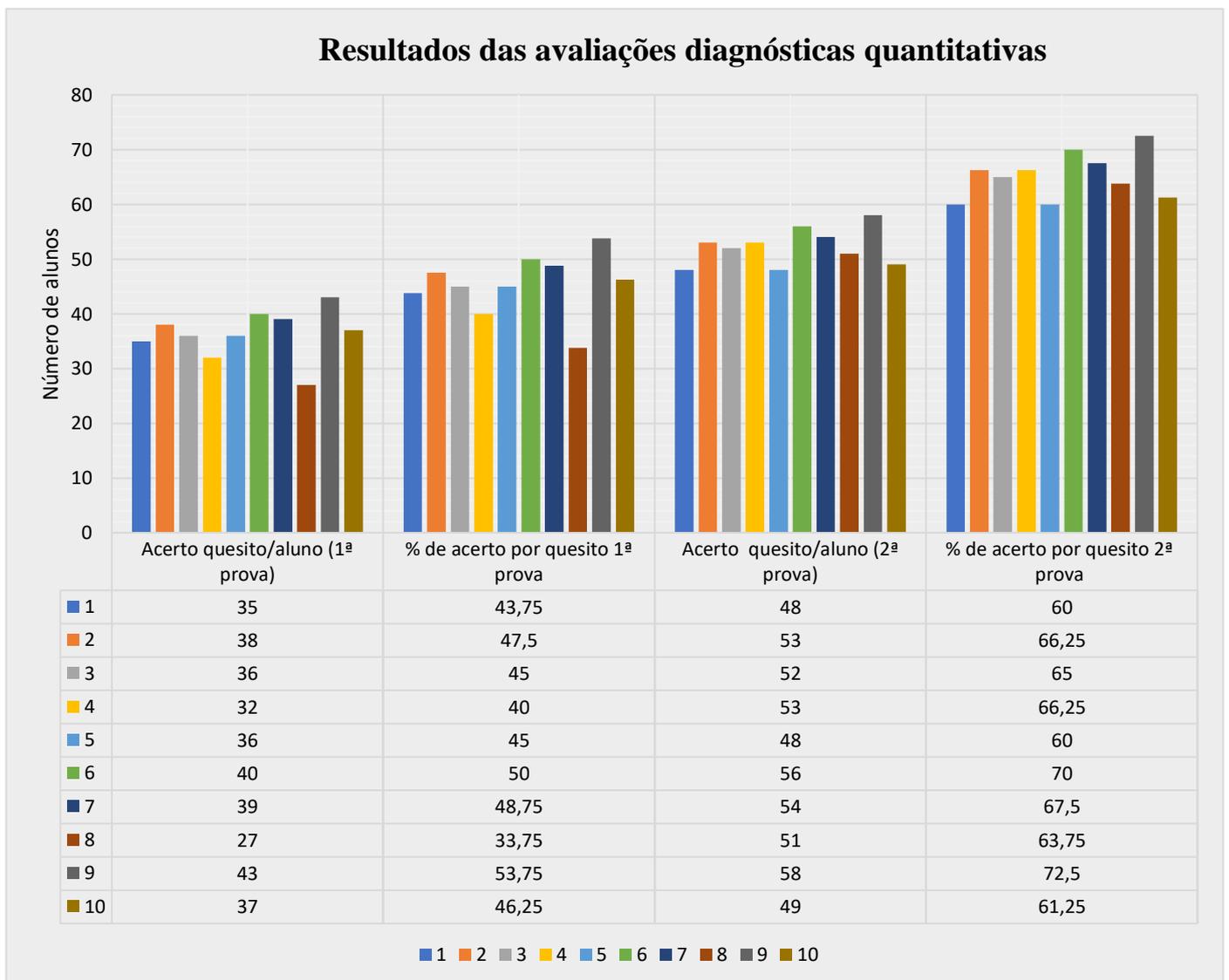
Representação do esquema de funcionamento de vaso sanitário



A característica de funcionamento que garante essa economia é devida:

- a) à altura do sifão de água.
- b) ao volume do tanque de água.
- c) à altura do nível de água no vaso.
- d) ao diâmetro do distribuidor de água.
- e) à eficiência da válvula de enchimento do tanque.

