

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**Julio César Pontes de Figueiredo**

**PROPOSTA DE UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE  
SIGNIFICATIVA PARA O ESTUDO DA PRESSÃO ATMOSFÉRICA**

Juiz de Fora

2022



**Julio César Pontes de Figueiredo**

**PROPOSTA DE UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE  
SIGNIFICATIVA PARA O ESTUDO DA PRESSÃO ATMOSFÉRICA**

Dissertação apresentada Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Física na Escola Básica.

Aprovada em 03 de março de 2023.

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Dr. Wilson de Souza Melo** - Orientador  
Universidade Federal de Juiz de Fora

**Prof. Dr. Antônio Marcelo Martins Maciel**  
Universidade Federal de Lavras

**Prof. Dr. Thales Costa Soares**  
Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Juiz de Fora, 01/03/2023.



Documento assinado eletronicamente por **Wilson de Souza Melo, Coordenador(a)**, em 20/04/2023, às 19:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Antônio Marcelo Martins Maciel, Usuário Externo**, em 21/04/2023, às 09:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Thales Costa Soares, Usuário Externo**, em 05/05/2023, às 10:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf ([www2.ufjf.br/SEI](http://www2.ufjf.br/SEI)) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1167964** e o código CRC **5BA4BF10**.

*Dedico este trabalho com amor e carinho ao meu pai Eliezer e a minha mãe Carla.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pelo dom da vida, pela força e pela paz para seguir em frente todos os dias.

Agradeço a minha família e amigos por sempre estarem ao meu lado em todos os projetos me apoiando e incentivando.

A minha namorada que de maneira amorosa me confortou nos momentos difíceis.

Ao ilustrador Nathan Santos que com grande talento deu vida a história.

Aos professores que participaram da minha formação e compartilharam um pouco do seu conhecimento comigo.

Aos professores que lecionaram para minha turma do MNPEF.

Ao MNPEF que me proporcionou a oportunidade de dar um grande passo na minha formação acadêmica.

Ao meu orientador Wilson por acreditar na proposta e me encaminhar para o melhor caminho nessa jornada.

A todos que de maneira direta ou indireta contribuíram para a realização desse sonho, meus sinceros agradecimentos.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

*"Nós vivemos no fundo de um oceano de ar".*

Evangelista Torricelli

## RESUMO

É apresentado neste trabalho a utilização de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) como metodologia para aula de Física. Nela são explanadas questões inseridas no tema de pressão atmosférica, empregando o uso da história da física e histórias em quadrinhos, juntamente com experiências de baixo custo, visando a promoção de aulas mais contextualizadas, diminuir a distância entre o cotidiano dos alunos e os conteúdos de Física, possibilitando o desenvolvimento da visão crítica do aluno em relação à ciência e à construção do conhecimento científico. Foi elaborada uma sequência de ensino baseada nos 8 passos da UEPS e aplicada a uma turma do 2º ano do Ensino Médio de uma escola privada. Com o objetivo de avaliar a efetividade da proposta, foram coletados dados referentes às interações dos estudantes no desenvolvimento UEPS e às atividades realizadas, dentre elas questionários aplicados no início e no término da UEPS. Constatamos a efetividade da proposta organizada como UEPS, tanto pela análise da participação e interações dos estudantes, quanto pelo alto índice de acerto nas respostas aos questionários.

Palavra-chave: Pressão Hidrostática, História em Quadrinhos, História da Física, Experimentos de baixo custo, Ensino de Física.



## ABSTRACT

This work presents the use of a Potentially Significant Teaching Unit (UEPS) as a methodology for a Physics class. It explains issues related to atmospheric pressure, using the history of physics and comics, together with low-cost experiences, aiming to promote more contextualized classes, reduce the distance between the students' daily lives and the contents of Physics, enabling the development of the student's critical view in relation to science and the construction of scientific knowledge. A teaching sequence based on the 8 steps of UEPS was elaborated and applied to a class of the 2nd year of high school in a private school. In order to evaluate the effectiveness of the proposal, data were collected regarding the interactions of students in the development of UEPS and the activities carried out, including questionnaires applied at the beginning and end of UEPS. We verified the effectiveness of the proposal organized as UEPS. both for the analysis of the participation and interactions of the students, and for the high rate of correct answers to the questionnaires.

Keyword: Hydrostatic Pressure, Comics, History of Physics, Low cost experiments, Physics Teaching.

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....   | 11 |
| 1.1. MOTIVAÇÃO .....  | 12 |
| 1.2. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....  | 28 |
| 2. A FÍSICA DA HIDROSTÁTICA .....   | 15 |
| 2.1. A HISTÓRIA DA PRESSÃO ATMOSFÉRICA .....  | 16 |
| 2.2. A EXPERIENCIA DE TORRICELLI.....   | 18 |
| 2.3. OS HEMISFÉRIOS DE MAGDEBURG .....  | 20 |
| 2.4. GRANDEZAS FÍSICAS IMPORTANTES NO ESTUDO DA<br>HIDROSTÁTICA.....                  | 21 |
| 2.4.1. MASSA ESPECÍFICA.....  | 21 |
| 2.4.2. PRESSÃO .....  | 21 |
| 2.4.3. PRESSÃO HIDROSTÁTICA.....  | 22 |
| 3. HQ's, UEPS E EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO .....                                     | 24 |
| 4. SEQUENCIA DIDÁTICA.....  | 31 |
| 4.1. METODOLOGIA .....  | 32 |
| 4.1.1. AULA INTRODUTÓRIA.....   | 32 |
| 4.1.2. SITUAÇÃO INICIAL & SITUAÇÃO PROBLEMA.....                                      | 34 |
| 4.1.4. EXPOSIÇÃO DIALOGADA SOBRE DENSIDADE E PRESSÃO<br>HIDROSTÁTICA.....             | 38 |
| 4.1.5. EXPOSIÇÃO DIALOGADA SOBRE PRESSÃO ATMOSFÉRICA &<br>NOVA SITUAÇÃO PROBLEMA..... | 40 |
| 4.1.6. QUESTIONÁRIO FINAL .....   | 42 |
| 5. APLICAÇÃO E COLETA DE DADOS.....   | 44 |
| 5.1. QUESTIONÁRIO INICIAL.....  | 44 |
| 5.2. AULA 01 .....  | 47 |
| 5.3. AULA 02 .....  | 48 |

|  |    |
|--|----|
|  | 10 |
| 5.4. AULA 03 .....   | 51 |
| 5.5. AULA 04 .....   | 55 |
| 5.6. QUESTIONÁRIO FINAL .....                                | 58 |
| 6. ANÁLISE DE DADOS.....                                     | 63 |
| 7. CONCLUSÃO .....   | 65 |
| 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                          | 67 |
| 9. APÊNDICE I.....   | 69 |
| 9.1. QUESTIONÁRIO INICIAL .....                              | 69 |
| 9.2. AULA 01: A NOSSA BOMBA DE SUCCÇÃO .....                 | 73 |
| 9.3. AULA 02: PRESSÃO.....                                   | 75 |
| 9.4. AULA 03: O QUE É DENSIDADE? .....                       | 77 |
| 9.5. AULA 04: A PRIMEIRA MEDIÇÃO DA PRESSÃO ATMOSFÉRICA..... | 79 |
| 9.6. QUESTIONÁRIO FINAL .....                                | 81 |
| 10. APÊNDICE II - Produto Educacional .....                  | 87 |

## 1. INTRODUÇÃO

Entendemos que as aulas de Física ainda estão sendo ministradas de forma tradicional, em que o professor é o detentor do conhecimento e o aluno adota uma postura “passiva”. Contudo é fácil encontrar, hoje em dia, metodologias que trazem uma série de benefícios para o desenvolvimento do aluno, proporcionando a ele maior autonomia e liberdade, a fim de que se desenvolvam outras percepções e habilidades. Essas metodologias são chamadas de ativas, pois protagonizam o estudante, para que ele deixe de ser apenas um receptor de informações e passe a investigar os meios de adquirir conhecimento.

Também é devido o desinteresse dos alunos, não conseguirem relacionar o que está sendo abordado em sala de aula com o seu cotidiano, tornando os conceitos científicos abstratos, dificultando sua aprendizagem, forçando a memorização. Fato é que, quando o ensino é descontextualizado e não faz sentido para o estudante, é bem capaz de não despertar o seu interesse, pois não chama sua atenção e desestimula a participação. Em "A Escola da Ponte", Rubem Alves compara os programas de aprendizagem com um livro de receitas que não serão realizadas “Receitas aprendidas sem que vá fazer o prato são logo esquecidas. A memória é um escorredor de macarrão” (ALVES, 2001, p. 39). Realmente, os conhecimentos que não são aplicados são como a água do macarrão que escorre e se perde, pois mesmo que os alunos tirem boas notas nas avaliações, essa não representa uma aprendizagem significativa já que fora realizado enquanto a água ainda estava escorrendo, ou seja, “Esse é o destino de toda a ciência que não é aprendida a partir da experiência: o esquecimento” (ALVES, 2001, p.42).

Acreditamos que a aprendizagem não depende apenas da vontade do aluno e sim da união de fatores inter-relacionados como: aluno, professor, metodologias, estratégias, organização curricular, etc. Deve ser observado inclusive as particularidades do indivíduo neste processo, já que cada um tem sua capacidade, seu interesse, nível de conhecimento, sua condição sociofamiliar, ou seja, as dificuldades são relativas e depende do contexto no qual o discente está inserido. Entender que a aprendizagem é construída diariamente e o papel do professor é disponibilizar condições convenientes para que ele se desenvolva, desta maneira a prática pedagógica assume um papel importante na vida dos alunos.

É papel do aluno se dispor a aprender, entendendo que nenhuma pessoa poderá fazer por ele, visto que, segundo Moraes (1986), “... a vida é um caminho e ninguém pode caminhar pelo outro o caminho que é do outro”. E o mesmo autor afirma que, “... só há ensino quando há companheirismo entre ensinante e ensinando, educador e educando,

pois o que caracteriza o ensinar é a ultrapassagem da coexistência para a convivência” (MORAIS, 1986, p. 10).

Diante desta realidade deve ser cobrado a elaboração e ministração de aulas de Física mais motivadoras, contextualizadas, que o aluno participe ativamente e que a aprendizagem seja mais significativa, promovendo uma adequada alfabetização científica, conforme as ideias descritas por Chassot (2003). Por isso foi elaborado e ministrado uma sequência de ensino (SE), baseada nos 8 passos da metodologia da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS (MOREIRA, 2011). Nesta SE discutiu-se o tema Pressão Atmosférica, uma vez que este se mostra relevante para a sociedade de forma geral a constituir um dos eixos dos conteúdos em Física, com o objetivo de levar os alunos a uma reflexão sobre seus conhecimentos confrontando experiências do seu dia a dia e o saber científico. Além disso, em cada um dos passos foi realizado experimentos de baixo custo, que além de ser uma alternativa acessível e viável para realização de experimentos científicos em um ambiente educacional com recursos limitados, promove a ilustração de conceitos científicos complexos de forma simples e didática, tornando a ciência mais compreensível e interessante para os alunos.

### 1.1. MOTIVAÇÃO

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB nº 9.393/96) colocou em pauta a ideia da contextualização, como o ato de vincular o conhecimento à sua origem e à sua aplicação, acreditando na compreensão dos conhecimentos para uso cotidiano. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), que funcionam como guias para orientação das escolas e professores na aplicação do novo modelo, foram estruturados sobre dois eixos: a interdisciplinaridade e a contextualização.

Pode-se entender a interdisciplinaridade como a conexão entre a compreensão das disciplinas nas inúmeras áreas. É nela que a aprendizagem é ampliada, pois pode-se unir às temáticas e aos conteúdos através de meios modernos e dinâmicos. Contudo, o exercício interdisciplinar é visto por alguns como uma união de conteúdos entre disciplinas, sem relevância e resultados persuasivos.

A interdisciplinaridade não dilui as disciplinas, ao contrário, mantém sua individualidade. Mas integra as disciplinas a partir da compreensão das múltiplas causas ou fatores que intervêm sobre a realidade e trabalha todas as linguagens necessárias para a constituição de conhecimentos, comunicação e negociação de significados e registro sistemático dos resultados. BRASIL (1999, p. 89).

Deve-se ressaltar a importância de tratar as disciplinas interativas entre si, entendendo-as como processos históricos e culturais, sendo necessário "espaços interativos de planejamento e acompanhamento coletivo da ação pedagógica, de acordo com um ensino com característica contextual e interdisciplinar" (BRASIL, 2006, p. 105).

A LDB 9.394/96, no artigo 28º, indica como isso pode ser feito, por expor que “os sistemas de ensino promoverão as adaptações necessárias à sua adequação e às peculiaridades da vida rural e de cada região, especialmente”. Isso significa que o ensino deve levar em conta o cotidiano e a realidade de cada região, as experiências vividas pelos alunos, quais serão suas prováveis áreas de atuação profissional e como eles podem atuar como cidadãos; enfim, ensinar levando em conta o contexto dos estudantes.

Dessa forma, fica claro que a obrigatoriedade de relacionar os conteúdos com o cotidiano e uma proposta viável é ministrar aulas a partir de temas. Marcondes (2008) defende que os temas tornam mais significativo o seu aprendizado, pois, estes devem permitir, o estudo da realidade, levando o aluno a reconhecer a importância da temática para si próprio e para o grupo social a que pertence, favorecendo a relação de forma significativa dos conteúdos com o seu dia a dia.

Fica justificado assim, a escolha da UEPS como metodologia de ensino. Segundo Moreira (2011, p. 45), a metodologia UEPS é definida como “sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula”. A mesma é fundamentada em teorias da aprendizagem e da educação, como a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Baseia-se em alguns princípios: importância do conhecimento prévio, decisão do aluno em aprender significativamente determinado conhecimento; utilização de organizadores prévios para promover relação entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios; utilização de situações-problema; e o papel do professor é o de provedor de situações-problema (MOREIRA, 2011).

A pressão atmosférica é um dos principais parâmetros utilizados para medir e entender o comportamento da atmosfera terrestre. Definida como a força exercida pela atmosfera em um ponto específico da superfície terrestre, a pressão atmosférica é afetada por vários fatores como altitude, temperatura e umidade. Por isso, seu estudo é importante para diversas áreas, incluindo a meteorologia, a climatologia, a aviação e a navegação marítima. A abordagem deste tema pode ajudar os alunos a desenvolverem uma compreensão mais profunda sobre a sua importância na ciência e na tecnologia, além de

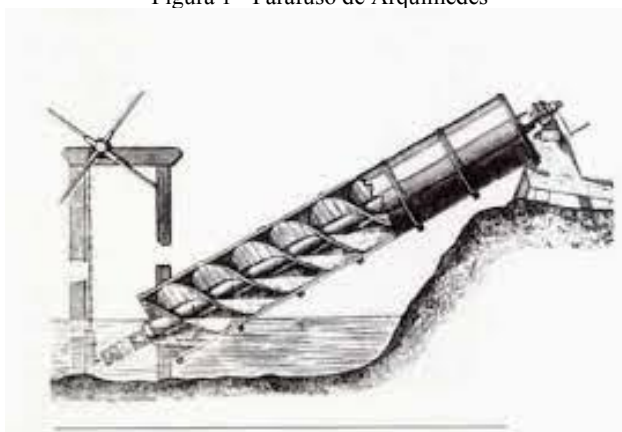
potencializar habilidades críticas de pensamento e solução de problemas que são valiosas em vários momentos da sua vida.

## 2. A FÍSICA DA HIDROSTÁTICA

A hidrostática é o ramo da física responsável por estudar o comportamento de fluídos em equilíbrio estático e suas interações com outros corpos. Pela grande mobilidade de suas moléculas que deslizam umas sobre as outras, como nos líquidos, ou livremente, como nos gases, eles tomam a forma do recipiente onde estão contidos quando submetidos a pequenas forças, isso resulta também na fluidez.

O registro de estudo sobre o comportamento dos fluídos nos leva a Arquimedes (287 – 212 a.C.), que segundo Brennan, foi um dos primeiros cientista e engenheiro, que levou um uso prático a muita das suas teorias. Pode ser citado, por exemplo, a criação da bomba d'água com formato de um cilindro helicoidal, que girando movia água de um nível para outro mais alto. Esse equipamento ficou conhecido como "parafuso de Arquimedes" (Figura 1).

Figura 1 - Parafuso de Arquimedes



Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=15380> Acesso 07 jan 2022

A Arquimedes ficou atribuído também as alavancas e os sistemas de roldanas,

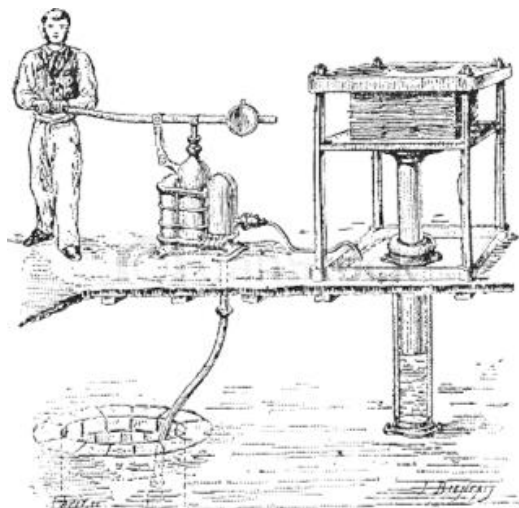
Arquimedes formulou o princípio da alavanca. Demonstrou com detalhes matemáticos que um pequeno peso a certa distância de um fulcro iria equilibrar um grande peso próximo do fulcro e que os pesos e as distâncias estavam em proporção inversa. Conta-se que, a propósito do princípio da alavanca, Arquimedes teria dito: Dê-me um ponto de apoio e posso mover o mundo. (BRENNAN, 2008, p. 15).

Outro grande cientista, matemático e inventor foi Blaise Pascal (1623 – 1662) que desenvolveu estudos em cima das descobertas do fisico italiano Evangelista Torricelli (1608 – 1647) acerca da pressão atmosférica. Em 1652, Pascal enunciou um princípio afirmando que produzido um aumento a pressão externa sobre uma determinada área de



um fluido, o mesmo aumento será transmitido a todos os pontos do fluido. Esta premissa tem aplicação direta em instrumentos hidráulicos como a prensa (figura 2) e o freio hidráulicos, que tem a função de aumentar ou diminuir forças.

Figura 2 - Prensa hidráulica inventada por Joseph Bramah em 1795.



Fonte: <https://mauriciomedinasierra.wordpress.com/primer-corte/personajes/joseph-bramah/> Acesso 07 jan 2022

As aplicações destes estudos estão no nosso dia-a-dia e se estendem desde que a água sai das torneiras, até as represas hidrelétricas, ou quando tomamos um refrigerante usando um canudo, ao colocar óleo na água para cozinhar um macarrão e o óleo ficar sobre a água, ao fazer dois furos nas latas de óleo ou de azeite para facilitar a saída do líquido, quando um médico afere a pressão arterial e ainda na pressão exercida pelo ar.

## 2.1. A HISTÓRIA DA PRESSÃO ATMOSFÉRICA

O debate sobre a pressão atmosférica passa pela problemática das bombas aspirantes que não conseguiam elevar a água dos poços acima de 10,33 metros, o que parecia ser um limite para tal equipamento.

O invento das bombas aspirantes remete ao matemático grego Ctesíbio, denominado pai da pneumática, no século III a.C, e o seu princípio de exercício era de que "a natureza tem *horror ao vácuo*" (BASSALO, 1996, p.97), ou seja, água acompanha o êmbolo como se estivesse junto a ela, tentando preencher o espaço vazio que poderia ser criado, algo que a natureza não poderia permitir.

O conceito de vácuo (vazio) é antecedente, Aristóteles no século IV a.C já postulava fenômenos que seriam impossíveis de ocorrer na inexistência do ar. De acordo com MASON (1984), Aristóteles acreditava que:

“os corpos homogêneos só podiam pôr-se em movimento à mercê de motores externos, constando de um motor e aquele que era movido. Assim, os corpos homogêneos, como uma pedra lançada por uma catapulta, nunca se moviam livremente. Quando a pedra abandonava a catapulta, mantinha-se em movimento graças ao ar (que era considerado na Antigüidade e na Idade Média como espírito, e não como matéria, pela maior parte dos filósofos da época) que se precipitava por detrás dela para evitar a formação de um vazio”. (MASON, 1984, p.50)

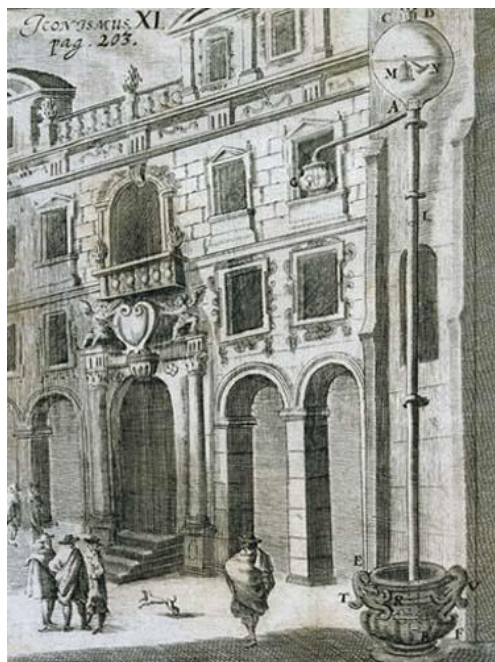
Muitos se contraporiam ao pensamento de Aristóteles mostrando que essa concepção elucidava vários fenômenos como as bombas de elevação, já citada, a união de um pedaço de mármore molhado a outro, ao funcionamento de um fole, a impossibilidade de fazer uma abertura num líquido, entre outros (CONANT, 1947, p.55).

Na época, até mesmo o físico e engenheiro Galileu Galilei (1564 – 1642) teve cautela, mantendo-se firme as ideias, escreveu sobre o problema em *Discorsi e Dimostrazioni Matematiche* (1638):

“como no caso de um fio de cobre suspenso, há um comprimento em que seu próprio peso o rompe, devendo dar-se o mesmo com a coluna de água elevada pela bomba”. (CONANT, 1947, p.54)

Em 1641, inspirado pelo trabalho de Galileu, o também físico italiano Gasparo Berti (1600 – 1643) realizou um experimento sobre o vácuo (figura 3), demonstrado na figura a seguir.

Figura 3 - Experimento de Gasparo Berti



Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Gasparo\\_Berti#/media/Ficheiro:Gasparo\\_Berti\\_Experiment.jpg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Gasparo_Berti#/media/Ficheiro:Gasparo_Berti_Experiment.jpg) Acesso 07 jan 2022

Berti usou um longo tubo onde na base foi inserida uma torneira. O tubo ficava dentro de um tonel totalmente cheio de água, e na parte superior foi colocado um recipiente de vidro em forma de frasco, que tinha um furo, e foi lacrado por um parafuso. O aparelho foi completamente preenchido com água usando a abertura superior do tubo, quando a torneira da base é aberta a água emanou para o tonel, mas uma parte ficou retida no tubo até uma determinada altura. Quando o parafuso foi removido, o ar entrou e fez com que toda água do tubo vazasse.

## 2.2. A EXPERIENCIA DE TORRICELLI

Em 1643, depois de assumir o lugar vago deixado por Galileu Galilei como matemático e filósofo em Florença, Evangelista Torricelli (1608 – 1647) realizou uma experiência utilizando mercúrio ao invés de água. Como este é cerca de 14 vezes mais pesado que a água a ideia de Torricelli era de que a altura do mercúrio no tubo seria equilibrada pela "pressão do ar" a 1/14 da altura da água do experimento de Berti.

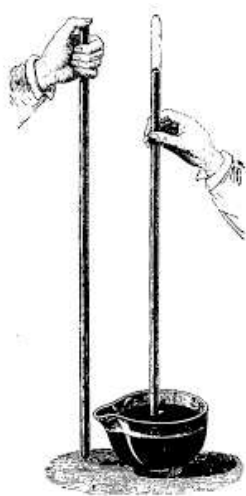
Segundo MARTINS (1989) foi o físico neerlandês Isaac Beeckman (1588 – 1637) o primeiro a escrever sobre o que mais tarde foi chamado de "pressão do ar":

“[...] ocorre que o ar, do mesmo modo que a água, pressiona as coisas e as comprime de acordo com a altura do ar acima. Mas algumas coisas permanecem imperturbadas e não se movem porque são igualmente comprimidas por todos os lados pelo ar sobre elas, assim como nossos

mergulhadores são comprimidos pela água”. (MIDDLETON, History of the barometer, p.6 apud MARTINS, 1989, p.24)

A experiência de Torricelli (figura 4) consistia em usar um tubo de vidro de mais ou menos um dedo de largura e de um metro de comprimento, tampar uma das extremidades, encher completamente de mercúrio e, tapar a extremidade aberta com um dos dedos, inverter o recipiente aberto cheio de mercúrio.