Figura 51 - Gráfico dos resultados obtidos nas duas avaliações diagnósticas quantitativas



Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

Esta atividade teve como objetivo principal mensurar a percepção dos escolares sobre a eficiência do método de ensino tradicional em uso na escola.

1ª e 2ª Avaliações diagnósticas qualitativas (questionários)
COLÉGIO ESTADUAL POLIVALENTE DR. MENEZES JÚNIOR

Questionário sobre a metodologia de ensino tradicional (focada na figura do professor, com aulas dialógicas expositivas, livro didático, quadro e pincel)

- *Não é necessário que você se identifique neste questionário.*
- *Ele destina-se a mensurar a sua percepção sobre a eficiência da metodologia de ensino utilizada em sua unidade escolar.*
- *Ele servirá como fonte de informações para reflexões sobre a sua eficiência e possíveis sugestões de correções no método pedagógico de ensino.*
- *Leia atentamente cada pergunta, reflita sobre o seu entendimento e responda com sinceridade aos quesitos propostos.*
- *Assinale com um X dentro do alvéolo a opção que melhor expresse a sua percepção.*
- *Cada quesito deverá ter uma única resposta.*

Quesito 1. Da forma como os conteúdos de Física são ensinados atualmente na sua escola (aulas expositivas dialógicas/método tradicional de ensino), qual é a sua percepção quanto à necessidade de aprender física, na escola?

- Necessária
- Pouco necessária
- Desnecessária
- Totalmente desnecessária

Quesito 2. A metodologia de ensino tradicional (aula expositiva dialógica, livro didático, quadro e pincel) usada atualmente na sua escola favorece a plenitude de sua aprendizagem de um modo geral? Em que abrangência?

- Sim, plenamente
- Sim, parcialmente
- Não
- Não, parcialmente
- Não, totalmente

Quesito 3. Em relação ao ensino-aprendizagem de Física, como você classificaria a eficiência da metodologia de ensino tradicional usada pelo(a) professor(a) em sala de aula?

- Muito eficiente
- Eficiente
- Pouco eficiente
- Ineficiente

Quesito 4. Usando a metodologia de ensino tradicional, em que nível você colocaria o seu entendimento e assimilação dos conceitos de hidrostática estudados no semestre anterior?

- Alto
- Médio
- Regular
- Baixo
- Muito baixo

Quesito 5. Em relação à sua participação no desenvolvimento das atividades de hidrostática propostas em sala de aula pelo(a) professor(a) no semestre anterior, em que nível você se colocaria?

- Pouco participativo
- Participativo
- Muito participativo

Quesito 6. Se os conteúdos de Física fossem ensinados nas escolas através de experimentos, você acredita que a compreensão e/ou o entendimento de fenômenos, conceitos, leis e teorias físicas se tornariam mais fáceis?

- Sim, acredito plenamente
- Sim, acredito parcialmente
- Não, desacredito plenamente
- Não, desacredito parcialmente