Figura 4 - Barômetro de Torricelli



Fonte: <https://www.preparaenem.com/quimica/a-pressao-atmosferica.htm> Acesso 07 jan 2022

Em uma carta de 11 de junho de 1644 ao cardeal e matemático italiano Michelangelo Ricci (1619 – 1682), Torricelli descreveu o raciocínio do seu experimento:

“[...] Embora o mercúrio se sustentasse, sendo pesadíssimo, essa força que dirige o mercúrio contra a sua natureza de cair para baixo, conforme se acreditou até agora, fosse interna ao tubo, ou ao vácuo, ou a essa matéria extremamente rarefeita; mas eu mantenho que é externa e que a força vem de fora [...] Também a água em um vaso semelhante, mas muito mais longo, subirá até quase dezoito braças, isto é, tanto mais em relação ao mercúrio quanto o mercúrio é mais pesado do que a água, para equilibrar-se com a mesma causa que empurra um e outro”. (MARTINS, 1989, p.158)

Ou seja, para Torricelli, a força que suporta a coluna de mercúrio não é interna ao tubo, todavia externa, realizada pela atmosfera que pesava no mercúrio dentro do recipiente. Torricelli previu que a altura da coluna teria proporção bem maior se ao invés de mercúrio fosse colocado água, assim como no experimento de Berti, isso ocorre devido ao maior peso que o mercúrio possui em relação à água, resultado que foi confirmado por

Pascal em 1647. Essa experiência permitiu a primeira medição da pressão atmosférica. Nela o nível de mercúrio no tubo descia e estabilizava em torno de 76 cm.

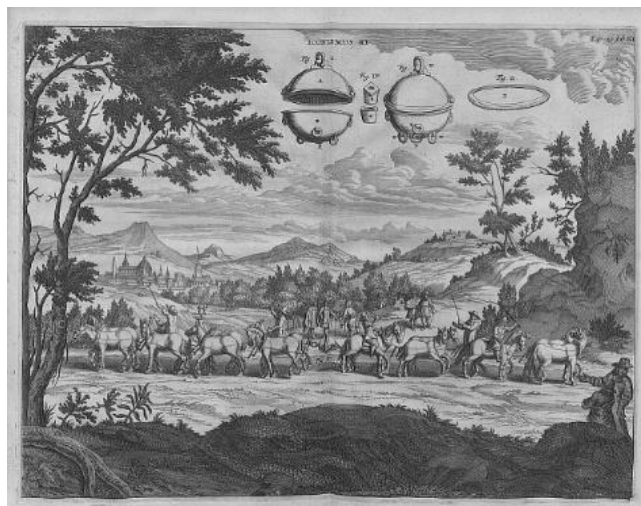
Mesmo a experiência de Torricelli sendo uma adaptação daquela realizada por Berti ela marcou uma mudança de paradigma, ou seja, os efeitos passaram a ser interpretados como causa da pressão atmosférica.

### 2.3. OS HEMISFÉRIOS DE MAGDEBURG

Em 1654 foi realizado pelo burgomestre da cidade de Magdeburg e inventor da bomba de vácuo (figura 5), o físico Otto von Guericke (1602 – 1686), um dos mais famosos experimentos para demonstrar a pressão da atmosfera.

Von Guericke juntou dois hemisférios de cobre, com cerca de 1/2 metro de diâmetro, formando uma esfera. Ele construiu uma junta de vedação impermeável ao ar com um anel de couro embebido em óleo. Quando retirou o ar da esfera com sua bomba de vácuo, duas parselhas de oito cavalos cada não foram capazes de separar os hemisférios. A conclusão é de que os hemisférios estão sendo "empurrados" pelo peso da atmosfera, em outras palavras, pela pressão da atmosfera.

Figura 5 - Reprodução de gravura original do livro de Otto von Guericke de 1672.



Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Hemisf%C3%A9rios\\_de\\_Magdeburgo](https://pt.wikipedia.org/wiki/Hemisf%C3%A9rios_de_Magdeburgo) Acesso 07 jan 2022

## 2.4. GRANDEZAS FÍSICAS IMPORTANTES NO ESTUDO DA HIDROSTÁTICA

Para o desenvolvimento do estudo da hidrostática, em particular da pressão atmosférica, é fundamental entender grandezas físicas como massa específica, pressão e pressão hidrostática.

### 2.4.1. MASSA ESPECÍFICA

Segundo HALLIDAY & RESNICK (2016) para determinar a massa específica  $\rho$  de um fluido em um ponto do material, isolamos um pequeno elemento de volume  $\Delta V$  em torno do ponto e medimos a massa  $\Delta m$  do fluido contido nesse elemento de volume. A expressão para a mesma é:

$$\rho = \frac{\Delta m}{\Delta V}$$

Deve ser ressaltado que a massa específica de uma substância não é necessariamente igual a densidade de um corpo formado por essa substância, essa diferenciação ocorre principalmente quando o corpo possui espaços vazios em seu interior, ou seja, o volume ocupado por ele é maior do que se o mesmo fosse maciço. Dessa forma, podemos dizer que os fluidos terão a massa específica com mesmo valor numérico que a densidade, uma vez que, em equilíbrio, não existem fluidos ocos.

A massa específica e a densidade são grandezas escalares, a unidade do SI é o quilograma por metro cúbico ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).

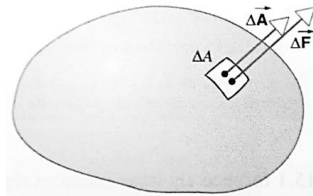
### 2.4.2. PRESSÃO

De acordo com HALLIDAY & RESNICK (2001) a intensidade da força normal por unidade de área da superfície é chamada de *pressão*. Microscopicamente, pode ser dito que a pressão está associada as colisões das moléculas com uma superfície. Na colisão há uma mudança na direção da quantidade de movimento das moléculas causadas pelo impulso com a superfície que pela 3ª lei de Newton, garante que a moléculas também exercem tal impulso sobre ela, e conseqüentemente, uma força perpendicular a essa.

A partir disto, tomado um elemento de área (figura 6) representado pelo vetor  $\Delta \vec{A}$ , pode-se dizer que a força  $\Delta \vec{F}$  exercida por um fluido contra a superfície depende da pressão, conforme a expressão

$$\Delta \vec{F} = p \cdot \Delta \vec{A}$$

Figura 6 – O fluido preso pela superfície exerce uma força  $\Delta \vec{F}$  contra o elemento. A força é perpendicular ao elemento e, portanto, paralela a  $\Delta \vec{A}$ .



Fonte: Halliday & Resnick (2001) pág. 37

Visto que  $\Delta \vec{F}$  e  $\Delta \vec{A}$  são paralelos, a pressão pode ser escrita como:

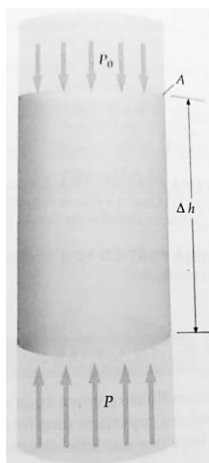
$$p = \frac{\Delta F}{\Delta A}$$

Verifica-se então que a pressão é uma grandeza escalar, no SI é medida em newton por metro quadrado ( $\text{N/m}^2$ ) que recebe o nome de *pascal* (Pa).

### 2.4.3. PRESSÃO HIDROSTÁTICA

Toma-se uma coluna de fluido incompressível (figura 7), cuja sua massa específica é aproximadamente constante em todo seu volume, de área de seção reta  $A$ . Para suportar o peso do fluido, de altura  $\Delta h$ , a pressão na base ( $P$ ) da coluna deve ser maior do que a pressão no topo ( $P_0$ ).

Figura 7 – Pressão da coluna de fluido



Fonte: Tipler & Mosca Vol.1 (2006) p.434

O peso da coluna de fluido é

$$F_g = m \cdot g = (\rho \cdot V) \cdot g = \rho \cdot A \cdot \Delta h \cdot g$$

onde  $\rho$  e  $V$  são respectivamente a massa específica e o volume do fluido. Na condição estática a força resultante para cima produzida pela diferença de pressão ( $P \cdot A - P_0 \cdot A$ ), deve ser igual o peso da coluna, desta forma:

$$P \cdot A - P_0 \cdot A = \rho \cdot A \cdot \Delta h \cdot g$$

$$P = \rho \cdot g \cdot \Delta h + P_0, \text{ para } \rho \text{ constante}$$

Pode-se verificar que a pressão hidrostática varia linearmente com a altura da coluna de fluido.

Verificado o contexto histórico no qual o estudo da pressão atmosférica se desenvolveu observa-se a gradual evolução de sua compreensão, a superação de obstáculos, por intermédio de grandes nomes que contribuíram para aperfeiçoamento do saber científico. Mais do que isso aplicando a história da Física consegue-se vincular o conhecimento científico ao contexto histórico, e mostrar uma ciência de desafios e instigações que possibilita novas descobertas. Esta aproximação estabelece uma condição mais favorável para o aluno contextualizar as habilidades estudadas, despertar sua curiosidade promovendo uma aula mais proveitosa e eficiente.

Oliveira (2009) em seu trabalho *A História da Física como elemento facilitador na aprendizagem na Mecânica dos Fluidos* mostrou ser este um recurso significativo no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que os alunos se revelaram mais inclinados ao estudo, além de ver aumentar a participação e interesse na aula. Seu projeto apoiou-se nas concepções da Aprendizagem Significativa de Ausubel e Novak ao afirmar que, para se aprender de forma significativa, o novo conteúdo deve se relacionar com o conhecimento prévio do aluno, em outras palavras, é essencial que se tenha uma aprendizagem com um local onde o diálogo possa leva-lo a refletir sobre sua participação no mundo.

É papel do professor adaptar a linguagem ao aluno de modo que o mesmo compreenda o sentido do que está sendo aprendido, afim de que a intercomunicação seja adequada. Sendo igualmente importante entender o conhecimento prévio do aluno sobre as grandezas físicas que foram abordadas, que demonstram suas observações do mundo e como elas se formaram ao longo de sua vida através das suas relações interpessoais.



### 3. HQ's, UEPS E EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO

As Histórias em Quadrinhos (HQ's) buscam estimular a curiosidade do aluno e desafiar seu senso crítico. A interligação de texto e imagem procura ampliar a compreensão dos conceitos de uma forma que qualquer um dos símbolos, separadamente, teria dificuldade para fazê-lo.

“há várias décadas, as histórias em quadrinhos fazem parte do cotidiano de crianças e jovens, sua leitura sendo muito popular entre eles. [...] As histórias em quadrinhos aumentam a motivação dos estudantes para o conteúdo das aulas, aguçando sua curiosidade e desafiando seu senso crítico”. (BARBOSA, 2004, p. 21)

Com a história Física podemos investigar os fenômenos fundamentais da natureza por meio do detalhamento da sua estrutura, nessa perspectiva a HQ é uma oportunidade para a aprendizagem investigativa onde o aluno poderá examinar os fatos que antecederam determinado conhecimento científico, mostrando-lhes uma física em constante evolução, além da aproximação da ciência com sua realidade cotidiana, ou seja, como o conhecimento científico partiu de problemas que desafiavam a sociedade e daí buscar soluções para o mesmo.

“É preciso enfatizar, ainda, que não se trata somente de incluir uma abordagem dos processos de construção do conhecimento científico no Ensino de Ciências, mas de considerá-los no contexto histórico, filosófico e cultural em que a prática científica tem lugar (...) Abordagens contextuais têm sido propostas com o intuito de mudar os currículos de Ciências, em todos os níveis de ensino propondo-se que elas podem contribuir para (i) humanizar as ciências, conectando-as com preocupações pessoais, éticas, culturais e políticas; (ii) tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e estimular o desenvolvimento de habilidades de raciocínio e pensamento crítico; (iii) promover uma compreensão mais profunda e adequada dos próprios conteúdos científicos (...)”. (El-Hani, 2009, p.4-5)

O uso de atividades experimentais também tem se mostrado um instrumento capaz de minimizar as dificuldades de se aprender e ensinar física de forma significativa. Apesar de ser um consenso entre pesquisadores a capacidade de transformar uma aula comum em significativa, a prática experimental é debatida de modo distinto quanto ao valor que pode assumir em diversos contextos e aspectos. Sua pertinência está no reforço as variações metodológicas e recursos pedagógicos, dando oportunidade para diferentes tipos de construção do conhecimento científico. O modo pelo qual as considerações sobre o tema são feitas é importante na contribuição para o aperfeiçoamento na aprendizagem de Física e nos temas escolares.

A experimentação pode ser associada às práticas científicas, então direcioná-la para o ambiente escolar é incentivar a visão científica do aluno, e sua maneira de compreender e desvendar as leis e fenômenos da natureza. Por isso devem ser propostos desafios e competências, seguida por recompensas que proporcione o contentamento pela execução e finalização de um objetivo, projeto ou propósito. Segundo Morán:

Nas metodologias ativas de aprendizagem, o aprendizado se dá a partir de problemas e situações reais; os mesmos que os alunos vivenciarão depois na vida profissional, de forma antecipada, durante o curso. (Morán, 2015, p. 19)

Muitas vezes as escolas não possuem laboratórios com materiais específicos para a atividade prática, por isso pode ser sugerido o uso de materiais de baixo custo, que são definidos como recursos simples, baratos e de fácil aquisição. Logo, é preciso buscar formas alternativas: experimentar na sala de aula mesmo ou fora dela, juntar material aqui e acolá que possam ser reaproveitados e reciclados, envolver os alunos na confecção dos experimentos, para que se consiga melhorar o ensino das atividades práticas em física (ARRIBAS, 1998).

Já as UEPS possuem um conjunto de teorias de aprendizagem que propiciam a aprendizagem significativa. Elas são compostas por fases em sequência que procuram possibilitar essa aprendizagem. As 8 etapas funcionam como roteiro para a produção dessa unidade, e o papel do professor é encontrar a melhor maneira de guiá-las e ajustá-las a realidade dos seus alunos.

A UEPS segue 8 passos sequenciais. Em cada passo o professor deve ministrar os conteúdos, aplicar as atividades como questionários e recursos didáticos, sempre buscando a aprendizagem significativa do indivíduo envolvido (MOREIRA, 2011). São eles:

- I. **Definição de Conceitos:** os tópicos a serem abordados devem explicar como as informações serão declaradas para posteriormente servirem de base para a construção dos conhecimentos;
- II. **Investigação de conhecimento prévio:** elaborar situações que visem a explicitação da estrutura cognitiva relevante;
- III. **Situações Problema Introdutórias:** utilizando estratégias diversificadas (simulações computacionais, vídeos, exemplos do cotidiano, entre outros) para dar sentido aos novos conhecimentos;

- IV. **Diferenciação Progressiva:** deve-se partir de conhecimentos mais gerais partir para os mais inclusivos;
- V. **Complexidade:** estruturar os conhecimentos através da apresentação de novas situações problemas em um nível mais alto de complexidade, diferenciação e abstração;
- VI. **Reconciliação Integrativa:** retomar as características essenciais dos conteúdos, através da apresentação de novos significados;
- VII. **Avaliação:** registrar, ao longo da intervenção, todos os possíveis indícios de evoluções conceituais, denotando aprendizagens significativas;
- VIII. **Efetividade:** verificação de êxito na implementação da UEPS, através da avaliação de desempenho dos alunos denotada através da análise da progressiva evolução de um campo conceitual, enfatizando contínuas e não em comportamentos finais.

Inicialmente é necessário definir o tópico que será estudado e reconhecer os aspectos que serão essenciais para discorrer o tema, além do método para relacioná-lo. É importante também delinear as situações com as quais o aluno poderá mostrar seu conhecimento prévio, dos quais podem ser utilizado um questionário, mapas mentais, discussões, etc. (Buzan & Buzan, 1994; Ontoria et al, 2004)

Após isto cria-se a situação-problema pela qual o conteúdo será apresentado, não deixando de levar em consideração o conhecimento prévio do aluno. É recomendável que se prepare os alunos para as competências que virão depois, ou seja, as situações problemas devem rodear o assunto a ser ministrado. Elas devem ser sempre alcançáveis pelos alunos, ou seja, eles devem ser capazes de formá-las mentalmente, pois dessa forma darão sentido aos novos fundamentos que estudarão. O modo como essas situações serão orientadas pode variar desde simulações computacionais, demonstrações experimentais, vídeos, notícias, até problemas do cotidiano dos alunos.

Depois das situações iniciais serem apresentadas e resolvidas, o próximo passo deve ser exposto a partir dos aspectos mais globais, o que proporciona uma perspectiva do todo e do que é significativo na proposta principal, em seguida ilustrando e abordando os tópicos específicos. O método adotado pode ser uma exposição do conteúdo e depois uma atividade em grupo com sequente apresentação e debate dos temas, conteúdo o método não é o foco, e sim a condução da proposta, sempre partindo de aspectos mais gerais até os mais específicos.

Dando seguimento as etapas, é importante que a complexidade aumente de forma gradual. Podem ser apresentadas situações-problemas com nível crescente de dificuldade, a partir de uma exposição, ou uma simulação, até mesmo novos exemplos que conectem as semelhanças e diferenças de episódios já vistos, favorecendo assim uma maior validação da temática.

Pode-se ainda explorar atividades como resolução de problemas, produção de um mapa conceitual, uma prática laboratorial, um pequeno projeto, onde os alunos possam compartilhar suas averiguações entre si, trocando informações e aceções, com o professor no papel de mediador da tarefa.

Finalizando o tema recomenda-se retomar os aspectos mais pertinentes, todavia buscando sempre uma abordagem mais integradora. Isto pode ser realizado por meio de uma nova exibição dos conceitos usando uma apresentação oral, um texto, um computador, um recurso audiovisual, etc. Após essa exposição, devem ser sugeridos outras situações-problemas, aumentando o nível de dificuldade quando comparada as anteriores. O resultado da resolução dessas atividades, idealmente realizadas em colaboração pelos alunos, devem ser expostas e debatidas com a intermediação do professor.

É importante que durante o desenvolvimento das etapas da UEPS verifique-se as considerações da proposta e o desempenho dos alunos, seja por meio de anotações, registro de áudio, vídeos, qualquer material que possa ser considerado indício de uma aprendizagem significativa. O cerne do trabalho está no progresso do estudante e ao longo do seu desenvolvimento gradativo, e não em seus resultados finais, característica preponderante da aprendizagem significativa e da compreensão de uma habilidade e competência. Entretanto, não descartamos a presença de uma avaliação somativa, ou seja, mais uma análise que mostre a compreensão e que expresse o entendimento dos significados, contribuindo na avaliação de efetividade da UEPS.

O trabalho que será apresentado a seguir contempla os passos descritos, e o tema da Pressão Atmosférica foi pensado de modo que tenha uma estrutura, organização, exemplos e linguagem adequadas a demanda do segundo ano do Ensino Médio. De início foi realizada uma avaliação diagnóstica para a sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos, depois foi apontado a temática de forma geral, e conseqüentemente abordagem de conceitos base de modo individual e detalhado, projetando a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora (Ausubel, 2000). Os conceitos abordados nesta UEPS foram

pressão, densidade e pressão hidrostática, que são considerados determinantes no domínio do tema Pressão Atmosférica.

### 3.1. ESTRUTURA DA PROPOSTA

Aqui será direcionado uma opção de trabalho que possa ser desenvolvida em sala de aula a fim de contribuir para o processo de ensino e aprendizagem.

Na aula introdutória deve ser aplicado o questionário inicial que tem por objetivo verificar o conhecimento prévio existente em cada aluno. Primeiramente, deve ser retirado as dúvidas sobre a aplicação e posterior realização durante o tempo de uma aula<sup>1</sup>.

Na aula 01, com título: *A Nossa Bomba de Sucção*, deve ser aplicado a leitura dos quadrinhos da página 1<sup>2</sup>, sobre a problemática da Bomba de Sucção segundo a perspectiva da história da física. Em seguida, o aluno realiza a construção de aparato experimental que simula a funcionalidade de uma bomba de sucção. Após a realização do Experimento I deve feito um debate sobre os resultados obtidos. E logo após, o término da leitura dos quadrinhos página 2.

A aula 02, com título: *Pressão*, deve ser iniciada com a leitura da página 3 dos quadrinhos trazendo a perspectiva de eventos do dia a dia do aluno em que o conceito de pressão de uma força é visto. Pede-se ao aluno que observe esses fatos e lembre as grandezas Força e Área, e ainda que realize um experimento que poderá associar as grandezas força e área com a Pressão. Em seguida termina-se a aula 02 com a leitura da página 4 e o preenchimento das lacunas.

A aula 03, com título: *O que é densidade?*, começa com a leitura da página 5 da história em quadrinhos onde é apresentado o conceito de Densidade. Em seguida, realiza-se o Experimento IV onde o aluno pode observar o efeito de líquidos com densidades diferentes. Depois retoma-se a leitura indo a página 6. E com o desenvolvimento do Experimento V o aluno pode verificar a relação entre a pressão hidrostática e a altura da coluna de líquido. Para encerrar a aula ele deverá completar a lacuna da página 6.

A aula 04, com título: *A primeira medição de pressão da atmosfera*, continua com a leitura da história em quadrinhos na página 7, onde o aluno através do Experimento VI pode confrontar o resultado com sua resposta na Aula 01 (A nossa Bomba de Sucção). Dar-se-á, então, seguimento a leitura da página 7 e preenchimento das lacunas, calculando

---

<sup>1</sup> O tempo médio de uma aula é de 50 minutos.

<sup>2</sup> As páginas dos quadrinhos podem ser encontradas no Produto Educacional e nos apêndices deste trabalho.

a pressão atmosférica em termos de centímetros de mercúrio em relação a metros de coluna de água a partir da experiência de Torricelli.

Por fim, a última parte da aula conduz a um debate sobre como solucionar o problema da Bomba de Sucção e encerrar com a leitura da página 08 e prática do Experimento VII.

A aula 05, será o momento do *Teste Final*. Uma última avaliação que se estenderá a todo o conteúdo desta UEPS como: densidade, pressão, pressão hidrostática e atmosférica, com exercícios teóricos e algébricos que também inter-relacionam os conceitos estudados. As dúvidas sobre a realização da aplicação, devem ser esclarecidas durante o tempo da aula.

A tabela 1 apresenta a distribuição de tempo nos seis encontros.

Tabela 1 - Relação das atividades por encontro

| AULA       | ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA   | TEMPO  |
|------------|--|--------|
| Introdução | Aplicação do teste inicial para verificação dos conhecimentos prévios da turma | 50 min |
| 01         | Leitura da Aula 1 – A nossa bomba de sucção.                                   | 5 min  |
|            | Apresentação e aplicação do Experimento I – Minha Bomba de Sucção              | 20 min |
|            | Discussão sobre os resultados obtidos pós experimentação                       | 10 min |
| 02         | Leitura da Aula 2 – Pressão.   | 5 min  |
|            | Apresentação do Experimento 2 – Estoura ou não estoura?                        | 3 min  |
|            | Previsão sobre o balão estourar ou não os balões em áreas diferentes           | 2 min  |
|            | Aplicação do Experimento II  | 3 min  |
|            | Discussão sobre as previsões e resultados obtidos pós experimentação           | 10 min |
|            | Apresentação do Experimento III – Equilibrando no balão.                       | 3 min  |
|            | Previsão sobre o balão estourar ou não, estando os balões em áreas diferentes  | 7 min  |
|            | Aplicação do Experimento III   | 5 min  |
|            | Discussão sobre as previsões e resultados obtidos pós experimentação           | 10 min |
|            | Leitura e complementação da Aula 2   | 5 min  |
| 03         | Leitura da Aula 3 – O que é densidade?   | 5 min  |
|            | Apresentação do Experimento IV – Água & Óleo ou Óleo & Água?                   | 3 min  |
|            | Aplicação do Experimento IV  | 7 min  |
|            | Discussão sobre os resultados obtidos pós experimentação                       | 5 min  |
|            | Leitura e complementação da Aula 3   | 5 min  |
|            | Apresentação do Experimento V – Onde a pressão da água é maior?                | 3 min  |
|            | Aplicação do Experimento V   | 7 min  |
|            | Discussão sobre os resultados obtidos pós experimentação                       | 10 min |
|            | Término da leitura e complementação da Aula 3                                  | 5 min  |

|    |   |        |
|----|---|--------|
| 04 | Leitura da Aula 4 – A primeira medição de pressão da atmosfera. Pág. 7  | 5 min  |
|    | Apresentação do Experimento VI – A água que sobe!   | 3 min  |
|    | Aplicação do Experimento VI   | 7 min  |
|    | Discussão sobre os resultados obtidos pós experimentação  | 5 min  |
|    | Término da leitura e complementação da Aula 4   | 3 min  |
|    | Leitura e complementação da Aula 4  | 5 min  |
|    | Apresentação do Experimento VII – Uma bomba para o Duque!   | 7 min  |
|    | Aplicação do Experimento VII  | 5 min  |
|    | Discussão sobre as previsões e resultados obtidos pós experimentação  | 10 min |
| 05 | Aplicação do teste final para verificação de indícios de aprendizagem sobre força, área, densidade, pressão de uma força, pressão hidrostática e pressão atmosférica. | 50 min |

#### 4. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Como já mencionado anteriormente o trabalho foi desenvolvido a fim de dar mais autonomia ao aluno, tornando-o protagonista e estimulando-o a agregar às aulas ativamente, buscando informações, manifestando ideias, dialogando e concebendo o próprio aprendizado. Neste contexto o professor é mediador do processo, ou seja, o seu papel é fomentar os alunos de modo que eles possam criar, gradativamente, a sua independência, desenvolvendo um senso de responsabilidade.

Como competência geral para a educação básica esse método educativo busca a formação e o desenvolvimento humano coletivo, e isto pressupõe mais do que o simples acúmulo de conhecimento. Assim dizendo, o estudante precisa desenvolver habilidades e competências para trabalhar com as informações, operar com sensatez as mídias digitais, antecipar problemas, conviver com as diversidades. É o papel mediador do professor que beneficia a construção dessas competências que modificam o aluno de passivo a ativo no processo de aprendizagem.

Dentro deste contexto foi usado na aula 01 quadrinhos contando um pouco da história adaptada<sup>3</sup> de como os contratemplos no funcionamento da bomba de sucção representou o início da problemática para a construção do conceito de pressão atmosférica. Preliminarmente, tem-se a aplicação de um questionário que funciona como uma avaliação diagnóstica. Foram inseridas seis questões do Exame Nacional do Ensino Médio (principal porta de entrada para as universidades públicas; usado como avaliação para o PROUNI<sup>4</sup> e FIES<sup>5</sup>) que abordam conceitos de densidade, pressão, força, área, trazendo aplicações e situações do cotidiano.

A aula 02 foi montada de modo a trazer situações práticas, também relacionadas ao dia a dia do estudante, com o intuito de associar as grandezas físicas força e área à pressão, usando experimentos de baixo custo a fim de que se possa entender a correlação entre os fatos observados e inferir valor sobre ele. Em seguida, na aula 03, uma exposição dialogada leva o aluno a compreensão da grandeza densidade, e com um experimento simples associa-se a pressão hidrostática a altura da coluna de líquido.

---

<sup>3</sup> Não foram inseridos todos os personagens tendo em vista o tempo disponível para abordagem deste conteúdo no ensino médio.

<sup>4</sup> Programa Universidade para Todos.

<sup>5</sup> Fundo de Financiamento Estudantil.



Na aula 04 é apresentada a medição da pressão atmosférica onde, a partir dos conceitos construídos nas aulas anteriores, o aluno é capaz de encontrar a medição feita por Evangelista Torricelli em sua célebre experiência. Na aula 05 temos uma avaliação com questões sobre todos os temas abordados e dúvidas apresentadas pelos alunos, para verificação de que os pontos pretendidos foram atingidos.

#### 4.1. METODOLOGIA DAS AULAS

A produção desse trabalho teve a perspectiva qualitativa e descritiva, já que se trata de um método didático com o uso das histórias em quadrinhos e experiências de baixo custo, para o ensino da pressão atmosférica. O método pedagógico expõe uma teoria específica aliada ao projeto: a UEPS. Foi então elaborada e aplicada uma proposta de UEPS em uma turma de 2º ano do Ensino Médio em uma escola privada na cidade de Três Rios/RJ, no mês de novembro de 2021.

Os conceitos de pressão, densidade, pressão hidrostática e pressão atmosférica foram abordados de modo conceitual, a ideia é reconhecer a interpretação dos fenômenos físicos<sup>6</sup> e as equações mais comuns, deixando de lado as dificuldades matemáticas avançadas, tendo em vista o público alvo.

O ponto central do trabalho está na evolução do aluno em seu decorrer, considerando que a aprendizagem significativa e o controle de uma competência são gradativos. Logo foram utilizadas situações e atividades que pudessem averiguar o entendimento e aproximação dos significados pelos estudantes, no decorrer da realização da UEPS. As respostas e contribuições dos alunos também foram usados para evidenciar a aprendizagem dos conceitos indicados.

##### 4.1.1. AULA INTRODUTÓRIA<sup>7</sup>

De acordo com Ausubel (1968; 2000) se fosse possível isolar uma variável caracterizada pela sua importância no processo de aprendizado de um novo tema, esse seria o conhecimento prévio, ou subsunçor, onde uma estrutura cognitiva sustenta os novos conhecimentos.

---

<sup>6</sup> Passo 1 da UEPS: Definição dos conceitos

<sup>7</sup> Passo 2 da UEPS: Investigação por conhecimento prévio

Por isso essa UEPS se inicia com a aplicação de um questionário<sup>8</sup> para verificar os conhecimentos prévios existentes em cada aluno. Essa avaliação diagnóstica possui 6 exercícios:

Questão 1. Aborda o conceito de densidade, e trata de como se comportam corpos de densidades diferentes em um fluido. Espera-se verificar a percepção do aluno quanto ao vínculo entre as densidades e flutuabilidade.

Questão 2. Fala sobre a problemática do tráfego de máquinas que danificam o solo devido ao seu peso. Procura-se a compreensão da relação de proporcionalidade entre pressão e área.

Questão 3. Tem por objetivo que o aluno consiga distinguir o nexos entre pressão, altitude e concentração de oxigênio, usando como situação problema em uma reportagem sobre um jogo de futebol na altitude de La Paz - Bolívia.

Questão 4. Traz como abordagem uma situação rotineira acerca da dificuldade de abrir a porta de um refrigerador imediatamente após fechá-la. Almeja-se que o aluno perceba que isto ocorre devido a diferença de pressão.

Questão 5. Envolve a relação da altura da coluna de líquido com a pressão usando para isso o exemplo da caixa d'água e registro de saída.

Questão 6. Apresenta um experimento onde usa-se dois canudos e um copo com um líquido (um no interior do copo e outro fora, ambos dentro da boca do indivíduo), e no caso da experiência a água não sobe pelo canudo. A expectativa é que o aluno note que isto ocorre devido a diferença de pressão.

A princípio o questionário seria impresso e entregue em aula presencial aos alunos, contudo devido aos problemas enfrentados pela pandemia do coronavírus, e ao fato da instituição de ensino onde foi realizada a aplicação se encontrar com aulas no modo remoto, este foi editado no Google Forms<sup>9</sup> (figura 8) e enviado aos alunos durante a aplicação e realização da aula.

---

<sup>8</sup> Disponível em:

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeTAHpo4sz\\_pRMZNxMBRITnhOzht0GTyXIBUokV7d-KBW776g/viewform?authuser=0](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeTAHpo4sz_pRMZNxMBRITnhOzht0GTyXIBUokV7d-KBW776g/viewform?authuser=0)

<sup>9</sup> Aplicativo para gerenciamento de pesquisas do Google. É usado para pesquisar e coletar informações e também para questionários e formulários de registro. Site: <https://docs.google.com/forms/u/0/>

Figura 8 - Instruções aos alunos no questionário inicial

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Antes do início da avaliação foram retiradas as dúvidas sobre a aplicação, deixando claro aos alunos que não seriam exibidas as soluções das questões para conferência, uma vez que o intuito é, após o estudo dos temas e conceitos nas aulas seguintes, retornar as perguntas e respondê-las novamente a fim de contrapor as respostas anteriores e verificar se o houve assimilação do conteúdo.

#### 4.1.2. SITUAÇÃO INICIAL & SITUAÇÃO PROBLEMA<sup>10</sup>

A aula 01 com título: A Nossa Bomba de Sucção<sup>11</sup>, conta a história, usando quadrinhos, do problema das bombas que não conseguiam tirar água de poços com profundidade maior que 10,33 metros. O planejamento inicial era imprimir a história em quadrinhos e distribuir em aula para cada aluno, a fim de que este pudesse realizar a atividade proposta no seu tempo, seria então analisada a maneira como o aluno interage com a atividade. No entanto com as aulas remotas, estes quadrinhos foram transpostos para um vídeo<sup>12</sup> que está disponível no Youtube<sup>13</sup> (figura 9) de modo a

<sup>10</sup> Passo 3 da UEPS: Situações Problemas Introdutórias

<sup>11</sup> Os quadrinhos da Aula 01: A Nossa Bomba de Sucção estão disponíveis no Apêndice I.

<sup>12</sup> Aula 01: A Nossa Bomba de Sucção, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=l3zWpZMgx->

<sup>13</sup>

Plataforma de compartilhamento de vídeos. Site: <https://www.youtube.com/>

tornar público e de fácil acesso. A história em quadrinhos foi narrada pelo autor para que pudesse ser acessível aos alunos com deficiências visuais.

Figura 9 - Aula 01 disponível na plataforma Youtube.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Na aula é explicada de forma sucinta o funcionamento da bomba de sucção, a qual criaria um "vazio" que é "preenchido" por água. Então o aluno é convidado a realizar o Experimento I – *Minha bomba de sucção*<sup>14</sup>, onde pode ser observado o efeito sobre uma bexiga cheia de ar dentro de um recipiente de vidro quando o ar é "retirado" por uma seringa do mesmo. A princípio a ideia era levar os materiais para que os alunos, divididos em grupos, pudessem montá-lo, entendendo assim sua dinâmica, e realizar o experimento debatendo sobre os resultados observados. Pelos motivos já apresentados o experimento foi filmado, desde o material usado até sua montagem e realização. Antes que pudessem ser apresentados os efeitos foi questionado sobre o que poderia acontecer quando a seringa fosse puxada. Em seguida, o experimento foi realizado e, então, feita as perguntas: *Qual o efeito provocado sobre a bexiga que está dentro do recipiente? Você poderia dizer por que isto acontece?* (figura 10). Os alunos puderam responder essa pergunta pelo formulário disponível no mesmo link do questionário inicial.

Figura 10 - Pergunta sobre os efeitos do Experimento I.

<sup>14</sup> Disponível no Apêndice II, juntamente com o Produto Educacional página 107.

Questionário - Aula 01

Aula 01 - A NOSSA BOMBA DE SUÇÃO 🍷

Sobre o Experimento I. Qual o efeito provocado sobre a bexiga que está dentro do recipiente? Você poderia dizer por que isto acontece?

Sua resposta \_\_\_\_\_

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Após registrada as respostas dos alunos discutiu-se os resultados obtidos. Neste primeiro momento, foi deixado em aberto as conclusões para que o aluno se sinta motivado a buscar a resposta para tal problema no andamento das próximas aulas.

Ainda nesta aula é mostrado a perspectiva do personagem Galileu Galilei sobre o problema, isto gerou grande debate de ideias entre os alunos, e por fim, apresentamos a figura de Evangelista Torricelli como protagonista na busca pela solução do enigma, junto a um convite para estudar outros conceitos e compreender sua interpretação.

#### 4.1.3. EXPOSIÇÃO DIALOGADA SOBRE PRESSÃO<sup>15</sup>

A aula 02<sup>16</sup> foi pensada com o propósito do aluno chegar à relação de proporcionalidade entre força, área e pressão. É apresentado a ele situações como o uso de seringas e agulhas na injeção, um homem sentado sobre uma cama de pregos, uma faca não afiada durante o corte, a prática de boiar na água, e colocado em discussão quais as grandezas estão envolvidas nestes casos (figura 11). Depois disto o aluno pôde dar sua resposta pelo mesmo formulário disponibilizado anteriormente.

Figura 11- Pergunta sobre as grandezas força e área.

<sup>15</sup> Passo 4 e 5 da UEPS: Diferenciação Progressiva e Complexidade

<sup>16</sup> Aula 02: Pressão disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=z7iovFbLaRM> os quadrinhos estão disponíveis no Apêndice I.

Questionário - Aula 02

Aula 02 - PRESSÃO

DOS QUADRINHOS: Você pode notar que neles há sempre uma interação entre dois corpos, e daí poderíamos reconhecer uma grandeza. Qual é esta grandeza?

Sua resposta \_\_\_\_\_

DOS QUADRINHOS: Pode notar também que o espaço de contato é importante. Qual o nome desta grandeza?

Sua resposta \_\_\_\_\_

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Continuamente é apresentado os materiais utilizados e também o desenvolvimento do Experimento II – *Estoura ou não estoura?*<sup>17</sup> onde uma bexiga é pressionada contra várias tachinhas, e depois sobre apenas uma tachinha. A seguir foram feitas as perguntas: *Qual você supõe ser o efeito provocado no primeiro caso? E no segundo?*. Após uma conversa sobre as ideias principais os alunos registraram suas respostas no formulário. O Experimento III - *Equilibrando no balão*<sup>18</sup>, que possui mesma perspectiva do anterior, foi apresentado ao vivo durante a aula, e debatido sobre *Por que as bexigas não estouram?*.

De volta aos quadrinhos o aluno é questionado sobre a proporcionalidade entre força e pressão, e área e pressão. Foi chamado a atenção para as respostas que os mesmos deram durante o debate dos experimentos, e então solicitado que preenchessem o formulário (figura 12).

Figura 12 – Relação entre força, área e pressão.

<sup>17</sup> Disponível no Apêndice II, juntamente com o Produto Educacional página 111..

<sup>18</sup> Disponível no Apêndice II, juntamente com o Produto Educacional página 111.

DOS QUADRINHOS: Quanto maior a força, \_\_\_\_\_ a pressão.

maior

menor

---

DOS QUADRINHOS: Quanto maior a área, \_\_\_\_\_ a pressão

maior

menor

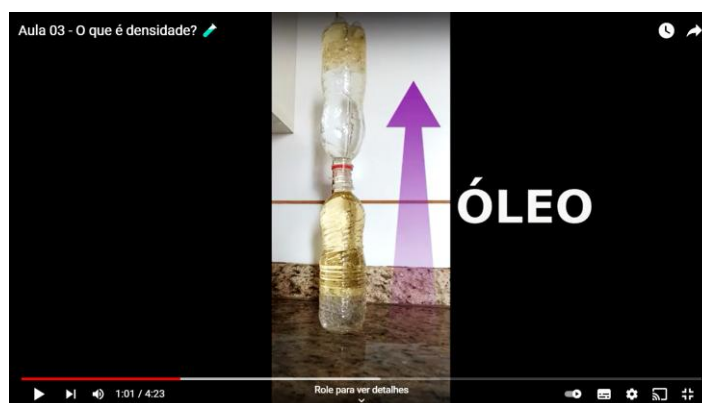
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Assim conclui-se a aula mostrando a equação para o cálculo da pressão, além de ser novamente revisado o exercício número 2 do Questionário Inicial e, junto aos alunos, comparado as novas respostas às anteriores.

#### 4.1.4. EXPOSIÇÃO DIALOGADA SOBRE DENSIDADE E PRESSÃO HIDROSTÁTICA<sup>19</sup>

A aula 03<sup>20</sup> começa com a formulação e explicação do conceito de densidade. Em seguida é apresentado ao aluno o Experimento IV - *Água & Óleo ou Óleo & Água?*<sup>21</sup> (figura 13) onde usando-se dois recipientes, um cheio com água e outro cheio com óleo, coloca-se o recipiente com óleo em cima o que permite os fluídos alternarem suas posições.

Figura 13 - Experimento IV da Aula 03



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

<sup>19</sup> Passo 4 e 5 da UEPS: Diferenciação Progressiva e Complexidade

<sup>20</sup> A Aula 03: O que é densidade? está disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=y2ujG80p598>.

<sup>21</sup> Disponível no Apêndice II, juntamente com o Produto Educacional página 115.

Assim como nos experimentos anteriores o aluno é indagado sobre o que pode ocorrer antes da realização do experimento, depois a pergunta norteadora da atividade é *Como você explicaria o fato da água e o óleo trocarem de lugar?* onde é esperado que o aluno infira sobre a relação da densidade da água e do óleo. A resposta também é registrada no formulário já disponibilizado.

Voltando a história em quadrinhos o tema segue para o estudo da pressão hidrostática, sendo apontado seu vínculo com a aceleração da gravidade local, e com a densidade do fluido. Para poder expressar algebricamente a pressão hidrostática falta verificar a sua associação com a altura da coluna de fluido. Portanto é apresentado o Experimento V – *Onde a pressão da água é maior?*<sup>22</sup>. Usando uma garrafa com furos e cheia de água o aluno pode examinar a pressão do jato d'água em cada ponto e é questionado: *Onde o jato tem maior alcance? Onde a pressão é maior?*. Discute-se após as demonstrações experimentais os resultados e, voltando aos quadrinhos, o aluno deve responder no formulário, como na figura abaixo:

Figura 14-Relação entre pressão hidrostática e altura

The image shows a digital questionnaire form with a blue header and white content areas. The header reads 'Questionário - Aula 03'. Below it, the section title is 'Aula 03 - O QUE É DENSIDADE?'. The first question asks about Experiment III: 'Sobre o Experimento III. Como você explicaria o fato da água e o óleo trocarem de lugar?'. Below the question is a text input field labeled 'Sua resposta'. The second question asks about Experiment IV: 'Sobre o Experimento IV. Observe a variação da intensidade dos jactos de água consoante a sua altura. Onde o jato tem maior alcance? Onde a pressão é maior?'. Below this question is another text input field labeled 'Sua resposta'. The third section is titled 'DOS QUADRINHOS: Quanto maior a altura, \_\_\_\_\_ a pressão.' and contains two radio button options: 'maior' and 'menor'.

---

<sup>22</sup> Disponível no Apêndice II, juntamente com o Produto Educacional página 115.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Por fim é expressa a equação que remete ao cálculo da pressão hidrostática e resolvida novamente as questões 1, 3 e 5, do questionário inicial, comparando as novas respostas às anteriores, observando se os significados estudados foram assimilados.

#### 4.1.5. EXPOSIÇÃO DIALOGADA SOBRE PRESSÃO ATMOSFÉRICA & NOVA SITUAÇÃO PROBLEMA<sup>23</sup>

A aula 04<sup>24</sup>: *A primeira medição da pressão atmosférica* fala sobre a abstração de Torricelli para solucionar o problema da bomba de sucção. Segundo ele a água subia devido à pressão do ar, ou pressão da atmosfera, e não ao "vazio", rompendo dessa forma com o paradigma da época. Para verificar este fenômeno é proposta uma prática experimental - Experimento VI – *Velas submarinas!*<sup>25</sup> - usando um prato, copo, vela e água. Com a água e vela no prato, acendesse a vela e coloca o copo encobrimo-a. É pedido aos alunos suas opiniões sobre o que acontecerá durante esse processo, e depois da realização é perguntado: *Você conseguiria explicar o fato da água subir na copo?*, que deve ser respondido no formulário disponibilizado. Discutiui-se após as demonstrações experimentais os resultados encontrados.

Figura 15 – Experimento IV



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

<sup>23</sup> Passo 6 da UEPS: Reconciliação Integrativa

<sup>24</sup> A aula 04: A primeira medição da pressão atmosférica está disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=4XoYbxjLZIE>

<sup>25</sup> Disponível no Apêndice II, juntamente com o Produto Educacional página 119.

Voltando aos quadrinhos é apresentado ao aluno a interpretação de Torricelli, que propõe ser o valor de 10,33 metros equivalente a pressão de 1 atmosfera. Por isso a água não subia para mais que esta altura, pois era equilibrada pela atmosfera. Assim, ele realizou sua famosa experiência utilizando mercúrio que é cerca de 13,6 vezes mais denso que a água. E neste momento é trabalho do aluno chegar ao valor da medida registrada por Torricelli. A expectativa é que o aluno perceba que sendo a densidade do mercúrio 13,6 vezes maior que da água, a altura da coluna de mercúrio deverá ser 13,6 vezes menor que a da água. Portanto,

$$h = \frac{10,33 \text{ m}}{13,6} \cong 0,76 \text{ m} = 76 \text{ cm}$$

Após ser dado o devido tempo para a solução da tarefa, é retomado o debate sobre as soluções dadas ao primeiro experimento com a pergunta: *Consegue verificar alguma semelhança entre esse experimento e o Experimento I?*. Além disso os exercícios 4 e 6 do questionário inicial são repetidos comparando-se as novas respostas com as anteriores.

Por fim uma nova situação problema é apresentada: *Qual seria a solução para o jardim do Duque?* (figura 16).

Figura 16



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Depois do debate é feita a leitura da última página dos quadrinhos e apresentado a proposta de construção de bomba centrífuga para "empurrar" a água para cima. A *Experiência VII – Uma Bomba para o Duque!*<sup>26</sup>, é a mais elaborada do trabalho, por isso foi utilizado um vídeo<sup>27</sup> mostrando sua produção e execução. A prática carrega

<sup>26</sup> Disponível no Apêndice II, juntamente com o Produto Educacional página 120.

<sup>27</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=2WnOXVZiglg>

a pergunta: *De onde vem a força para jogar a água para o reservatório?*, encerrando a proposta com uma conversa sobre os resultados obtidos.

#### 4.1.6. QUESTIONÁRIO FINAL<sup>28</sup>

A última avaliação estende-se aos conteúdos desta UEPS como densidade, pressão, pressão hidrostática e atmosférica, possibilita uma reflexão das habilidades e dificuldades apresentadas ao longo do projeto. Deve-se lembrar que avaliar não é apenas atribuir uma nota para cada aluno, mas pensar sobre o processo de ensino e aprendizagem e sobre as condições estabelecidas por cada um deles, por isso foi usado exercícios teóricos e algébricos que interrelacionam os conceitos estudados com os debates realizados em sala de aula.

A avaliação final é composta por 10 questões<sup>29</sup> nas quais:

- Questão 1. Aborda o mesmo conteúdo do exercício 1 do questionário inicial sobre a relação de densidade e flutuação dos corpos aprendida na aula 03.
- Questão 2. Envolve os temas pressão, força e área aprendidos na aula 02.
- Questão 3. Trata também das relações entre pressão, força e área. Esta questão foi escolhida devido ao debate levantado pelos alunos em aula.
- Questão 4. Apresenta a relação entre pressão e área com um exemplo trabalhado em aula.
- Questão 5. Fala sobre a relação da pressão atmosférica com a altitude e com a profundidade estudados na aula 03. Esta questão foi escolhida devido ao debate levantado pelos alunos em aula.
- Questão 6. Discute experiências e exemplos sobre a pressão atmosférica, todas mencionadas em sala de aula.
- Questão 7. Pede ao aluno para comparar a pressão no fundo da fossa das Marianas e pressão atmosféricas, relação aprendida na aula 04.
- Questão 8. Retrata os conceitos aprendidos durante a aula 04 sobre a pressão atmosférica.
- Questão 9. É pedido o cálculo da pressão hidrostática no fundo de uma piscina dado a densidade, gravidade, profundidade e pressão atmosférica.

---

<sup>28</sup> Passo 7 da UEPS: Avaliação – Esta foi realizada também durante todas as etapas.

<sup>29</sup> Disponível no Apêndice I, juntamente com o Produto Educacional página 81.

Questão 10. Apresenta a Experiência V e pede que o aluno selecione a alternativa que mostra o efeito sobre a garrafa.