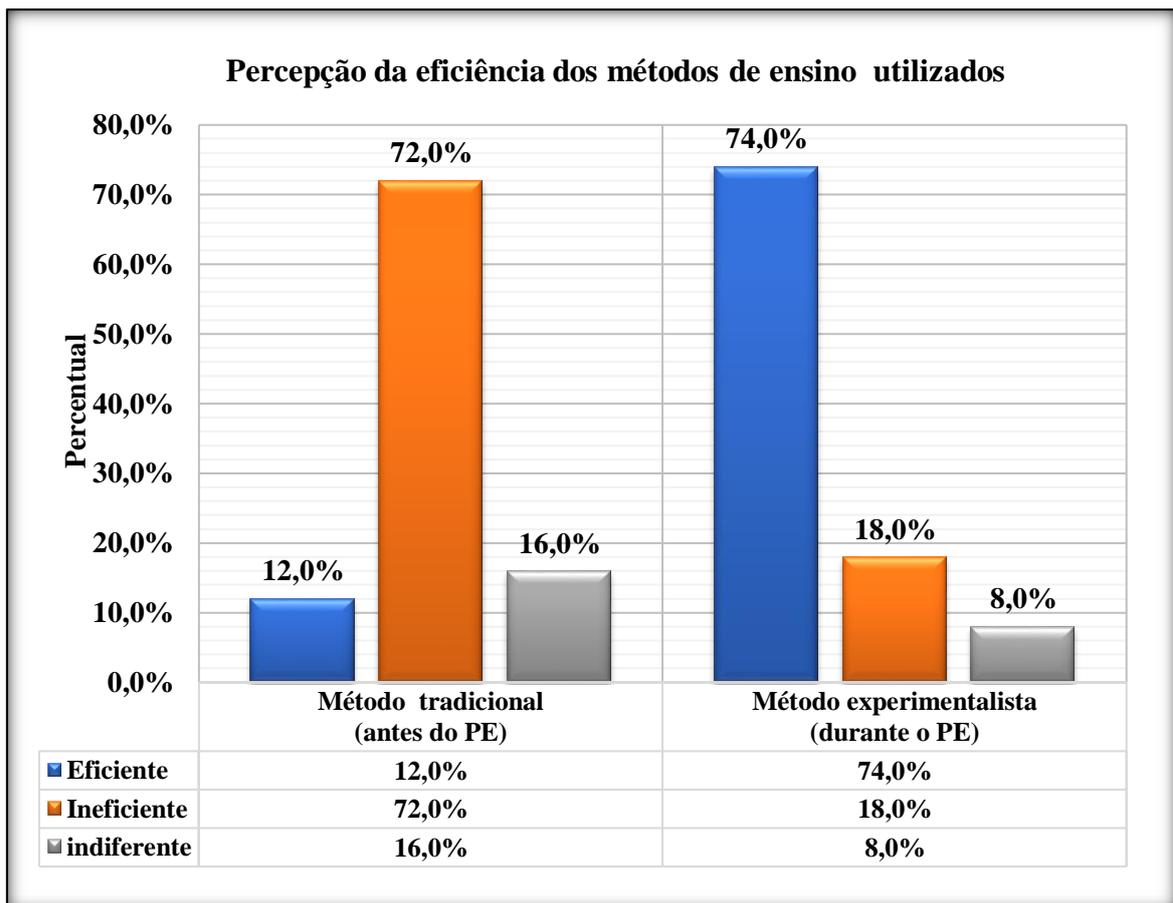
Quesito 7. Usando a metodologia de ensino tradicional, se propusessem a você a montagem, explicação e apresentação de um experimento de hidrostática, mesmo com o auxílio do professor(a), em que nível você colocaria a sua expectativa de obter um resultado satisfatório?

- Alta
- Média
- Baixa
- Baixíssima

Quesito 8. Após as explicações do(a) professor(a) a respeito de algum conteúdo de hidrostática, usando o método de ensino tradicional, com que frequência você consegue associar os fenômenos, conceitos, leis e teorias do assunto abordado a situações concretas do seu cotidiano?

- Sempre
- Às vezes
- Raramente
- Nunca

Figura 52 – Gráfico das percepções das eficiências dos métodos de ensino utilizados



Fonte da imagem: arquivo pessoal do autor

8- REFERÊNCIAS:

MODERNA, Editora. Conteúdo digital Moderna PLUS. **História da Física: As bases da Hidrostática**. Disponível em <http://www.modernaplus.com.br>. Acesso em 22/10/2019.

NUSSENZVEIG, H. Moysés, **Curso de Física Básica**, v. 2: Fluidos, Oscilações e Ondas e Calor (Editora Edgard Blücher Ltda., São Paulo, 1996), 3a ed.

RAMALHO JÚNIOR, Francisco. **Os Fundamentos da Física**/ Francisco Ramalho Júnior, Nicolau Gilberto Ferraro, Paulo Antônio de Toledo Soares, . MODERNA PLUS – FÍSICA 1º ano Volume 1 - 11ª edição. São Paulo: Moderna, 2018.

RESNICK, Robert. **Física**, v. 2. / Robert Resnick, David Halliday, Kenneth S. Krane; tradução Pedro Manuel Calas Pacheco ... [et al.]. – 5ª ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2007