Após a realização do questionário e debate das respostas, foram retiradas as dúvidas sobre conteúdos abordados durante as aulas.

## 5. COLETA DE DADOS<sup>30</sup>

O trabalho foi aplicado em uma escola particular na cidade de Três Rios – RJ, em uma turma do segundo ano do ensino médio com 24 alunos, onde na oportunidade estiveram presentes 19 estudantes. A escola é conhecida pela sua tradicionalidade no ensino, tem 26 anos de história, pequeno porte, e atende alunos do ensino infantil até o ensino médio, nos turnos matutino e vespertino. Possui um bom espaço físico, com salas de aulas espaçosas, quadra, cantina, área aberta, mas não possui laboratórios, biblioteca e nem sala de computação.

A escola atende um público diverso, possui uma mensalidade baixa estando mais acessível, enquadrando alunos de baixo renda com bolsas de estudo. Recebe ainda jovens e crianças que precisam de atendimento especial, tendo uma turma própria para seu acolhimento.

A turma do segundo ano apresenta bom comportamento, não haviam casos de reclamações quanto a conduta dos alunos, o maior obstáculo estava na interação e participação dos alunos na aula. São alunos que não possuem um histórico de envolvimento durante o desenvolvimento das aulas. Essa resistência está também vinculada ao modo remoto, uma vez que a distância prejudicava a interação.

Os alunos foram convidados a participar desse projeto e solicitado a inteira cooperação e envolvimento durante a promoção da aula. Depois da assertividade dos mesmos foi dado início a aplicação da UEPS.

### 5.1. QUESTIONÁRIO INICIAL

A aula começou com uma explicação sobre seus propósitos, o tema, e quais seriam os passos que seguiriam. Foi conversado que, naquele momento, seria aplicado um questionário onde objetivo era entender alguns conceitos iniciais, e também explicado que não apareceriam as respostas pois retomariamos aos exercícios depois do estudo dos conceitos.

Após as explicações e bate papo com os alunos foi enviado, via plataforma digital usado pela escola, o formulário para resolução das questões, sobrando cerca de 35 minutos para isto. Os alunos realizaram a atividade e conforme terminavam foram sendo liberados uma vez depois era horário de intervalo.

---

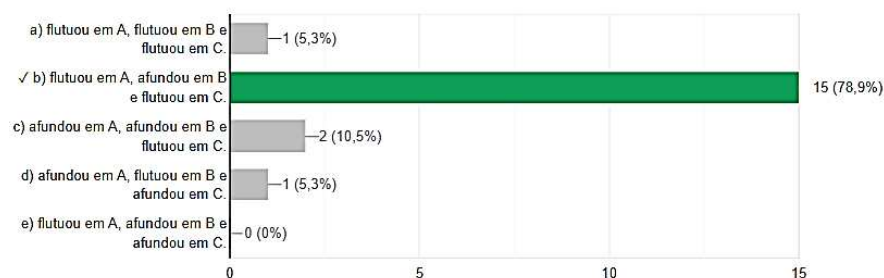
<sup>30</sup> Passo 8 da UEPS: Efetividade

Foi aproveitado o tempo de 15 minutos do intervalo da aula para avaliar as respostas dos alunos, que estão registrados nas figuras abaixo:

Figura 17 - Respostas dos alunos no questionário inicial (na barra verde o número de acertos)

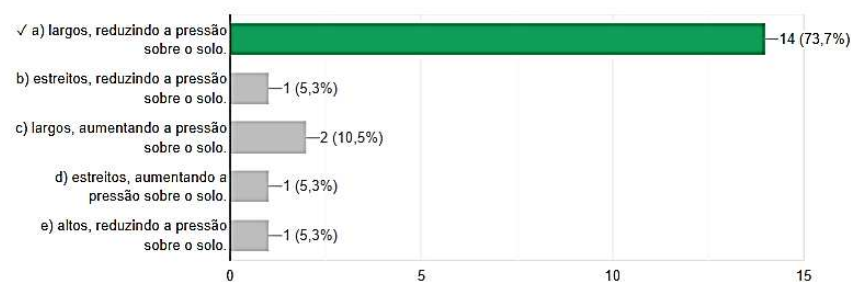
1) (ENEM – PPL 2014) Em um experimento, foram separados três recipientes A, B e C, contendo 200mL de líquidos distintos: o recipiente A continha água, com densidade de 1,00g/mL; o recipiente B, álcool etílico, com densidade de 0,79g/mL; e o recipiente C, clorofórmio, com densidade de 1,48g/mL. Em cada um desses recipientes foi adicionada uma pedra de gelo, com densidade próxima a 0,90g/mL. No experimento apresentado, observou-se que a pedra de gelo

15 / 19 respostas corretas



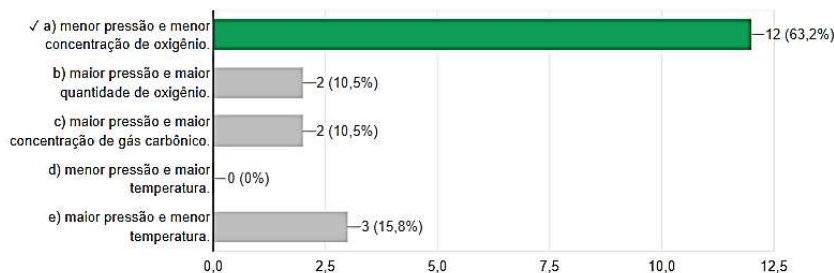
2) (ENEM – 2012) Um dos problemas ambientais vivenciados pela agricultura hoje em dia é a compactação do solo, devida ao intenso tráfego de máquinas cada vez mais pesadas, reduzindo a produtividade das culturas. Uma das formas de prevenir o problema de compactação do solo é substituir os pneus dos tratores por pneus mais

14 / 19 respostas corretas



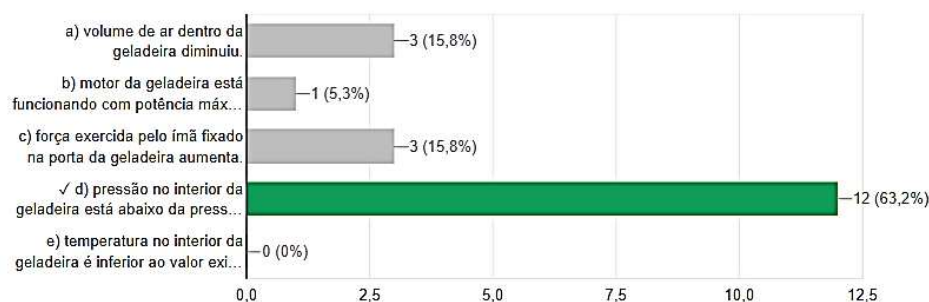
3) (ENEM – 2000) A adaptação dos integrantes da seleção brasileira de futebol à altitude de La Paz foi muito comentada em 1995, por ocasião de um torneio, como pode ser lido no texto abaixo. A seleção brasileira embarca hoje para La Paz, capital da Bolívia, situada a 3.700 metros de altitude, onde disputará o torneio Interamérica. A adaptação deverá ocorrer em um prazo de 10 dias, aproximadamente. O organismo humano, em altitudes elevadas, necessita desse tempo para se adaptar, evitando-se, assim, risco de um colapso circulatório (Adaptado da revista Placar, edição fev.1995). A adaptação da equipe foi necessária principalmente porque a atmosfera de La Paz, quando comparada à das cidades brasileiras, apresenta:

12 / 19 respostas corretas



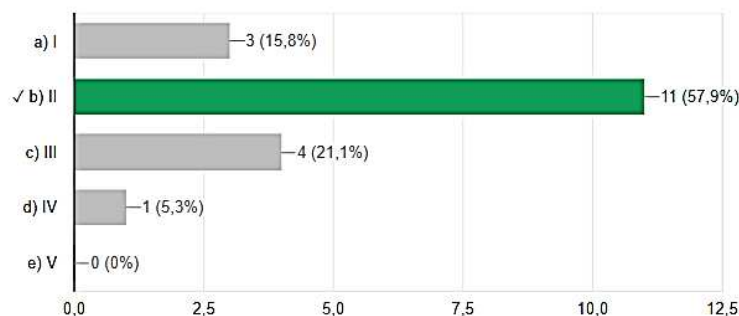
4) (ENEM – 2015) Uma pessoa abre sua geladeira, verifica o que há dentro e depois fecha a porta dessa geladeira. Em seguida, ela tenta abrir a geladeira novamente, mas só consegue fazer isso depois de exercer uma força mais intensa do que a habitual. A dificuldade extra para reabrir a geladeira ocorre porque o

12 / 19 respostas corretas



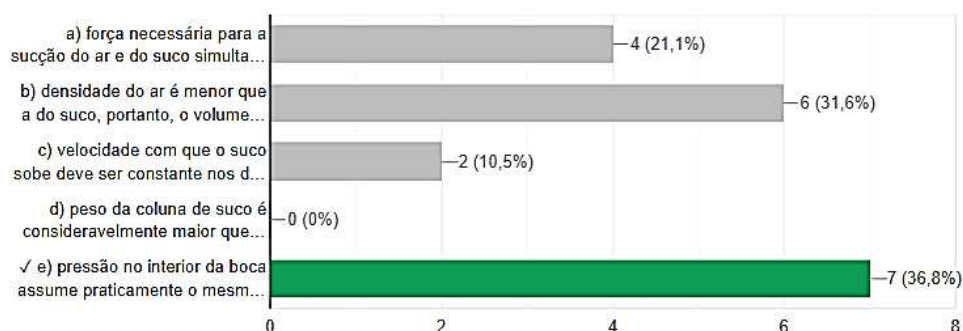
5) (ENEM – 2018 2ª aplicação) A figura apresenta o esquema do encanamento de uma casa onde se detectou a presença de vazamento de água em um dos registros. Ao estudar o problema, o morador conclui que o vazamento está ocorrendo no registro submetido à maior pressão hidrostática. Em qual registro ocorria o vazamento?

11 / 19 respostas corretas



6) (ENEM – 2018) Talvez você já tenha bebido suco usando dois canudinhos iguais. Entretanto, pode-se verificar que, se colocar um canudo imerso no suco e outro do lado de fora do líquido, fazendo a sucção simultaneamente em ambos, você terá dificuldade em bebê-lo. Essa dificuldade ocorre porque o(a)

7 / 19 respostas corretas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Podemos observar que houve um bom aproveitamento nas 5 primeiras questões, havendo maior confusão na questão número 6.



## 5.2. AULA 01

Na aula depois do intervalo foi exibido o vídeo da aula 01. O vídeo foi interrompido para comentário de um aluno que perguntou, logo após da parte que trata sobre a explicação da bomba de sucção, se era o mesmo que ocorreria quando na brincadeira se puxa o ar da tampa da caneta para prender na língua, foi lhe respondido assertivamente. Outro aluno levantou a dúvida sobre o funcionamento do canudo, e lhe foi perguntado sobre como ele usa o produto. Ele então falou que suga o líquido pelo canudo, e por isso ele sobe. Foi então indagado: *"Você puxa o ar dentro do canudo ou o líquido?"*, o aluno respondeu: *"Acho que o ar ... então o processo é o mesmo"*. Não foi falado sobre o conceito de pressão. Sem mais dúvidas deu-se início ao Experimento I, que foi diversas vezes pausado para melhor entendimento da montagem e preparação da prática. Antes que o resultado da atividade fosse mostrado foi perguntado sobre o que aconteceria quando a seringa fosse puxada, um aluno respondeu que a bexiga seria puxada também como a água pela bomba. Pediu-se que ele dissesse como iríamos observar isso na bexiga, o mesmo argumentou que veríamos a bexiga subir. Sucedeu-se então o desenvolvimento do experimento e pedido que todos responde-se no formulário: *Qual o efeito provocado sobre a bexiga que está dentro do recipiente? Você poderia dizer por que isto acontece?* Obteve-se respostas como (figura 18):

Figura 18 - Respostas dos alunos para o Experimento I

|   |
|---|
| Há um aumento do volume da bexiga. Ao retirar o ar de dentro do recipiente, é criado um "vácuo" que deverá ser preenchido. Neste caso, a bexiga assume o papel de preenchê-lo, tendo seu volume aumentado.                                      |
| Quando a seringa é puxada, a bexiga sofre uma expansão dentro do vidro. Pois quando tiramos o ar de dentro do pote, há um aumento na quantidade de ar da bexiga   |
| Quando o êmbolo é puxado ela estica, quando volta ela volta ao estado normal. Pois a pressão dentro da bexiga se torna maior do que a do recipiente   |
| O tamanho da bexiga aumenta conforme ele retira o ar da seringa, e diminuí quando ele volta a seringa ao normal.  |
| Primeiramente ela expandiu e depois quando soltou ela voltou ao normal  |
| Pq teve diferença na quantidade de ar e na pressão do recipiente  |
| Quando puxa a seringa, a bexiga murcha, e quando empurra a bexiga volta ao normal. a pressão no interior do balão se torna por um momento maior que aquela em sua parte externa e o volume do balão aumenta quando puxamos o êmbolo lentamente. |
| Ela murcha quando a seringa é puxada, e quando empurra ela volta ao normal, isso ocorre pq aumenta a quantidade de ar quando a seringa é empurrada, e quando a seringa é puxada ela tira o ar   |
| A bola murcha quando ele puxa a ar da bexiga dentro do recipiente e aumenta a quantidade de ar  |



Visto que houve confusões no efeito provocado na bexiga, o Experimento I foi exibido novamente para que os alunos pudessem observar com calma e assim chegar a conclusão sobre o mesmo. É interessante notar que, associado as respostas que foram dadas no questionário inicial, já existe em alguns a ideia de pressão. Assim que houve assimilação do efeito e da causa, seguiu-se com a aula, alguns alunos perguntaram se as respostas deles estavam corretas e foi dito que a mesma viria com o andamento das aulas. Mostrou-se a problemática do nível da água nos poços, e também a visão de Galileu, neste momento uma aluna disse que não havia entendido sobre a ideia de que *"a natureza tem horror ao vazio"*, respondeu-se a ela que os grandes pensadores da época acreditavam que uma vez retirado o ar de algum lugar a natureza tratava de preenche-lo com alguma coisa. Entendido o pensamento seguiu-se com um convite para estudos de algumas grandezas que dariam suporte na compreensão e solução da situação problema.

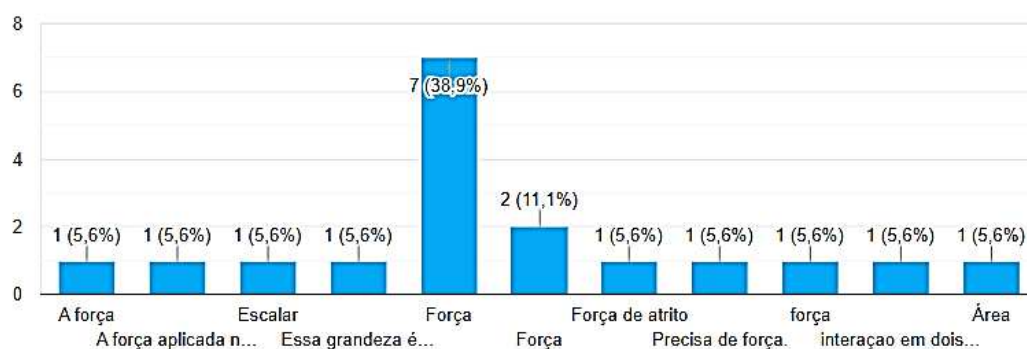
### 5.3. AULA 02

Na semana seguinte a aula começou com a apresentação do conteúdo por vídeo, e onde haviam as perguntas sobre as situações mostradas nos quadrinhos foi dado um tempo para a sinalização positiva ou negativa dos alunos. Um dos alunos comentou que já foi em um espaço de ciências onde tinha a cama de prego, que não se machucou, que sentiu apenas um incômodo. Dando prosseguimento a aula mostra dois casos que refletem as relações de força e área com a pressão. Foi pausado o vídeo e usado os exemplos para criar um debate: *Por que ao tentar ficar "em pé" na água eu afundo, e deitado sobre ela não afundo?* Um aluno respondeu que seria devido a ter mais espaço para a água nos empurrar, ao mesmo tempo outros alunos comentaram que seria devido a área, foi dito então que as duas explicações estavam corretas, que esse espaço é a área. Aproveitando a resposta do aluno foi pedido que se recordassem qual grandeza física o termo empurrar estaria correspondido. Foi passado então para as perguntas dos quadrinhos, cujas as respostas se encontram na figura abaixo:

Figura 19 - Respostas aos quadrinhos da aula 02.

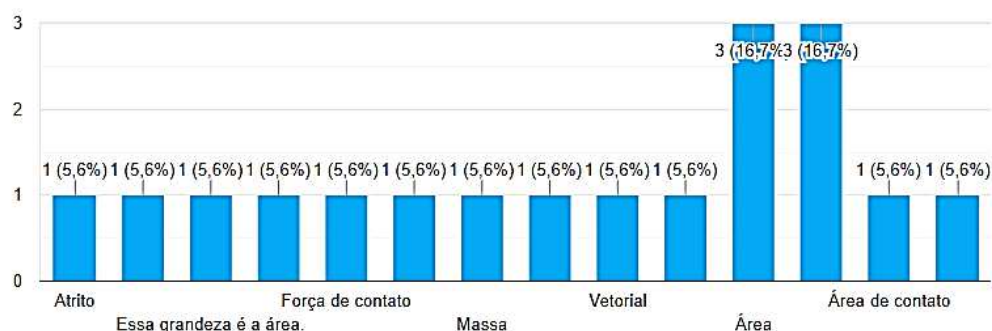
DOS QUADRINHOS: Você pode notar que neles há sempre uma interação entre dois corpos, e daí poderíamos reconhecer uma grandeza. Qual é esta grandeza?

18 respostas



DOS QUADRINHOS: Pode notar também que o espaço de contato é importante. Qual o nome desta grandeza?

18 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Foi então conversado com os alunos que no primeiro caso a grandeza que se relaciona a interação entre os corpos é a força, estando em acordo com a resposta de um que é o empurrar ou puxar. E ainda, como eles tinham comentado, a grandeza relacionada ao espaço de contato é área. Devido algumas respostas estarem em desacordo com o que foi questionado, foi explicado alguns pontos como o que são grandezas escalares e vetoriais. Comentou-se através do quadrinho que pressão está relacionada as grandezas força e área, e que os experimentos viriam para mostrar essa relação.

Após esta parte foi apresentado o experimento II e III. O experimento II foi exibido no vídeo e antes do efeito sobre a bexiga foi perguntado o que aconteceria ao pressioná-la sobre várias tachinhas e também sobre uma tachinha. Os alunos ficaram divididos nas respostas, alguns diziam que a bexiga estouraria nos dois casos, e outros apenas quando fosse forçada sobre uma tachinha. Mostrado a consequência da experimentação os alunos puderam responder à pergunta pelo formulário: *Qual você supõe ser o efeito provocado no primeiro caso?* Podemos observar algumas respostas pela figura abaixo.

Figura 20 - Resposta ao efeito das tachinhas sobre a bexiga

|  |
|--|
| Pressão  |
| Ela explode  |
| Pelo fato de ter somente uma tachinha, o balão estoura, pois quando menor for a área de contato, maior será a pressão  |
| Quando a bexiga é colocada em cima de várias tachinhas, não estoura, já que existe uma maior área de contato que no segundo caso, onde há apenas uma tachinha. |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

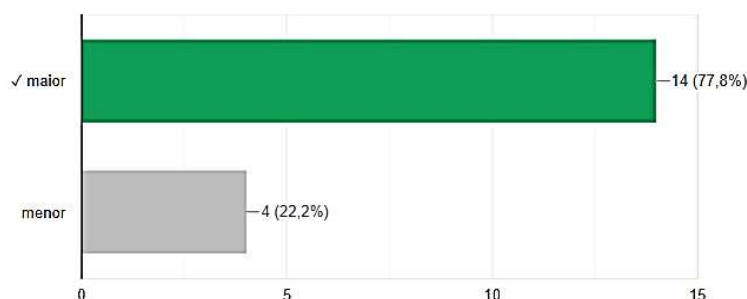
O experimento III foi realizado ao vivo, chamando a atenção dos alunos para que se houvesse um número suficiente de bexigas a área seria grande o suficiente para que elas não estourassem, assim como no experimento II. Um aluno falou: *"Como na cama de pregos né, professor?"*, foi respondido assertivamente. Foi ainda pedido para que os alunos ficassem em pé e questionados: *"O que acontece quando você tira um pé do chão?"*, um aluno respondeu: *"Aumenta a força no outro"*, foi rebatido: *"Mas a força que você exerce sobre o chão é de mesma intensidade que seu peso, se o seu peso não mudou como a força pode ter aumentado? Poderia ser outra grandeza?"*, outro aluno disse prontamente: *"É porque a pressão aumentou"*, foi dito então: *"Exatamente, e quando tiramos um pé do chão estamos alterando a ...?"*, alguns alunos disseram: *"Área"*.

Foi então apresentado as perguntas dos quadrinhos e as respostas estão na figura abaixo.

Figura 21 - Resposta sobre a relação entre pressão, força e área (na barra verde o número de acertos)

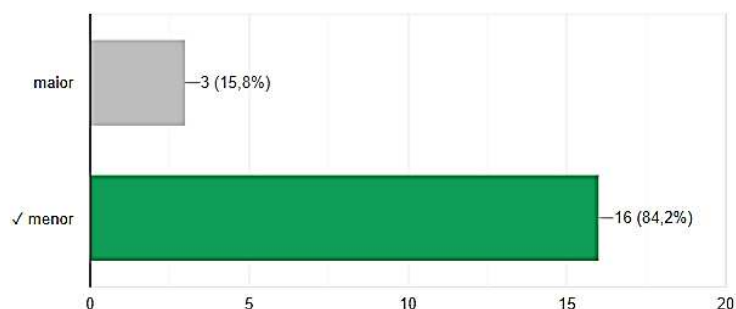
DOS QUADRINHOS: Quanto maior a força, \_\_\_\_\_ a pressão,

14 / 18 respostas corretas



DOS QUADRINHOS: Quanto maior a área, \_\_\_\_\_ a pressão

16 / 19 respostas corretas



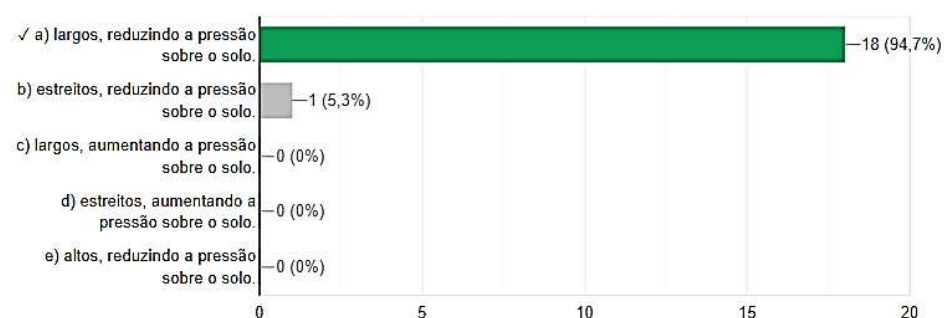
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Foi expresso então a pressão como a razão entre força e área, ou seja, quanto maior a força, maior a pressão, e quanto maior a área, menor a pressão. Explicou-se essa expressão dentro dos experimentos e exemplos dados. Antes de liberar os alunos para o intervalo retornou-se ao exercício 2 do questionário inicial, que neste momento apresenta resolução<sup>31</sup>, e as respostas foram as seguintes (figura 22):

Figura 22 - Novas respostas a questão 02 do questionário inicial (na barra verde o número de acertos)

2) (ENEM – 2012) Um dos problemas ambientais vivenciados pela agricultura hoje em dia é a compactação do solo, devida ao intenso tráfego de máquinas cada vez mais pesadas, reduzindo a produtividade das culturas. Uma das formas de prevenir o problema de compactação do solo é substituir os pneus dos tratores por pneus mais

18 / 19 respostas corretas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

#### 5.4. AULA 03

A aula seguinte começou com a apresentação do conceito de densidade lendo os quadrinhos. Este foi um dos temas que quando apresentado recebeu menos

<sup>31</sup> Disponível em anexo.

questionamentos. Quando perguntados os alunos disseram que já haviam aprendido este conceito nas aulas de química e ciências (ainda no ensino fundamental). Assim, deu-se continuidade com a realização do Experimento IV, apresentado por vídeo, e questionados sobre o que aconteceria depois que a garrafa com água fosse colocada em cima da garrafa com óleo, houve unanimidade nas respostas de que o óleo subiria. Os alunos então puderam responder no formulário a pergunta sobre o experimento: *Como você explicaria o fato da água e o óleo trocarem de lugar?*, cujo resultados podem ser vistos na figura abaixo.

Figura 23 – Respostas ao experimento IV

|  |
|--|
| Óleo e menos denso que a água  |
| Por conta da densidade do óleo ser menor que a da água   |
| O óleo tem menor densidade e sobe  |
| Pelo fato de, a água ser mais densa que o óleo, ela foi para baixo, e de o óleo ser menos denso que a água, ele foi para cima. |
| A densidade da água e do óleo são diferentes ,isto é , o que chamamos de heterogenicas .                                       |
| Isso aconteceu pois a água é mais densa que o óleo.  |
| Pois a densidade da água é mais do que a densidade do óleo.  |
| Pq a agua é mais densa e com isso ela vai para baixo   |
| A água é mais densa que o óleo, logo ela tente a ficar na parte de baixo e olho na parte superior.                             |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Foi dado continuidade a aula trazendo a reflexão aos alunos sobre alguns fatores que influenciariam na pressão de um líquido. Como a relação de pressão e força já foi apresentada, o primeiro questionamento foi: *"Se líquidos diferentes podem ter massas diferentes, para que se tenha uma pressão maior, deveremos ter uma massa maior ou menor?"*, um aluno respondeu de imediato: *"Peso maior"*. Foi então falado: *"Vocês já estudaram sobre a força peso no ano passado. Então sabem que ele é dado pelo produto da massa do corpo e a aceleração da gravidade local. Se quando aumentamos o peso aumentamos a pressão, se aumentarmos a aceleração da gravidade...o que vocês acham que acontece com a pressão?"*, um aluno disse: *"Aumenta também?"*, foi confirmado a resposta. Continuou-se as perguntas: *"Vimos a relação sobre peso, massa e densidade."*

*Então, líquidos com maior densidade apresentam maior ou menor pressão?*", alguns alunos responderam que a pressão seria maior. Leu-se o quadrinho seguinte e apresentou-se o Experimento V. O vídeo foi pausado e perguntado aos alunos como ficaria o jato d'água a sair pelos buracos da garrafa. Não houve consenso. Após a apresentação dos experimentos eles foram perguntados onde o jato teria maior alcance e onde a pressão seria maior, as respostas estão disponíveis na figura a seguir.

Figura 24 - Respostas do Experimento V.

|  |
|--|
| O jato de alcance maior apresenta maior pressão  |
| No furo mais abaixo, embaixo   |
| Na parte mais baixa, no fundo da garrafa   |
| O que tem maior alcance é o do meio. O que tem maior pressão é o último (de baixo).                    |
| Para cima influenciada pela pressão que dá o resultado.  |
| A pressão é maior no buraco de baixo, que também é o que tem mais alcance.                             |
| O jato do fundo da garrafa, a maior pressão é o furo do fundo, que faz com que ele alcance mais longe. |

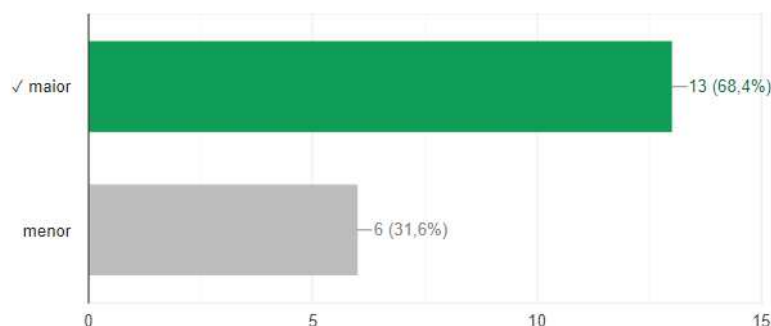
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

A partir daí foi dada sequência a leitura dos quadrinhos, e o aluno teve a possibilidade de responder à pergunta no formulário que relaciona a pressão e a altura da coluna de líquido.

Figura 25 - Respostas sobre a relação da pressão e a altura de fluido. (na barra verde o número de acertos)

DOS QUADRINHOS: Quanto maior a altura, \_\_\_\_\_ a pressão.

13 / 19 respostas corretas



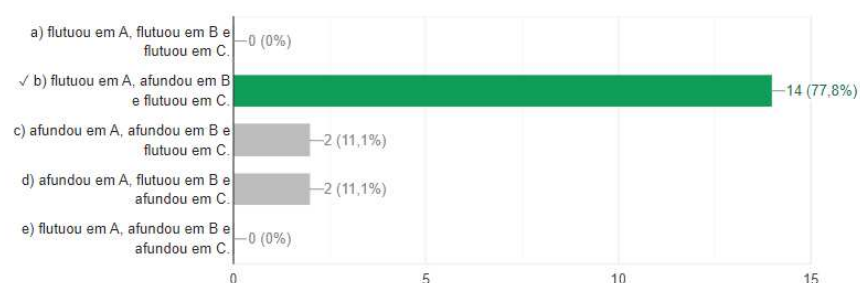
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Foi explicado que a pressão é tão maior quanto for a coluna de fluido e estabelecida a relação da pressão hidrostática com a densidade do fluido, a aceleração da gravidade e a altura da coluna do líquido. Para finalizar a aula os alunos foram convidados a resolver novamente os exercícios 1, 3 e 5 do questionário inicial, os quais apresentam resolução, mas de toda forma foi feito um debate sobre as respostas.

Figura 26 - Novas respostas aos exercícios 1, 3 e 5 do questionário inicial. (na barra verde o número de acertos)

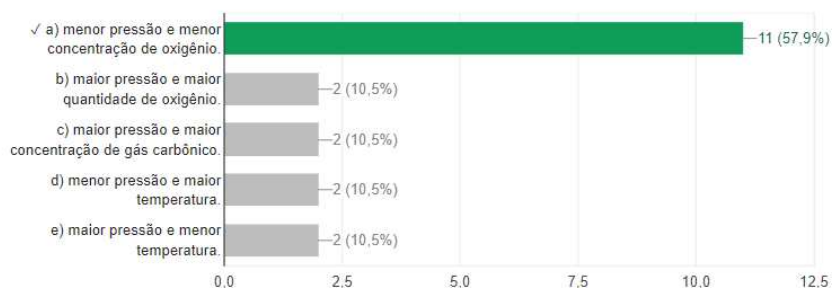
1) (ENEM – PPL 2014) Em um experimento, foram separados três recipientes A, B e C, contendo 200mL de líquidos distintos: o recipiente A continha água, com densidade de 1,00g/mL; o recipiente B, álcool etílico, com densidade de 0,79g/mL; e o recipiente C, clorofórmio, com densidade de 1,48g/mL. Em cada um desses recipientes foi adicionada uma pedra de gelo, com densidade próxima a 0,90g/mL. No experimento apresentado, observou-se que a pedra de gelo

14 / 18 respostas corretas



3) (ENEM – 2000) A adaptação dos integrantes da seleção brasileira de futebol à altitude de La Paz foi muito comentada em 1995, por ocasião de um torneio, como pode ser lido no texto abaixo. A seleção brasileira embarca hoje para La Paz, capital da Bolívia, situada a 3.700 metros de altitude, onde disputará o torneio Interamérica. A adaptação deverá ocorrer em um prazo de 10 dias, aproximadamente. O organismo humano, em altitudes elevadas, necessita desse tempo para se adaptar, evitando-se, assim, risco de um colapso circulatório (Adaptado da revista Placar, edição fev.1995) A adaptação da equipe foi necessária principalmente porque a atmosfera de La Paz, quando comparada à das cidades brasileiras, apresenta:

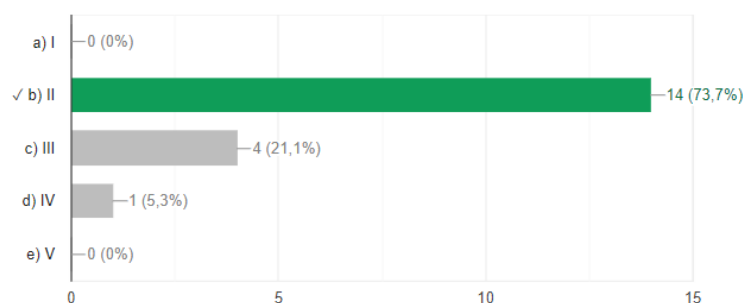
11 / 19 respostas corretas





5) (ENEM – 2018 2ª aplicação) A figura apresenta o esquema do encanamento de uma casa onde se detectou a presença de vazamento de água em um dos registros. Ao estudar o problema, o morador conclui que o vazamento está ocorrendo no registro submetido à maior pressão hidrostática. Em qual registro ocorria o vazamento?

14 / 19 respostas corretas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

### 5.5. AULA 04

O último encontro começou com a leitura dos quadrinhos, disponível no vídeo, explicando de forma simplificada, a interpretação de Torricelli para a solução da bomba de sucção e convidando o aluno para a realização do Experimento VI. Após a apresentação foi perguntado aos alunos: *Você conseguiria explicar o fato de a água subir no copo?*, e algumas respostas podem ser vistas na figura abaixo.

Figura 27 - Resposta ao Experimento VI.

A água sobe por causa que a pressão interna fica menor que a pressão atmosférica fazendo que a água sobe

Pressão atmosfera empurra a água pra cima

A pressão dentro do copo diminuiu e a pressão atmosférica empurrou a água

A pressão após a queima do gás fica menor que o meio externo e puxa o líquido

A pressão atmosférica empurra a água para dentro da garrafa

A pressão atmosférica aumenta

Isso ocorre pois a pressão atmosférica empurra a água pra cima

A pressão feita pela sucção retira o ar do canudo, fazendo a pressão atmosférica empurrar o líquido pra cima.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Foi debatido o resultado do experimento e também feito algumas associações com casos do dia a dia, como por exemplo o uso de canudos. Seguiu-se com a leitura dos quadrinhos e mostrado a experiência de Torricelli. Após a apresentação dos conceitos



físicos relevantes foi feita a afirmação: *O mercúrio é cerca de 13,6 vezes mais denso que a água, logo podemos concluir que uma atmosfera equivale a \_\_\_\_\_ metros de mercúrio*, onde o aluno pôde responder no formulário.

Figura 28 - Respostas dadas aos dados obtidos por Torricelli.

|  |
|--|
| 0,0756 m   |
| 0,756 metros e 76 cm   |
| Aproximadamente 0,759m   |
| 0,756 metros   |
| $0,75 \times 100 = 75$   |
| $0,756 \text{ m} = 76 \text{ cmltg}$   |
| 0,76   |
| $D_{hg} \cdot g \cdot H_{hg} = D_{h2o} \cdot g \cdot H_{h2o}$ . Assim, $13,6 \cdot g \cdot H_{hg} = 1 \cdot g \cdot 10,33$ . $H_{hg} = 0,760$ metros. Desse modo, uma atmosfera equivale a 0,760 metros de mercúrio. |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Foi discutido os resultados obtidos, e também se os alunos conseguiam verificar alguma semelhança entre esse experimento e o Experimento I, obteve-se respostas como as seguintes:

Figura 29 - Novas respostas ao Experimento I.

|   |
|---|
| Ao retirar o ar do frasco, cria-se uma área de baixa pressão, que será preenchida pela bexiga.                |
| a pressão no pote diminui   |
| Pela pressão dentro do recipiente ser menor do que a que estava dentro da bexiga, ela se expandir             |
| é o aumento e diminuição da pressão dentro do recipiente  |
| Quando puxa a seringa a pressao diminui, e a quando empurra a pressao aumenta e com isso a bexiga aumenta tbm |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Deu-se sequência a leitura da história em quadrinhos e debatido sobre qual seria a solução para o jardim do Duque. As respostas foram muito semelhantes dizendo que seria necessário um motor. Foi então continuada a leitura da história em quadrinhos e finalizada com a apresentação da realização do Experimento VII, o qual inicialmente foi

pensada como uma atividade para ser pedida aos alunos para realizar em casa. Em seguida, perguntou-se aos alunos: *De onde vem a força para jogar a água para o reservatório?*. As respostas podem ser observadas na figura 30.

Figura 30 - Resposta ao Experimento VII

|                     |
|---------------------|
| Do motor            |
| Do motor            |
| Motor               |
| Vem do motor        |
| Do motor.           |
| Vem direto do motor |

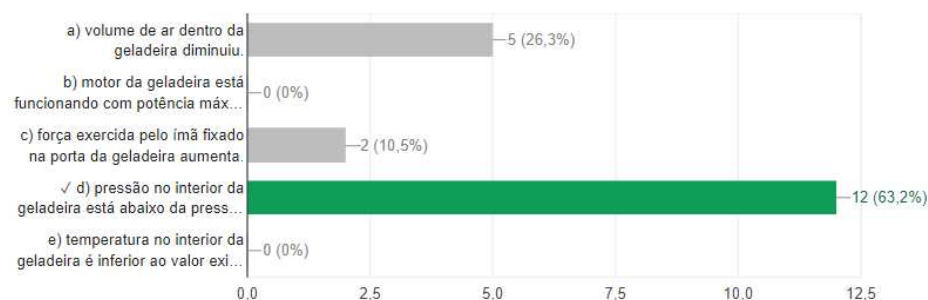
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Discutiu-se após as demonstrações experimentais os resultados, em seguida comparou-se os pensamentos dos alunos sobre eles. Foi também resolvido novamente os exercícios 4 e 6 do questionário inicial e conversado sobre as respostas, logo depois os alunos foram liberados para o intervalo.

Figura 31 - Novas respostas aos exercícios 4 e 6 do questionário inicial. (na barra verde o número de acertos)

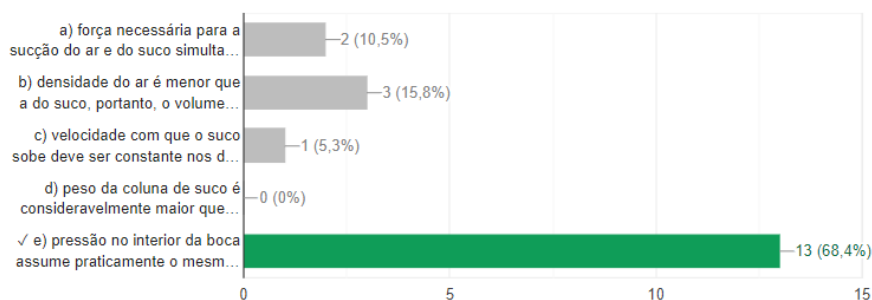
4) (ENEM – 2015) Uma pessoa abre sua geladeira, verifica o que há dentro e depois fecha a porta dessa geladeira. Em seguida, ela tenta abrir a geladeira novamente, mas só consegue fazer isso depois de exercer uma força mais intensa do que a habitual. A dificuldade extra para reabrir a geladeira ocorre porque o

12 / 19 respostas corretas



6) (ENEM – 2018) Talvez você já tenha bebido suco usando dois canudinhos iguais. Entretanto, pode-se verificar que, se colocar um canudo imerso no suco e outro do lado de fora do líquido, fazendo a sucção simultaneamente em ambos, você terá dificuldade em bebê-lo. Essa dificuldade ocorre porque o(a):

13 / 19 respostas corretas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

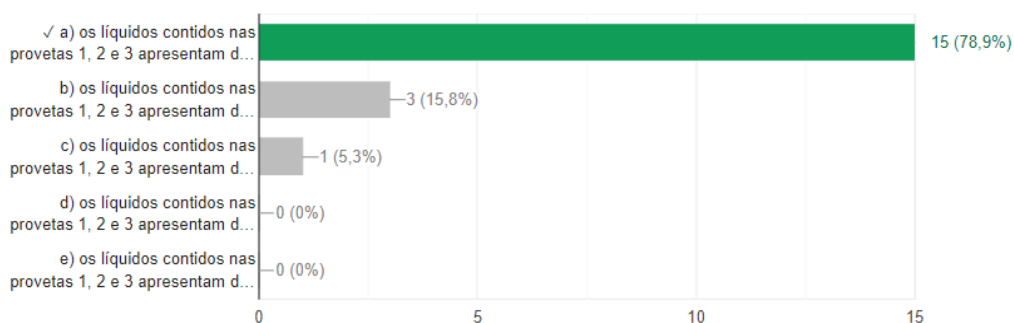
## 5.6. QUESTIONÁRIO FINAL

Após o intervalo de aula os alunos retornaram para a avaliação final, foi explicado o intuito desta atividade e também como seria se desenvolveria. As respostas registradas encontram-se a seguir.

Figura 32 - Respostas do questionário final. (na barra verde o número de acertos)

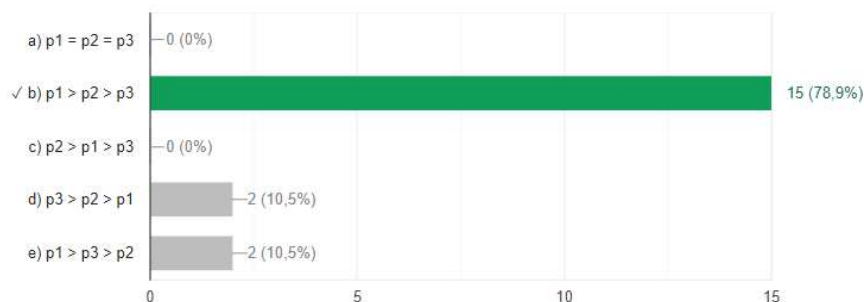
1) (UFPE) Para identificar três líquidos – de densidades 0,8, 1,0 e 1,2 – o analista dispõe de uma pequena bola de densidade 1,0. Conforme as posições das bolas apresentadas no desenho a seguir, podemos afirmar que:

15 / 19 respostas corretas



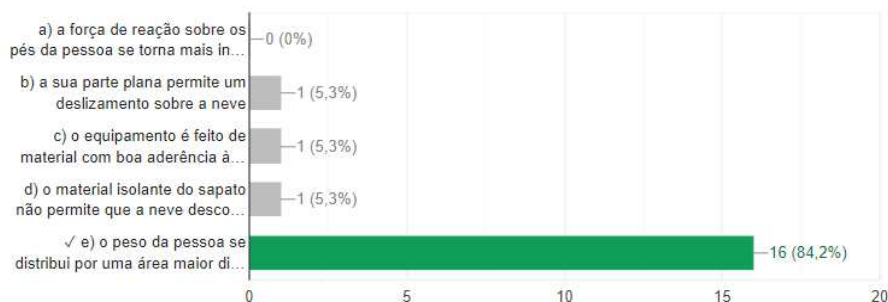
2) Sobre o tampo de uma mesa estão presentes três objetos de formatos diferentes, mas de massas idênticas ( $M_1 = M_2 = M_3$ ), como na imagem a seguir. A pressão que exercem sobre o tampo da mesa são, respectivamente  $p_1$ ,  $p_2$  e  $p_3$ . Qual é a relação entre as pressões exercidas sobre a mesa?

15 / 19 respostas corretas



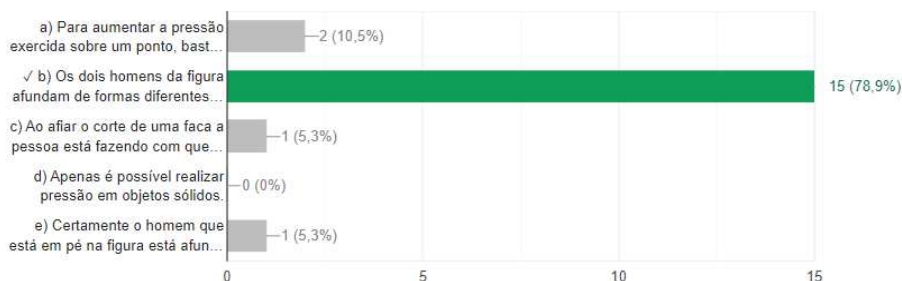
3) As pessoas residentes ou visitantes de países frios e que gostam de caminhar sobre a neve, quando o fazem não dispensam o snowshoe, ou sapato de neve ou raquete (pelo formato), como esse mostrado na figura. Com o uso desses "sapatos", ou raquetes, evita-se o afundamento dos pés na neve porque

16 / 19 respostas corretas



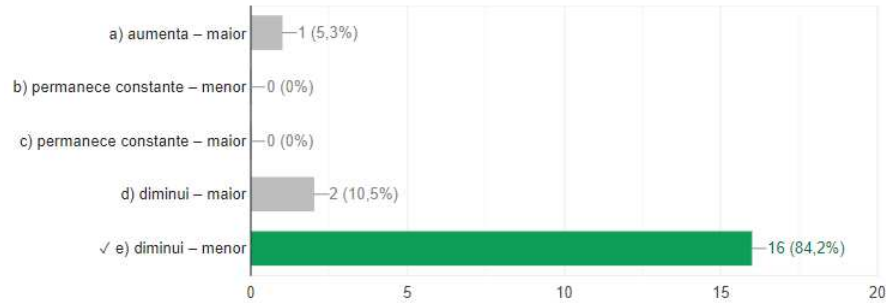
4) Uma das grandezas mais conhecidas do cotidiano das pessoas, a pressão é dada pela razão entre a força aplicada e a área onde essa força está sendo aplicada. Com o entendimento dessa simples relação matemática  $p = F/A$  é possível compreender diversos fenômenos do dia a dia, desde o porquê de a agulha das seringas serem bem finas e a importância de se afiar o corte de uma faca, até a necessidade de se colocar vários pilares em pontos estratégicos para sustentar um prédio. Observe a figura abaixo, que exemplifica bem esse conceito. Disponível em: <<http://www.fisica.net/hidrostatica/pressao.php>>. Acesso em: 25 mar. 2017. Na figura acima, dois homens estão sobre uma região de areia movediça. Enquanto o homem da esquerda diz que está afundando rápido o homem da direita diz que está afundando devagar. Analisando as opções abaixo, marque a alternativa correta sobre o conceito de pressão mostrado na figura.

15 / 19 respostas corretas



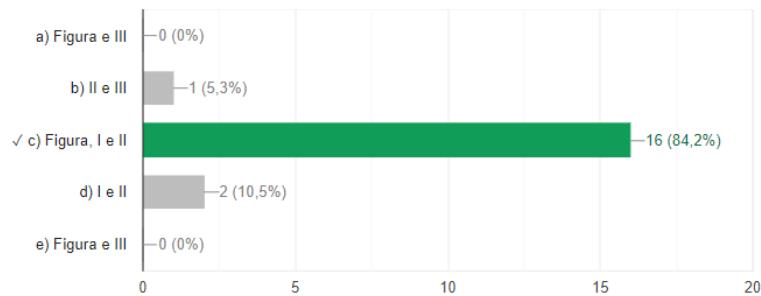
5) Selecione a alternativa que apresenta as palavras que preenchem corretamente as lacunas nas afirmações seguintes: I - Na atmosfera terrestre, a pressão atmosférica ..... à medida que aumenta a altitude. II - No mar, a pressão na superfície é ..... do que a pressão a dez metros de profundidade.

16 / 19 respostas corretas



6) Sabemos que é de suma importância a utilização, nas aulas de Física, de experimentos que tenham por finalidade auxiliar os alunos no entendimento de determinado assunto. Sendo assim, em suas aulas o professor deve sempre elaborar algumas experiências simples que podem auxiliá-lo na explicação do conteúdo e despertar o interesse por parte dos alunos pelo assunto estudado. A figura acima mostra um experimento bastante conhecido e simples de fazer. Ele consiste em encher um copo com água até a superfície e colocar um pedaço de papel sobre a boca do copo (figura da esquerda). Até aí nada demais, mas ao virar o copo para baixo (figura da direita) percebe-se que o papel por algum motivo consegue segurar toda a água que tem dentro do copo. Analise as situações abaixo e em seguida faça o que se pede. I - Tomar refrigerante pelo canudinho. II - A porta da geladeira fica mais presa quando ela é fechada e sai um pouco de ar pelos furinhos da borracha. III - Uma pessoa sente uma pequena pressão nos ouvidos quando está mergulhando. Analisando a situação da figura e as situações acima, marque a alternativa que traz quais fenômenos podem ser explicados pelo conceito de pressão atmosférica.

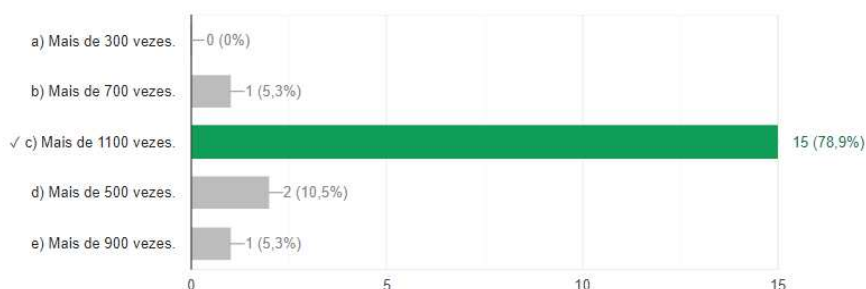
16 / 19 respostas corretas





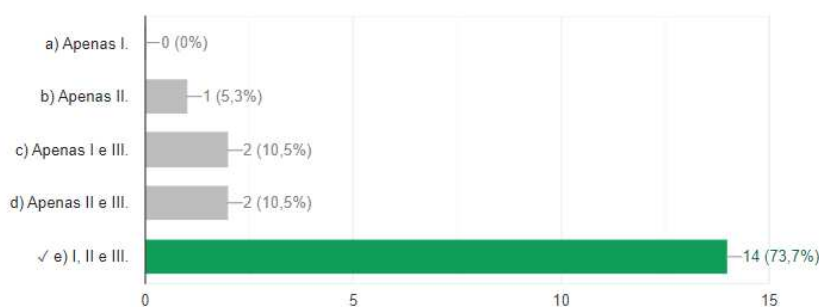
7) Para quem é fanático por mergulho ou gosta dos mistérios profundos dos oceanos, é impossível deixar de conferir um lugar muito sinistro que existe no planeta Terra. Localizado no Oceano Pacífico (próximo as Ilhas Marianas, na fronteira entre as placas tectônicas do Pacífico e das Filipinas), o local é chamado de a Fossa das Marianas, chegando a atingir a profundidade de 11.034 metros. Para se ter uma ideia, a figura acima mostra o Empire State, um dos maiores prédios do mundo, como um simples palitinho comparado à imensa profundidade da fossa das Marianas. Até mesmo o gigantesco Monte Everest, com seus mais de 8 mil metros caberia totalmente dentro da fossa e ainda sobraria mais de 3 mil metros. No entanto, por ser uma região extremamente profunda, pouquíssimas foram as vezes em que o homem foi a esse lugar, uma vez que a pressão é gigantesca nessa profundidade. Considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e a densidade da água igual a  $1000 \text{ kg/m}^3$ , determine quantas vezes a pressão no fundo da fossa das Marianas é maior que a pressão atmosférica com a qual as pessoas estão acostumadas.

15 / 19 respostas corretas



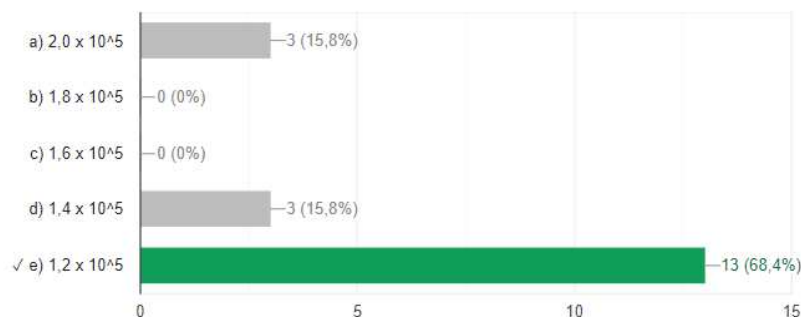
8) (UFRGS-RS) A ideia da existência da pressão atmosférica surgiu no século XVII. Até então, o comportamento dos fluidos era explicado com base na teoria aristotélica, segundo a qual a natureza tem "horror ao vácuo". Por exemplo, de acordo com essa teoria, um líquido não escorre do recipiente, a menos que entre ar no lugar do líquido que sai. Se o ar não puder entrar e, por hipótese, o líquido sair, vai formar-se vácuo no interior do recipiente; portanto, como a natureza tem "horror ao vácuo", o líquido não sai. Torricelli duvidou dessa teoria e a refutou através de um celebre experimento com o qual demonstrou, entre outras coisas, que a natureza não tem "horror ao vácuo", como bem sabemos nos dias de hoje. Partindo da ideia de que existe uma pressão atmosférica, ele lançou uma nova teoria que implicava, entre outras, as seguintes afirmações. I. A camada de ar que envolve a Terra exerce peso sobre ela. II. Devido ao efeito da gravidade, a densidade do ar é maior ao nível do mar do que a grandes altitudes. III. A pressão atmosférica é maior ao nível do mar do que a grandes altitudes. Quais dessas afirmações são hoje aceitas como corretas?

14 / 19 respostas corretas



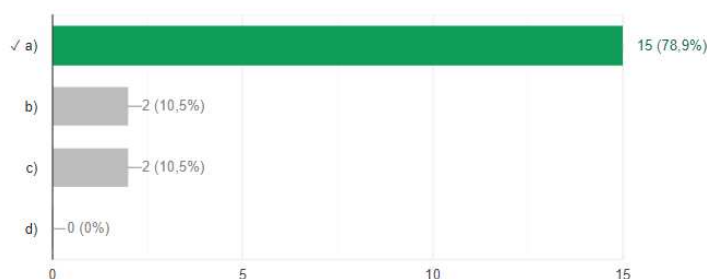
9) (Fatec-SP) Uma piscina possui 10 m de comprimento, 5,0 m de largura e 2,0 m de profundidade e está completamente cheia de água. (Dados: densidade da água =  $1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ; pressão atmosférica local =  $1,0 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ ; aceleração da gravidade local =  $10 \text{ m/s}^2$ ). A pressão no fundo da piscina, em  $\text{N/m}^2$ , vale:

13 / 19 respostas corretas



10) (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. Uma experiência simples pode ser realizada, até mesmo em casa, para verificar esse princípio e a influência da pressão atmosférica sobre fluidos. São feitos três furos, todos do mesmo diâmetro, na vertical, na metade superior de uma garrafa plástica de refrigerante vazia, com um deles a meia distância dos outros dois. A seguir, enche-se a garrafa com água, até um determinado nível acima do furo superior; tampa-se a garrafa, vedando-se totalmente o gargalo, e coloca-se a mesma em pé, sobre uma superfície horizontal. Abaixo, estão ilustradas quatro situações para representar como ocorreria o escoamento inicial da água através dos furos, após efetuarem-se todos esses procedimentos. Assinale a opção correspondente ao que ocorrerá na prática.

15 / 19 respostas corretas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Após terminarem a resolução dos exercícios foram apresentadas as respostas e retiradas as dúvidas. Agradeceu-se a participação de todos os alunos e pediu-se a eles um feedback sobre essa proposta de aula, foram então ouvidos comentários como: "...foi mais legal assim", "eu gostei", "não ficou cansativa a aula", "aprendi melhor desse jeito", "... gostei dos debates", entre outros.

## 6. ANÁLISE DE DADOS

No questionário inicial observa-se um bom aproveitamento dos alunos quanto aos conceitos básicos de pressão e densidade, visto as respostas nos exercícios 1, 2, 3 e 4, o que indica um legítimo conhecimento prévio dos alunos para as aplicações dessas grandezas físicas no seu cotidiano. É observado ainda, pelas respostas dos exercícios 5 e 6, uma confusão sobre qual a relação entre a pressão e altura da coluna de fluido e também das consequências da diferença de pressão.

Na aula 01 a aplicação do experimento I mostra que alguns alunos buscaram associar o fato da bexiga inflar a mesma explicação da água subir pela bomba de sucção, o que é plausível dentro da abordagem histórica apresentada. Na aula 02 pode ser visto na figura 19 que os quadrinhos e os experimentos trouxeram bons resultados sobre o entendimento das grandezas físicas envolvidas no estudo da pressão e suas relações, resultado comprovado pelo melhor aproveitamento na nova resolução do exercício 2 do questionário inicial.

Os resultados alcançados no início da aula 03, a partir do experimento V, demonstram que os alunos carregavam um bom conceito sobre densidade. E ainda, que a relação de pressão e altura da coluna de fluido foi assimilada pelos alunos quando observados os novos resultados do exercício número 5. É importante ressaltar que alguns estudantes não responderam todas as questões, o que poderia figurar um rendimento menor em outras questões.

Já na aula 04, pode-se notar um avanço na percepção dos alunos sobre os efeitos provocados pela diferença de pressão quando inspecionadas as respostas do experimento VI. Na figura 28, observamos que os alunos conseguiram chegar ao cálculo da altura da coluna de mercúrio depois de apresentados as grandezas físicas relevantes para tal fim. Ao ser refeito a pergunta no tocante do experimento I, somos capazes de distinguir as novas respostas com as expostas anteriormente, demonstrando assim um novo olhar físico para a situação problema inicialmente apresentada. A nova situação problema (solução para o jardim do Duque) também apontou respostas satisfatórias, bem como as novas soluções do exercício 6 que possuía maior divergência de respostas.

Por fim, o questionário final demonstrou um aproveitamento melhor aquele verificado no questionário inicial, trazendo, portanto, uma validação do projeto apresentado. Vale ressaltar que a dinamicidade proporcionada pela UEPS permitiu resgatar alunos que antes estavam desmotivados e distantes do processo de ensino e aprendizagem. Através dessa abordagem, os estudantes foram estimulados a participar ativamente da aula e a



desenvolver habilidades de resolução de problemas, o que contribuiu para seu engajamento e aprendizado.

## 7. CONCLUSÃO

O propósito deste trabalho consistia em desenvolver uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) que motivasse os estudantes a aprender sobre pressão atmosférica através da história da física, empregando Histórias em Quadrinhos (HQs) e experimentos de baixo custo. Ao final, os alunos seriam capazes de calcular a altura da coluna de mercúrio medida por Torricelli em sua experimentação famosa, aplicando-a em situações do cotidiano escolar.

Houve uma dificuldade na implantação do projeto inicial dada as consequências que a pandemia da Covid-19 trouxe à área da educação. Esses problemas foram contornados usando as mídias digitais, como a plataforma de vídeos Youtube e o aplicativo de gerenciamento de pesquisa Google Forms, o que, de sobremaneira, valorizou o desenvolvimento do projeto, tornando-o mais contemporâneo e moderno. Entretanto, a impossibilidade de manusear os experimentos e a redução das possíveis interações das aulas presenciais, foram perdas consideráveis, para o nosso planejamento.

O desenvolvimento da UEPS trouxe bastante dinâmica a aula, a qual conseguiu resgatar alunos que por vezes estavam distantes do processo de ensino e aprendizagem. A história da física foi fundamental para a criação de um enredo onde podia ser observado a construção do conhecimento científico, que, juntamente com a HQ, trouxe o aluno para este contexto e o colocou como protagonista desta narrativa. As previsões e resultados obtidos no desenvolvimento dos experimentos de baixo custo foram igualmente essenciais para a criação de um debate que explorou todo conhecimento prévio do aluno propiciando um conflito entre os saberes populares e científicos.

Percebeu-se um maior interesse pelas atividades desenvolvidas, mesmo não sendo presencialmente, pode-se notar a maior participação durante a aula. Durante o desdobramento do projeto foi notado a preocupação dos alunos com as respostas que apresentavam, em geral a maior parte deles estavam determinados a acertar, o que gerou, durante toda realização, muitas perguntas a respeito das soluções.

Além disso pode ser relatado também, como ápice da participação dos alunos, as perguntas feitas fora do horário de aula, via plataformas de envio de mensagens instantâneas, sobre outros experimentos de hidrostática cujo efeitos estavam associados ao trabalhados no projeto. Um aluno, por exemplo, realizou sozinho em casa o experimento V e observou que fazendo apenas um furo na garrafa e tampando-a a água não saía, e com dois furos a água vazava por apenas um local, enquanto no outro o ar entrava na garrafa. Foi devidamente explicado ao aluno o fato de que com a garrafa

tampada (daí poderia ser "ignorado" a pressão atmosférica) a pressão da coluna de água no furo era menor que a pressão atmosférica (neste momento já era sabido a relação entre 1 atm e 10,33 m.c.a), por isso a água não saía, além disso quando havia dois furos a diferença de pressão era responsável pela água sair pelo ponto onde a pressão hidrostática é maior (maior altura da coluna de água). Aproveitando o entusiasmo do aluno, foi pedido que este repetisse a experiência da garrafa com mais de um furo e que com ela tampada virasse a garrafa na posição horizontal e permanecesse parado, e em seguida, trouxesse uma explicação para o que ocorreu. Este aluno no mesmo dia disse que a água não saiu por nenhum furo e concluiu corretamente não haver diferença de pressão entre os pontos.

Outro aluno, depois de realizado o experimento VI, enviou mensagem comentando de outro experimento que dizia ter visto um ovo entrar na garrafa, foi pedido que tentasse realizar a atividade e enviasse uma solução para o fenômeno. Posteriormente o aluno disse que para realizar o experimento precisou cozinhar o ovo, e o que acontecia era que ao jogar um fósforo aceso dentro da garrafa isso fazia a pressão no interior dela diminuir e assim a pressão atmosférica empurrava o ovo para dentro, exatamente como abordado em aula.

Em geral, os desempenhos foram satisfatórios. Os alunos participaram ativamente do projeto e demonstram ter assimilados os conceitos físicos abordados na UEPS, sempre tendo papel principal no processo de aprendizagem, seja nos debates, nas previsões dos fenômenos, nas práticas experimentais, foi possível observar uma física além de fórmulas lacônicas que em nada faz sentido no seu contexto social, contudo foi visto uma física real, mais próxima ao seu dia-a-dia, em constante construção, sendo ele capaz de compreender e produzir o conhecimento científico tão importante para os avanços da sociedade.

A UEPS é inteiramente adaptada a outras habilidades e competências, o que pode alterar a quantidade de aulas. Possui metodologia e materiais acessíveis. Foi elaborada de modo a inspirar outras construções e interpretações visto que a conclusão de uma história depende de quem a conta.

Diante de todo o exposto, espera-se que este projeto possa contribuir frente ao grande debate sobre as práticas escolares. Esta proposta passou por vários ajustes de modo a se adaptar com as realidades que a educação viveu, e ainda vive, ao longo dos últimos dois anos de pandemia, evidentemente que nada além do papel social transformador que esperamos dela.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, R, (2001) – **A Escola que sempre sonhei sem imaginar que pudesse existir** – Campinas, SP: Ed. Papirus.
- ARRIBAS, D. S, (1998). **Experiências de Física ao Alcance de Todas as Escolas**. Rio de Janeiro, FAE. P., p.146.
- AUSUBEL, D.P, (1968). **Educational psychology – a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston. 685p.
- AUSUBEL, D.P, (2000) **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 212p.
- BARBOSA, A. **Os quadrinhos no ensino de Artes**. In: RAMA, Angela;
- BASSALO, J. M. F, (1996). **Nascimentos da Física**. Revista Brasileira de Ensino de Física. v.18, n.2.
- BRASIL (2006). Ministério da Educação-MEC, Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília.
- BRASIL (1996). **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei número 9394, 20 de dezembro.
- BRASIL (1998). **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs)**. Introdução: Ensino Fundamental. Brasília: MEC/SEF.
- Buzan, T. & Buzan, B, (1994). **The mind map book**. New York, NY: Dutton Books. 320p.
- CHASSOT, A, (2003). **Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão**. Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro, v. 22 , p. 89 – 100.
- CONANT, B. J, (1947). **Como compreender a ciência**. São Paulo: Cultrix. 178 p.
- EL-HANI, C. N, (2006). **Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior**. In: Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J, (2016). **Fundamentos de Física: volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC.
- MARCONDES, M. E. R, (2008). **Proposições metodológicas para o Ensino de Química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência**. Revista em extensão, Uberlândia, vol. 7.
- MASON, S. F, (1964). **História da Ciência: As principais correntes do pensamento científico**. Rio de Janeiro – Porto Alegre – São Paulo: Globo, 1. ed., 527p.

MORAES, R. & GALIAZZI, M. C, (1986). **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: UNIJUÍ. 2007.

MORAIS, R. de. **O que é Ensinar?** São Paulo: EPU.

MORÁN, J, (2015). **Mudando a educação com metodologias ativas**. Coleção mídias contemporâneas. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens, v. 2, n. 1, p. 15-33.

MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS**. In: Silva, M. G. L.; Mohr, A. & Araújo, M. F. F. (2012). **Temas de ensino e formação de professores de ciências**. Natal/RN: EDUFRN.

OLIVEIRA, L. D, (2009). **A História da Física como elemento facilitador na aprendizagem na Mecânica dos Fluidos**. Rio Grande do Sul: Porto Alegre.

## 9. APÊNDICE I

### 9.1.QUESTIONÁRIO INICIAL

- 1) (ENEM – PPL 2014) Em um experimento, foram separados três recipientes A, B e C, contendo 200mL de líquidos distintos: o recipiente A continha água, com densidade de 1,00g/mL; o recipiente B, álcool etílico, com densidade de 0,79g/mL; e o recipiente C, clorofórmio, com densidade de 1,48g/mL. Em cada um desses recipientes foi adicionada uma pedra de gelo, com densidade próxima a 0,90g/mL.

No experimento apresentado, observou-se que a pedra de gelo

- a) flutuou em A, flutuou em B e flutuou em C.
- b) flutuou em A, afundou em B e flutuou em C.
- c) afundou em A, afundou em B e flutuou em C.
- d) afundou em A, flutuou em B e afundou em C.
- e) flutuou em A, afundou em B e afundou em C.

#### Feedback das respostas corretas



Substâncias mais densas tendem a afundar em substâncias menos densas e substâncias menos densas tendem a flutuar em substâncias mais densas, portanto: Gelo flutuou em A, afunda em B e flutua em C.

- 2) (ENEM – 2012) Um dos problemas ambientais vivenciados pela agricultura hoje em dia é a compactação do solo, devida ao intenso tráfego de máquinas cada vez mais pesadas, reduzindo a produtividade das culturas. Uma das formas de prevenir o problema de compactação do solo é substituir os pneus dos tratores por pneus mais
- a) largos, reduzindo a pressão sobre o solo.
  - b) estreitos, reduzindo a pressão sobre o solo.
  - c) largos, aumentando a pressão sobre o solo.
  - d) estreitos, aumentando a pressão sobre o solo.
  - e) altos, reduzindo a pressão sobre o solo.

## Feedback das respostas corretas



A pressão deve ser reduzida para prevenir o problema da compactação do solo. A pressão (P) é calculada pela razão entre a força normal aplicada (F) e a área de aplicação (A),  $P = F/A$ . Sendo a alteração no tamanho dos pneus, estes devem ser mais largos para que aumente a área de aplicação da força e reduza a pressão. A altura do pneu não está relacionada à pressão exercida.

- 3) (ENEM – 2000) A adaptação dos integrantes da seleção brasileira de futebol à altitude de La Paz foi muito comentada em 1995, por ocasião de um torneio, como pode ser lido no texto abaixo.

*A seleção brasileira embarca hoje para La Paz, capital da Bolívia, situada a 3.700 metros de altitude, onde disputará o torneio Interamérica. A adaptação deverá ocorrer em um prazo de 10 dias, aproximadamente. O organismo humano, em altitudes elevadas, necessita desse tempo para se adaptar, evitando-se, assim, risco de um colapso circulatório*

(Adaptado da revista Placar, edição fev.1995)

A adaptação da equipe foi necessária principalmente porque a atmosfera de La Paz, quando comparada à das cidades brasileiras, apresenta:

- menor pressão e menor concentração de oxigênio.
- maior pressão e maior quantidade de oxigênio.
- maior pressão e maior concentração de gás carbônico.
- menor pressão e maior temperatura.
- maior pressão e menor temperatura.

## Feedback das respostas corretas



Substâncias mais densas tendem a afundar em substâncias menos densas e substâncias menos densas tendem a flutuar em substâncias mais densas, portanto: Gelo flutuou em A, afunda em B e flutua em C.

- 4) (ENEM – 2015) Uma pessoa abre sua geladeira, verifica o que há dentro e depois fecha a porta dessa geladeira. Em seguida, ela tenta abrir a geladeira novamente, mas só consegue fazer isso depois de exercer uma força mais intensa do que a habitual.

A dificuldade extra para reabrir a geladeira ocorre porque o

- volume de ar dentro da geladeira diminuiu.
- motor da geladeira está funcionando com potência máxima.
- força exercida pelo ímã fixado na porta da geladeira aumenta.
- pressão no interior da geladeira está abaixo da pressão externa.

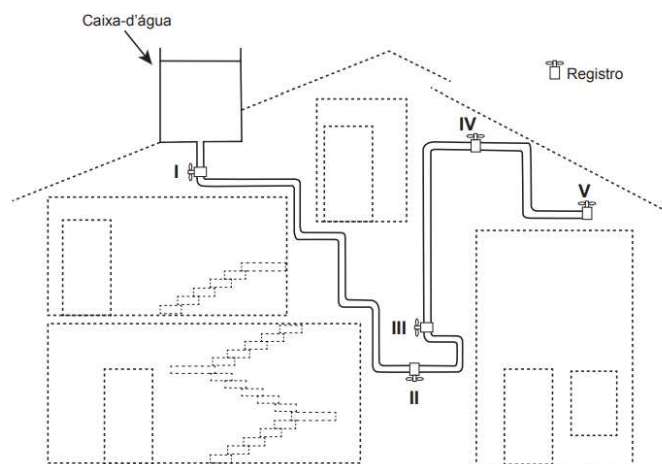
- e) temperatura no interior da geladeira é inferior ao valor existente antes de ela ser aberta.

Feedback das respostas corretas



Dentro da geladeira, o ar confinado é resfriado a volume constante, logo, ocorrerá uma redução na pressão. Com essa redução, a diferença entre a pressão leva que a pessoa, para abrir a geladeira, tenha que fazer uma força resultante capaz de vencer essa diferença.

- 5) (ENEM – 2018 2ª aplicação) A figura apresenta o esquema do encanamento de uma casa onde se detectou a presença de vazamento de água em um dos registros. Ao estudar o problema, o morador conclui que o vazamento está ocorrendo no registro submetido à maior pressão hidrostática.



Em qual registro ocorria o vazamento?

- a) I    b) II    c) III    d) IV    e) V

Feedback das respostas corretas



A pressão hidrostática é diretamente proporcional a altura da coluna de líquido ( $p=d \cdot g \cdot h$ ) que é medido do ponto ao nível horizontal de fluido.

- 6) (ENEM – 2018) Talvez você já tenha bebido suco usando dois canudinhos iguais. Entretanto, pode-se verificar que, se colocar um canudo imerso no suco e outro do lado de fora do líquido, fazendo a sucção simultaneamente em ambos, você terá dificuldade em bebê-lo. Essa dificuldade ocorre porque o(a)

- a) força necessária para a sucção do ar e do suco simultaneamente dobra de valor.



- b) densidade do ar é menor que a do suco, portanto, o volume de ar aspirado é muito maior que o volume de suco.
- c) velocidade com que o suco sobe deve ser constante nos dois canudos, o que é impossível com um dos canudos de fora.
- d) peso da coluna de suco é consideravelmente maior que o peso da coluna de ar, o que dificulta a sucção do líquido.
- e) pressão no interior da boca assume praticamente o mesmo valor daquela que atua sobre o suco.

**Feedback das respostas corretas**

Com o canudo do lado de fora do líquido, não existe diferença de pressão capaz de provocar a subida do líquido, já que a pressão no interior da boca é igual à pressão atmosférica.

## 9.2. AULA 01: A NOSSA BOMBA DE SUCCÃO

**AULA 1: A NOSSA BOMBA DE SUCCÃO**

E aí, como vão vocês?! Vim para o século XVII, usando minha invenção.

E olha onde estou! Em um dos jardins do Duque de Toscana!

**Mas quem foi o Duque de Toscana?!**

Bom, Fernando II Médici foi um dos Duques de Toscana, entre 1621 à 1670.  
...  
É tinha costeletas enormes!

Em 1640, Médici se deu conta de que precisava de um poço para irrigar seu lindo jardim, e foi aí onde tudo começou.

O lençol freático estava à 15 metros de profundidade!  
Então a solução foi construir uma Bomba de Sucção, que é o que eu vim dar uma olhada com vocês!

A Bomba de Sucção cria um "vazio" quando elevamos o pistão, a água então sobe pelo tubo enchendo-o

movimento acendente do êmbulo

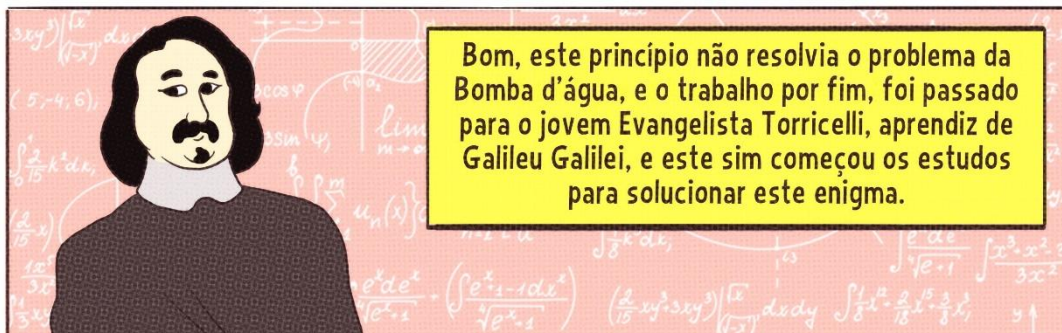
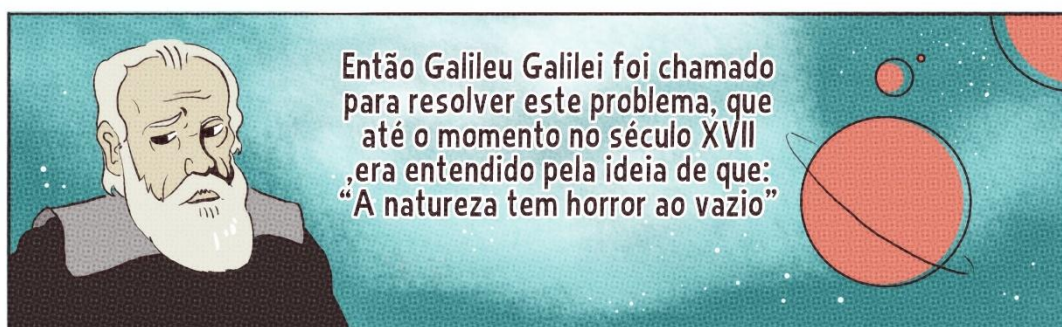
válvula

êmbulo

válvula

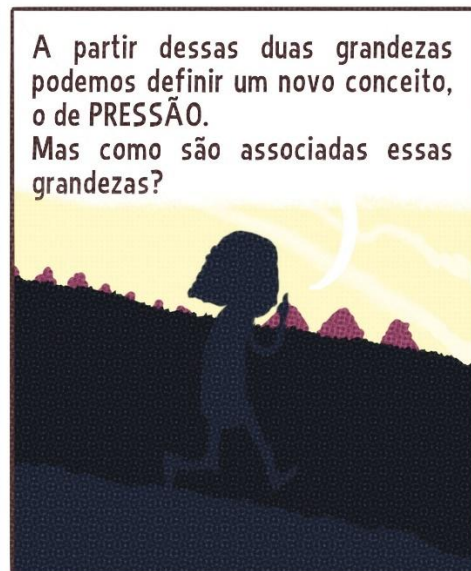
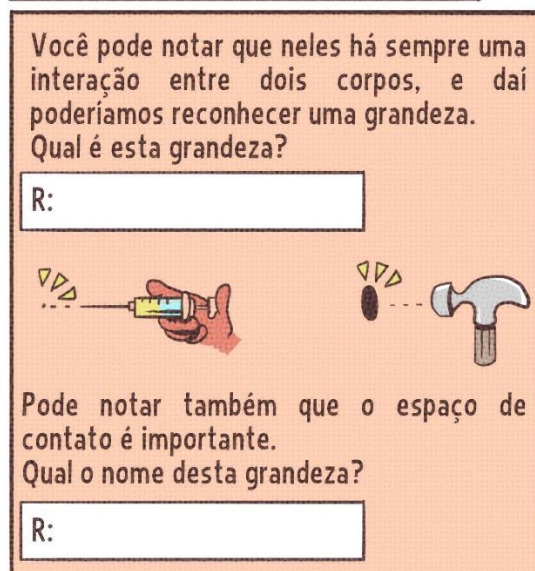
cilindro

Vamos ver como funciona na prática e construir nossa própria Bomba de Sucção!



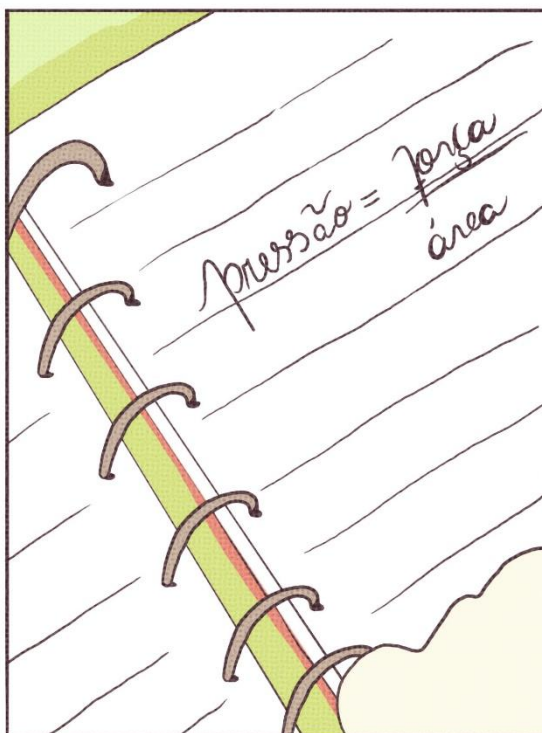
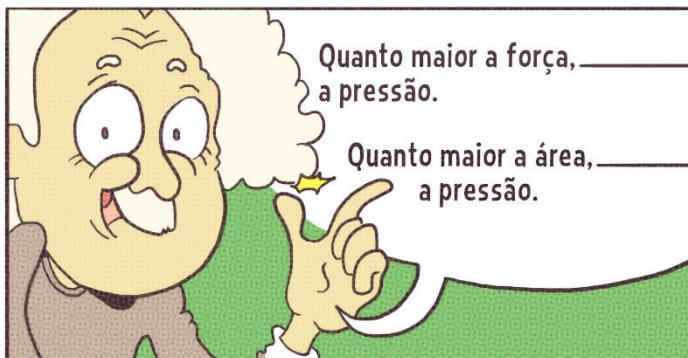


## 9.3. AULA 02: PRESSÃO





Então complete a frase junto comigo...





## 9.4. AULA 03: O QUE É DENSIDADE?

**AULA 3: o que é DENSIDADE?**

Todo fluido possui massa, consequentemente possui uma força Peso associada a ação que a gravidade da Terra exerce em todos os corpos próximos à sua superfície.



Peso

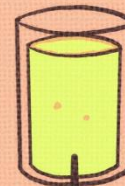
Fluidos diferentes possuem quantidade de massa diferentes para um mesmo volume ocupado.

Água



Quantidade de massa

Óleo




Quantidade de massa



Chamamos a relação entre a massa e o volume de **DENSIDADE**

$$\text{Densidade} = \frac{\text{massa}}{\text{volume}}$$


Vamos fazer um teste?!



É fácil percebermos que a pressão de um líquido é tão maior quanto for a densidade do fluido, e como falamos da força peso, é importante notar que a pressão depende da aceleração da gravidade

**EXPERIÊNCIA!**

vamos ver outra relação da pressão...



Podemos então relacionar pressão com a altura do líquido.

Quanto maior a altura, \_\_\_\_\_ a pressão.

Desta forma chegamos a seguinte conclusão:

$$\text{pressão} = \text{densidade} \cdot \text{aceleração da gravidade} \cdot \text{altura}$$



!



Olha!



Encontrei o experimento de Torriceli!!!



## 9.5. AULA 04: A PRIMEIRA MEDIÇÃO DA PRESSÃO ATMOSFÉRICA

## AULA 4: A primeira medição de pressão da ATMOSFERA



Foi sabendo que  $p=d.g.h$ , que Torricelli imaginou que a água na bomba subia devido não ao “vazio” que era criado no interior da bomba, mas sim em virtude da pressão causada pela coluna de ar da atmosfera.

vamos ver isso de forma simples:

### EXPERIÊNCIA

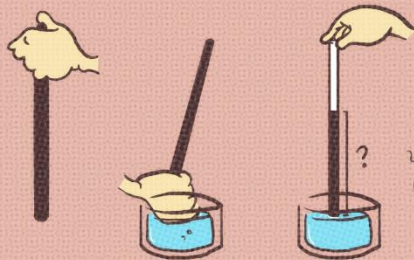


Como a água dentro do poço subia até somente a marca de 10,33 metros, Torricelli propôs que essa seria equivalente à pressão de atmosfera. Podemos escrever então:

$$1 \text{ atm} = 10,33 \text{ metros de coluna de água (m.c.a)}$$

Para comprovar sua teoria Torricelli propôs uma prática que ficou conhecida como a “Experiência de Torricelli”.

Ele encheu até a boca um tubo de mercúrio, tampou-o e colocou num recipiente que continha o mesmo líquido, tudo isso ao nível do mar.



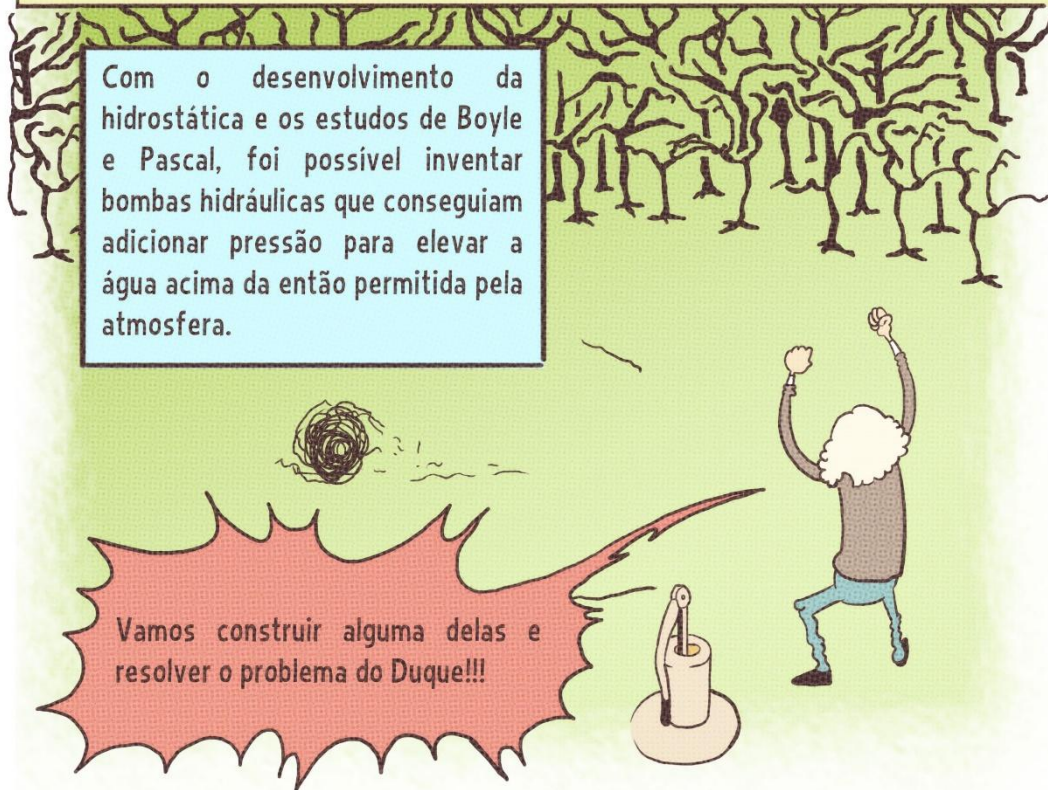
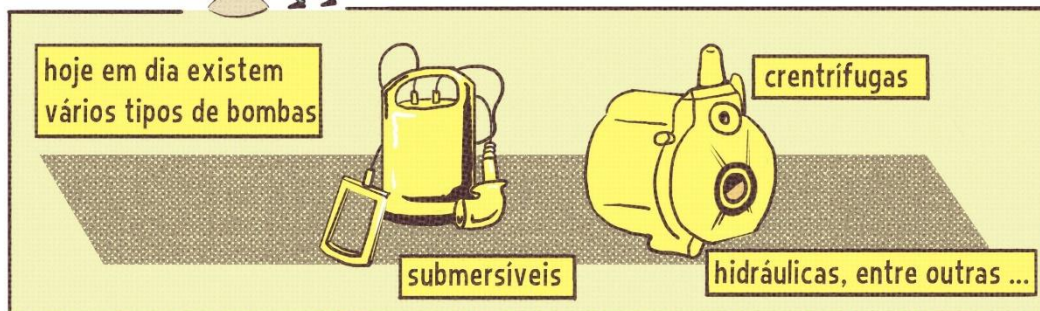
O mercúrio é cerca de 13,6 vezes mais denso que a água, logo podemos concluir que um atmosfera equivale a \_\_\_\_\_ metros de mercúrio. Ou em centímetros: \_\_\_\_\_

devido a essa experiência de Torricelli, a pressão atmosférica foi medida pela primeira vez na história!!

Toricelli verificou que o nível de mercúrio no tubo descia deixando no alto um espaço aparentemente vazio, o que mais tarde passou a se chamar “vácuo torricelliano”.

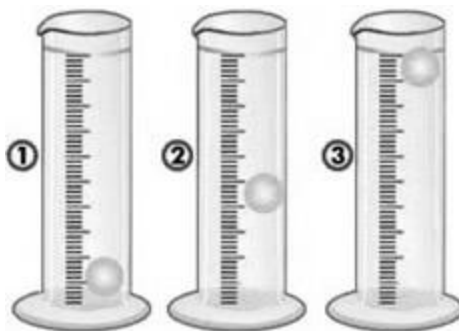
Com estas informações você poderia explicar o que ocorre com a bexiga na experiência 1? R:





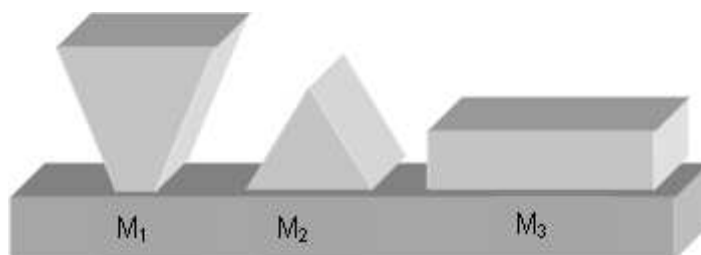
## 9.6. QUESTIONÁRIO FINAL

- 1) (UFPE) Para identificar três líquidos – de densidades 0,8, 1,0 e 1,2 – o analista dispõe de uma pequena bola de densidade 1,0. Conforme as posições das bolas apresentadas no desenho a seguir, podemos afirmar que:



- a) os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 0,8, 1,0 e 1,2.  
 b) os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,2, 0,8 e 1,0.  
 c) os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,0, 0,8 e 1,2.  
 d) os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,2, 1,0 e 0,8.  
 e) os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,0, 1,2 e 0,8.

- 2) Sobre o tampo de uma mesa estão presentes três objetos de formatos diferentes, mas de massas idênticas ( $M_1 = M_2 = M_3$ ), como na imagem a seguir. A pressão que exercem sobre o tampo da mesa são, respectivamente  $p_1$ ,  $p_2$  e  $p_3$ .



Qual é a relação entre as pressões exercidas sobre a mesa?

- a)  $p_1 = p_2 = p_3$       b)  $p_1 > p_2 > p_3$       c)  $p_2 > p_1 > p_3$   
 d)  $p_3 > p_2 > p_1$       e)  $p_1 > p_3 > p_2$

- 3) As pessoas residentes ou visitantes de países frios e que gostam de caminhar sobre a neve, quando o fazem não dispensam o *snowshoe*, ou sapato de neve ou raquete (pelo formato), como esse mostrado na figura.



Com o uso desses “sapatos”, ou raquetes, evita-se o afundamento dos pés na neve porque

- a) a força de reação sobre os pés da pessoa se torna mais intensa.
  - b) a sua parte plana permite um deslizamento sobre a neve
  - c) o equipamento é feito de material com boa aderência à neve
  - d) o material isolante do sapato não permite que a neve descongele
  - e) o peso da pessoa se distribui por uma área maior diminuindo a pressão sobre o solo
- 4) Uma das grandezas mais conhecidas do cotidiano das pessoas, a pressão é dada pela razão entre a força aplicada e a área onde essa força está sendo aplicada. Com o entendimento dessa simples relação matemática  $p = \frac{F}{A}$  é possível compreender diversos fenômenos do dia a dia, desde o porquê de a agulha das seringas serem bem finas e a importância de se afiar o corte de uma faca, até a necessidade de se colocar vários pilares em pontos estratégicos para sustentar um prédio. Observe a figura abaixo, que exemplifica bem esse conceito.



Disponível em: <<http://www.fisica.net/hidrostatica/pressao.php>>. Acesso em: 25 mar. 2017.

Na figura acima, dois homens estão sobre uma região de areia movediça. Enquanto o homem da esquerda diz que está afundando rápido o homem da direita diz que está afundando devagar.

Analisando as opções abaixo, marque a alternativa correta sobre o conceito de pressão mostrado na figura.

- a) Para aumentar a pressão exercida sobre um ponto, basta aumentar a força.
- b) Os dois homens da figura afundam de formas diferentes na areia por causa da superfície de contato de cada um.
- c) Ao afiar o corte de uma faca a pessoa está fazendo com que a força aplicada aumente.
- d) Apenas é possível realizar pressão em objetos sólidos.
- e) Certamente o homem que está em pé na figura está afundando mais rápido porque é mais pesado.

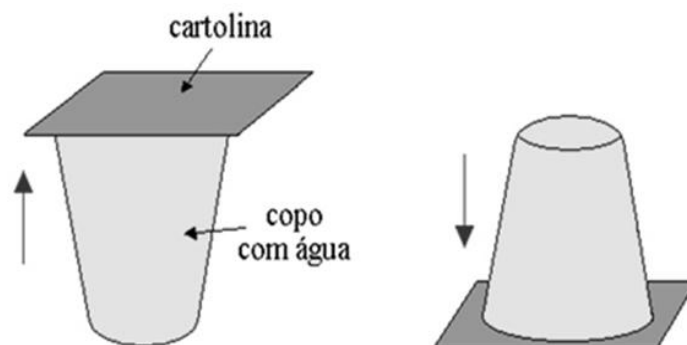
5) Selecione a alternativa que apresenta as palavras que preenchem corretamente as lacunas nas afirmações seguintes:

I - Na atmosfera terrestre, a pressão atmosférica ..... à medida que aumenta a altitude.

II - No mar, a pressão na superfície é ..... do que a pressão a dez metros de profundidade.

- a) aumenta – maior
- b) permanece constante – menor
- c) permanece constante – maior
- d) diminui – maior
- e) diminui – menor

6) Sabemos que é de suma importância a utilização, nas aulas de Física, de experimentos que tenham por finalidade auxiliar os alunos no entendimento de determinado assunto. Sendo assim, em suas aulas o professor deve sempre elaborar algumas experiências simples que podem auxiliá-lo na explicação do conteúdo e despertar o interesse por parte dos alunos pelo assunto estudado.



Disponível em: <<http://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/experimento-sobre-pressao-atmosferica.htm>>. Acesso em: 25 mar. 2017.

A figura acima mostra um experimento bastante conhecido e simples de fazer. Ele consiste em encher um copo com água até a superfície e colocar um pedaço de papel sobre a boca do copo (figura da esquerda). Até aí nada demais, mas ao virar o copo para baixo (figura da direita) percebe-se que o papel por algum motivo consegue segurar toda a água que tem dentro do copo. Analise as situações abaixo e em seguida faça o que se pede.

I – Tomar refrigerante pelo canudinho.

II – A porta da geladeira fica mais presa quando ela é fechada e sai um pouco de ar pelos furinhos da borracha.

III – Uma pessoa sente uma pequena pressão nos ouvidos quando está mergulhando.

Analisando a situação da figura e as situações acima, marque a alternativa que traz quais fenômenos podem ser explicados pelo conceito de pressão atmosférica.

a) Figura e III

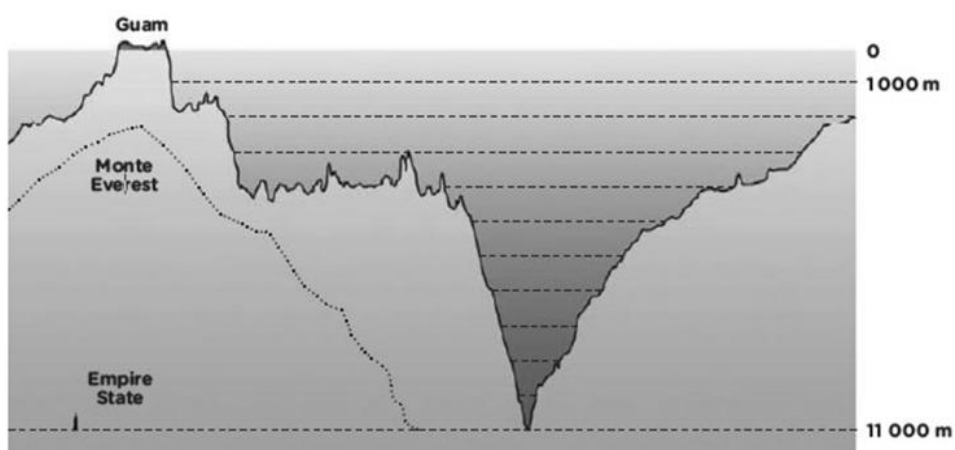
d) I e II

b) II e III

e) Figura e III

c) Figura, I e II

7) Para quem é fanático por mergulho ou gosta dos mistérios profundos dos oceanos, é impossível deixar de conferir um lugar muito sinistro que existe no planeta Terra. Localizado no Oceano Pacífico (próximo as Ilhas Marianas, na fronteira entre as placas tectônicas do Pacífico e das Filipinas), o local é chamado de a Fossa das Marianas, chegando a atingir a profundidade de 11.034 metros.



Disponível em: <<http://www.oarquivo.com.br/extraordinario/lugares-extraordinarios/1603-fossa-das-marianas.html>>. Acesso em: 25 mar. 2017.

Para se ter uma ideia, a figura acima mostra o Empire State, um dos maiores prédios do mundo, como um simples palitinho comparado à imensa profundidade da fossa das

Marianas. Até mesmo o gigantesco Monte Evereste, com seus mais de 8 mil metros caberia totalmente dentro da fossa e ainda sobraria mais de 3 mil metros. No entanto, por ser uma região extremamente profunda, pouquíssimas foram as vezes em que o homem foi a esse lugar, uma vez que a pressão é gigantesca nessa profundidade.

Considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e a densidade da água igual a  $1000 \text{ kg/m}^3$ , determine quantas vezes a pressão no fundo da fossa das Marianas é maior que a pressão atmosférica com a qual as pessoas estão acostumadas.

- a) Mais de 300 vezes.
- b) Mais de 700 vezes.
- c) Mais de 1100 vezes.
- d) Mais de 500 vezes.
- e) Mais de 900 vezes.

8) (UFRGS-RS) A ideia da existência da pressão atmosférica surgiu no século XVII. Até então, o comportamento dos fluidos era explicado com base na teoria aristotélica, segundo a qual a natureza tem “horror ao vácuo”. Por exemplo, de acordo com essa teoria, um líquido não escorre do recipiente, a menos que entre ar no lugar do líquido que sai. Se o ar não puder entrar e, por hipótese, o líquido sair, vai formar-se vácuo no interior do recipiente; portanto, como a natureza tem “horror ao vácuo”, o líquido não sai. Torricelli duvidou dessa teoria e a refutou através de um celebre experimento com o qual demonstrou, entre outras coisas, que a natureza não tem “horror ao vácuo”, como bem sabemos nos dias de hoje. Partindo da ideia de que existe uma pressão atmosférica, ele lançou uma nova teoria que implicava, entre outras, as seguintes afirmações.

- I. A camada de ar que envolve a Terra exerce peso sobre ela.
- II. Devido ao efeito da gravidade, a densidade do ar é maior ao nível do mar do que a grandes altitudes.
- III. A pressão atmosférica é maior ao nível do mar do que a grandes altitudes.

Quais dessas afirmações são hoje aceitas como corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas I e III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

9) (Fatec-SP) Uma piscina possui 10 m de comprimento, 5,0 m de largura e 2,0 m de profundidade e está completamente cheia de água.

(Dados: densidade da água =  $1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ; pressão atmosférica local =  $1,0 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ ; aceleração da gravidade local =  $10 \text{ m/s}^2$ ).

A pressão no fundo da piscina, em  $\text{N/m}^2$ , vale:

- a)  $2,0 \times 10^5$                       c)  $1,6 \times 10^5$                       e)  $1,2 \times 10^5$   
 b)  $1,8 \times 10^5$                       d)  $1,4 \times 10^5$

10) (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. Uma experiência simples pode ser realizada, até mesmo em casa, para verificar esse princípio e a influência da pressão atmosférica sobre fluidos. São feitos três furos, todos do mesmo diâmetro, na vertical, na metade superior de uma garrafa plástica de refrigerante vazia, com um deles a meia distância dos outros dois. A seguir, enche-se a garrafa com água, até um determinado nível acima do furo superior; tampa-se a garrafa, vedando-se totalmente o gargalo, e coloca-se a mesma em pé, sobre uma superfície horizontal. Abaixo, estão ilustradas quatro situações para representar como ocorreria o escoamento inicial da água através dos furos, após efetuarem-se todos esses procedimentos. Assinale a opção correspondente ao que ocorrerá na prática.

a)



b)



c)



d)



**10. APÊNDICE II**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**Julio César Pontes de Figueiredo**

**PROPOSTA DE UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE  
SIGNIFICATIVA PARA O ESTUDO DA PRESSÃO ATMOSFÉRICA**

Juiz de Fora

2022





Julio César Pontes de Figueiredo

**PROPOSTA DE UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE  
SIGNIFICATIVA PARA O ESTUDO DA PRESSÃO ATMOSFÉRICA**

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: A Pressão Atmosférica: Uma abordagem histórica em quadrinhos para o Ensino Médio – Proposta de Unidade de Ensino Potencial Significativa, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Juiz de Fora / IF Sudeste-Minas Gerais, como parte dos requisitos à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Wilson de Souza Melo

Juiz de Fora

2022

## **PREFÁCIO**

Este produto apresenta a utilização de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) como metodologia para aulas de Física. Aqui são debatidas questões inseridas no tema Pressão Atmosférica, empregando o uso da história da física e histórias em quadrinhos, juntamente com experiências de baixo custo, buscando à promoção de aulas mais contextualizadas. Desta forma, pretende-se diminuir a distância entre o cotidiano dos alunos e os conteúdos de Física, possibilitando o desenvolvimento da visão crítica do aluno em relação à ciência e à construção do conhecimento científico.

É indicada uma sequência de ensino baseada nos 8 passos da UEPS, que pode ser utilizado nas aulas de Física II no ensino médio. A história em quadrinhos (HQ) usa a interligação de texto e imagem para ampliar a compreensão dos conceitos, trazendo a abordagem histórica que permite o entendimento da construção de determinada habilidade e competência. Essa aproximação traz o problema da bomba de sucção como situação a ser entendida e resolvida pelo discente, possibilitando uma aprendizagem investigativa. Em seguida, o aluno é levado a explorar grandezas físicas relevantes para essa solução. As aulas são acompanhadas de experimentos de baixo custo e perguntas que promovem um debate sobre seus efeitos. Como método de avaliação são utilizados questionários antes, como diagnóstico, e após as aulas, além da observação.

A ideia deste produto permite adaptação para outras áreas de conhecimento em ciências. Foi elaborado de modo a inspirar outras construções, seja em mecânica, termodinâmica, óptica, ondulatória e etc. O resultado é efeito de pesquisa desenvolvida no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – polo 24 – UFJF / IF Sudeste MG.

## SUMÁRIO

|  |     |
|--|-----|
| PREFÁCIO.....  | 90  |
| 1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....   | 92  |
| 2. APRESENTAÇÃO DO PRODUTO.....  | 95  |
| 2.1. ROTEIRO .....   | 95  |
| 2.2. PLANOS DE AULA .....  | 97  |
| 2.3. QUESTIONÁRIO INICIAL.....   | 101 |
| 2.4. SITUAÇÃO INICIAL & SITUAÇÃO PROBLEMA .....                                      | 104 |
| 2.5. EXPOSIÇÃO DIALOGADA SOBRE PRESSÃO.....  | 108 |
| 2.6. EXPOSIÇÃO DIALOGADA SOBRE DENSIDADE E PRESSÃO<br>HIDROSTÁTICA.....              | 112 |
| 2.7. EXPOSIÇÃO DIALOGADA SOBRE PRESSÃO ATMOSFÉRICA & NOVA<br>SITUAÇÃO PROBLEMA ..... | 116 |
| 2.8. QUESTIONÁRIO FINAL.....   | 121 |

## 1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

É observado, ainda hoje, que as aulas de Física estão sendo ministradas de forma tradicional, onde o professor é o detentor do conhecimento e o aluno adota uma postura passiva. Isto reflete o desinteresse dos alunos ao não conseguirem relacionar o que está sendo abordado em sala de aula com o seu cotidiano, tornando os conceitos científicos abstratos, dificultando sua aprendizagem e forçando a memorização. Diante desta realidade surge a dúvida em como elaborar e ministrar aulas de Física mais motivadoras, contextualizadas, que o aluno participe ativamente e que a aprendizagem seja mais significativa, promovendo uma adequada alfabetização científica aos alunos.

Para responder a esta questão foi elaborado uma sequência de ensino (SE), baseada nos 8 passos da metodologia da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS (MOREIRA, 2011). Nesta SE será apresentado o tema Pressão Atmosférica, pois, este se mostra relevante para a sociedade de forma geral e pode levar os alunos a uma reflexão sobre seus conhecimentos, confrontando experiências do seu dia-a-dia e o saber científico.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB nº 9.393/96) colocou em pauta a ideia da contextualização, como o ato de vincular o conhecimento à sua origem e à sua aplicação, acreditando na compreensão dos conhecimentos para uso cotidiano. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), que funcionam como guias para orientação das escolas e professores na aplicação do novo modelo, foram estruturados sobre dois eixos: a interdisciplinaridade e a contextualização.

A LDB 9.394/96, no artigo 28º, indica como isso pode ser feito, por expor que “os sistemas de ensino promoverão as adaptações necessárias à sua adequação às peculiaridades da vida rural e de cada região, especialmente”. Isso significa que o ensino deve levar em conta o cotidiano e a realidade de cada região, as experiências vividas pelos alunos, quais serão suas prováveis áreas de atuação profissional, como eles podem atuar como cidadãos; enfim, ensinar levando em conta o contexto dos estudantes.

Dessa forma, fica clara a obrigatoriedade de relacionar os conteúdos com o cotidiano e uma proposta viável é ministrar aulas a partir de temas. Assim, Marcondes (2008) defende que os temas tornam mais significativo o seu aprendizado, pois, estes devem permitir, o estudo da realidade, levando o aluno a reconhecer a importância da temática para si próprio e para o grupo social a que pertence, favorecendo a relação de forma significativa dos conteúdos com o seu dia a dia.

Portanto, fica justificada a escolha da UEPS como metodologia de ensino. Segundo Moreira (2011, p. 45), a metodologia UEPS é definida como “sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula”. É fundamentada em teorias da aprendizagem e da educação, como a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Baseia-se em alguns princípios: importância do conhecimento prévio, decisão do aluno em aprender significativamente determinado conhecimento; utilização de organizadores prévios para promover relação entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios; utilização de situações-problema; e o papel do professor é o de provedor de situações-problema (MOREIRA, 2011).

A UEPS segue 8 passos sequenciais, em cada passo o professor deve ministrar os conteúdos, aplicar as atividades como questionários e recursos didáticos, sempre buscando a aprendizagem significativa do indivíduo envolvido (MOREIRA, 2011). São eles:

1. **Definição de Conceitos:** os tópicos a serem abordados devem explicar como as informações serão declaradas para posteriormente servirem de base para a construção dos conhecimentos;
2. **Investigação de conhecimento prévio:** elaborar situações que visem a explicitação da estrutura cognitiva relevante;
3. **Situações Problema Introdutórias:** utilizando estratégias diversificadas (simulações computacionais, vídeos, exemplos do cotidiano, entre outros) para dar sentido aos novos conhecimentos;
4. **Diferenciação Progressiva:** deve-se partir de conhecimentos mais gerais partir para os mais inclusivos;
5. **Complexidade:** estruturar os conhecimentos através da apresentação de novas situações problemas em um nível mais alto de complexidade, diferenciação e abstração;
6. **Reconciliação Integrativa:** retomar as características essenciais dos conteúdos, através da apresentação de novos significados;
7. **Avaliação:** registrar, ao longo da intervenção, todos os possíveis indícios de evoluções conceituais, denotando aprendizagens significativas;
8. **Efetividade:** verificação de êxito na implementação da UEPS, através da avaliação de desempenho dos alunos denotada através da análise da progressiva

evolução de um campo conceitual, enfatizando contínuas e não em comportamentos finais.

Assim, com o uso da UEPS espera-se que a aprendizagem seja mais efetiva quando comparada às aulas tradicionais.

## 2. APRESENTAÇÃO DO PRODUTO

O produto é constituído por um SE, para o 2º ano do Ensino Médio, de acordo com os passos da UEPS e aborda o tema Pressão Atmosférica, o qual constitui um dos eixos de habilidades e competências em Física. Além disso, em cada um dos passos pode ser encontrado experimentos de baixo custo, com a finalidade de contextualizar o ensino escolar e promover uma aprendizagem mais efetiva.

### 2.1. ROTEIRO

Na tabela 1 pode ser observado o tempo recomendado para cada ação durante a aplicação da atividade.

Tabela 2

| AULA       | ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA   | TEMPO  |
|------------|--|--------|
| Introdução | Aplicação do teste inicial para verificação dos conhecimentos prévios da turma | 50 min |
| 01         | Leitura da Aula 1 – A nossa bomba de sucção.                                   | 15 min |
|            | Apresentação e aplicação do Experimento I – Minha Bomba de Sucção              | 20 min |
|            | Discussão sobre os resultados obtidos pós experimentação                       | 10 min |
| 02         | Leitura da Aula 2 – Pressão.   | 5 min  |
|            | Apresentação do Experimento 2 – Estoura ou não estoura?                        | 3 min  |
|            | Previsão sobre o balão estourar ou não os balões em áreas diferentes           | 2 min  |
|            | Aplicação do Experimento II  | 3 min  |
|            | Discussão sobre as previsões e resultados obtidos pós experimentação           | 10 min |
|            | Apresentação do Experimento III – Equilibrando no balão.                       | 3 min  |
|            | Previsão sobre o balão estourar ou não os balões em áreas diferentes           | 7 min  |
|            | Aplicação do Experimento III   | 5 min  |
|            | Discussão sobre as previsões e resultados obtidos pós experimentação           | 10 min |



|    |   |        |
|----|---|--------|
|    | Leitura e complementação da Aula 2  | 5 min  |
| 03 | Leitura da Aula 3 – O que é densidade?  | 5 min  |
|    | Apresentação do Experimento IV – Água & Óleo ou Óleo & Água?  | 3 min  |
|    | Aplicação do Experimento IV   | 7 min  |
|    | Discussão sobre os resultados obtidos pós experimentação  | 5 min  |
|    | Leitura e complementação da Aula 3  | 5 min  |
|    | Apresentação do Experimento V – Onde a pressão da água é maior?   | 3 min  |
|    | Aplicação do Experimento V  | 7 min  |
|    | Discussão sobre os resultados obtidos pós experimentação  | 10 min |
|    | Término da leitura e complementação da Aula 3   | 5 min  |
| 04 | Leitura da Aula 4 – A primeira medição de pressão da atmosfera.   | 5 min  |
|    | Apresentação do Experimento VI – A água que sobe!   | 3 min  |
|    | Aplicação do Experimento VI   | 7 min  |
|    | Discussão sobre os resultados obtidos pós experimentação  | 5 min  |
|    | Término da leitura e complementação da Aula 4   | 3 min  |
|    | Leitura e complementação da Aula 4  | 5 min  |
|    | Apresentação do Experimento VII – Uma bomba para o Duque!   | 7 min  |
|    | Aplicação do Experimento VII  | 5 min  |
|    | Discussão sobre as previsões e resultados obtidos pós experimentação  | 10 min |
| 05 | Aplicação do teste final para verificação de indícios de aprendizagem sobre força, área, densidade, pressão de uma força, pressão hidrostática e pressão atmosférica. | 50 in  |

## 2.2. PLANOS DE AULA

- **Objetivo Geral:**

Utilizar a metodologia da UEPS para promover a alfabetização científica dos alunos por meio da apresentação da perspectiva histórica sobre o problema da bomba de sucção e poços com profundidades maiores de 10,33 metros, estimulando o pensamento crítico, a reflexão e a compreensão da importância da física na solução de problemas cotidianos.

Tabela 3

|   |
|---|
| <b>Plano de Aula:</b> <i>Aula 01 - A nossa bomba de sucção</i>  |
| <b>Turma:</b> 2º ano do Ensino Médio  |
| <b>Tema:</b>  |
| A Problemática Histórica da Bomba de Sucção   |
| <b>Duração:</b>   |
| 50 min, tendo divisões no tempo de execução de cada instrumento aplicado  |
| <b>Objetivos Específicos:</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender a perspectiva histórica do problema da bomba de sucção a partir da leitura da Aula 01;</li> <li>• Realizar o Experimento I da Bomba de Sucção para investigar a problemática abordada na aula;</li> <li>• Participar da discussão sobre os resultados obtidos na experimentação e analisar como eles contribuem para a compreensão do assunto abordado na aula.</li> </ul> |
| <b>Conteúdos:</b>   |
| História da Física  |
| <b>Material Utilizado:</b>  |
| Caderno de Aula da UEPS; Para o experimento: Recipiente de vidro de 30 a 40 cm, com tampa; Mangueira de vinil; Seringa de 60 ml; Bexigas.   |
| <b>Metodologia Aplicada:</b>  |
| Leitura de texto; experimento aplicado e discussão das respostas obtidas.   |
| <b>Resultado esperado:</b>  |
| Que o aluno verifique que retirado o ar do recipiente o balão se enche procurando ocupar o “espaço vazio”.  |

Tabela 4

|   |
|---|
| <b>Plano de Aula: Aula 02 - Pressão</b>   |
| <b>Turma: 2º ano do Ensino Médio</b>  |
| <b>Tema:</b>  |
| Pressão   |
| <b>Duração:</b>   |
| 50 min, tendo divisões no tempo de execução de cada instrumento aplicado  |
| <b>Objetivos Específicos:</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar situações cotidianas que envolvam o conceito de pressão a partir da leitura da Aula 02;</li> <li>• Realizar o Experimento II da bexiga com as tachinhas para compreender como a pressão é afetada;</li> <li>• Analisar e discutir as respostas referentes à previsão e resultados obtidos na experimentação do Experimento II;</li> <li>• Realizar o Experimento III do equilíbrio sobre as bexigas para aprofundar a aprendizagem sobre o conceito de pressão;</li> <li>• Analisar e discutir as respostas referentes à previsão e resultados obtidos na experimentação.</li> </ul> |
| <b>Conteúdos:</b>   |
| Pressão: introdução ao conceito e suas variáveis na equação $p = \frac{F}{A}$ ;   |
| <b>Material Utilizado:</b>  |
| Caderno de Aula da UEPS; Para o experimento: Bexigas, Tachinhas, Tábua de madeira.  |
| <b>Metodologia Aplicada:</b>  |
| Leitura de texto; experimento aplicado e discussão acerca das respostas previstas e das respostas obtidas.  |
| <b>Resultado esperado:</b>  |
| Que ao final da aula o aluno tenha conseguido verificar a relação entre a força aplicada e a área de aplicação dessa força.   |

Tabela 5

|  |
|--|
| <b>Plano de Aula:</b> <i>Aula 03 – O que é densidade?</i>  |
| <b>Turma:</b> 2º ano do Ensino Médio   |
| <b>Tema:</b>   |
| Densidade; Pressão Hidrostática  |
| <b>Duração:</b>  |
| 50 min, tendo divisões no tempo de execução de cada instrumento aplicado   |
| <b>Objetivos Específicos:</b>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar a leitura da Aula 03, relacionar o tema densidade com situações do cotidiano;</li> <li>• Realizar o Experimento IV para compreender o conceito de densidade;</li> <li>• Discutir em grupo as observações feitas durante a experimentação e suas implicações no conceito de densidade;</li> <li>• Após a leitura complementar da Aula 03 sobre pressão hidrostática, aplicar o Experimento V da Garrafa Furada para ilustrar a aplicação deste conceito;</li> <li>• Discutir as previsões e os resultados obtidos na experimentação, a fim de compreender melhor o conceito de pressão hidrostática.</li> </ul> |
| <b>Conteúdos:</b>  |
| Densidade: conceito e suas variáveis na equação $d = \frac{m}{v}$ ;  |
| Pressão Hidrostática: conceito e suas variáveis na equação $p = d \cdot g \cdot h$ .   |
| <b>Material Utilizado:</b>   |
| Caderno de Aula da UEPS; Para o experimento: Água, Óleo, Dois recipientes transparentes, Garrafa, Tesoura.   |
| <b>Metodologia Aplicada:</b>   |
| Leitura de texto; experimento aplicado e discussão acerca das respostas previstas e das respostas obtidas.   |
| <b>Resultado esperado:</b>   |
| Que ao final da aula o aluno consiga verificar a relação entre pressão, densidade e altura a partir dos experimentos propostos.  |

Tabela 6

|  |
|--|
| <b>Plano de Aula:</b> <i>Aula 04 – A primeira medição de pressão da atmosfera</i>  |
| <b>Turma:</b> 2º ano do Ensino Médio   |
| <b>Tema:</b>   |
| Pressão Atmosférica  |
| <b>Duração:</b>  |
| 50 min, tendo divisões no tempo de execução de cada instrumento aplicado   |
| <b>Objetivos Específicos:</b>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionar o tema pressão atmosférica com a história a partir da leitura da Aula 04;</li> <li>• Realizar o Experimento VI da Água que sobe no copo para investigar o conceito de pressão atmosférica;</li> <li>• Discutir os resultados obtidos na experimentação a respeito do conceito de pressão atmosférica;</li> <li>• Aplicar o Experimento VII da Bomba Elétrica para explorar a aplicação do conceito de pressão atmosférica em tecnologias do cotidiano;</li> <li>• Discutir as previsões e os resultados obtidos na experimentação</li> </ul> |
| <b>Conteúdos:</b>  |
| Pressão Hidrostática: introdução ao conceito e suas variáveis;   |
| <b>Material Utilizado:</b>   |
| Caderno de Aula da UEPS; Para o experimento: Prato fundo, Vela, Água, Fósforo, Copo, Pequeno motor elétrico, Mangueira de vinil, Duas tampas de garrafa, Pilhas, Cola quente, Reservatório para água.  |
| <b>Metodologia Aplicada:</b>   |
| Leitura de texto; experimento aplicado e discussão acerca das respostas previstas e das respostas obtidas.   |
| <b>Resultado esperado:</b>   |
| Que o aluno possa inferir a relação entre 10,33 mca e 76 cmHg, e se certificar ser necessário algo mais para que a água alcance uma altura maior que 10,33 mca, retornando ainda ao experimento inicial para analisar o significado da sua atuação.  |

## 2.3. QUESTIONÁRIO INICIAL

### Aula Introdutória

O questionário inicial tem por objetivo verificar o conhecimento prévio existente em cada aluno. Primeiramente devem ser retiradas as dúvidas sobre a aplicação, e posteriormente a sua aplicação, durante o tempo de uma aula (50 minutos).

### QUESTIONÁRIO

1. (ENEM – PPL 2014) Em um experimento, foram separados três recipientes A, B e C, contendo 200mL de líquidos distintos: o recipiente A continha água, com densidade de 1,00g/mL; o recipiente B, álcool etílico, com densidade de 0,79g/mL; e o recipiente C, clorofórmio, com densidade de 1,48g/mL. Em cada um desses recipientes foi adicionada uma pedra de gelo, com densidade próxima a 0,90g/mL.

No experimento apresentado, observou-se que a pedra de gelo

- f) flutuou em A, flutuou em B e flutuou em C.
- g) flutuou em A, afundou em B e flutuou em C.
- h) afundou em A, afundou em B e flutuou em C.
- i) afundou em A, flutuou em B e afundou em C.
- j) flutuou em A, afundou em B e afundou em C.

#### Feedback das respostas corretas



Substâncias mais densas tendem a afundar em substâncias menos densas e substâncias menos densas tendem a flutuar em substâncias mais densas, portanto: Gelo flutuou em A, afunda em B e flutua em C.

2. (ENEM – 2012) Um dos problemas ambientais vivenciados pela agricultura hoje em dia é a compactação do solo, devida ao intenso tráfego de máquinas cada vez mais pesadas, reduzindo a produtividade das culturas. Uma das formas de prevenir o problema de compactação do solo é substituir os pneus dos tratores por pneus mais
- a) largos, reduzindo a pressão sobre o solo.
  - b) estreitos, reduzindo a pressão sobre o solo.
  - c) largos, aumentando a pressão sobre o solo.
  - d) estreitos, aumentando a pressão sobre o solo.
  - e) altos, reduzindo a pressão sobre o solo.

## Feedback das respostas corretas



A pressão deve ser reduzida para prevenir o problema da compactação do solo. A pressão (P) é calculada pela razão entre a força normal aplicada (F) e a área de aplicação (A),  $P = F/A$ . Sendo a alteração no tamanho dos pneus, estes devem ser mais largos para que aumente a área de aplicação da força e reduza a pressão. A altura do pneu não está relacionada à pressão exercida.

3. (ENEM – 2000) A adaptação dos integrantes da seleção brasileira de futebol à altitude de La Paz foi muito comentada em 1995, por ocasião de um torneio, como pode ser lido no texto abaixo.

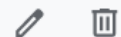
*A seleção brasileira embarca hoje para La Paz, capital da Bolívia, situada a 3.700 metros de altitude, onde disputará o torneio Interamérica. A adaptação deverá ocorrer em um prazo de 10 dias, aproximadamente. O organismo humano, em altitudes elevadas, necessita desse tempo para se adaptar, evitando-se, assim, risco de um colapso circulatório*

(Adaptado da revista Placar, edição fev.1995)

A adaptação da equipe foi necessária principalmente porque a atmosfera de La Paz, quando comparada à das cidades brasileiras, apresenta:

- menor pressão e menor concentração de oxigênio.
- maior pressão e maior quantidade de oxigênio.
- maior pressão e maior concentração de gás carbônico.
- menor pressão e maior temperatura.
- maior pressão e menor temperatura.

## Feedback das respostas corretas



Substâncias mais densas tendem a afundar em substâncias menos densas e substâncias menos densas tendem a flutuar em substâncias mais densas, portanto: Gelo flutuou em A, afunda em B e flutua em C.

4. (ENEM – 2015) Uma pessoa abre sua geladeira, verifica o que há dentro e depois fecha a porta dessa geladeira. Em seguida, ela tenta abrir a geladeira novamente, mas só consegue fazer isso depois de exercer uma força mais intensa do que a habitual.

A dificuldade extra para reabrir a geladeira ocorre porque o

- volume de ar dentro da geladeira diminuiu.
- motor da geladeira está funcionando com potência máxima.
- força exercida pelo ímã fixado na porta da geladeira aumenta.

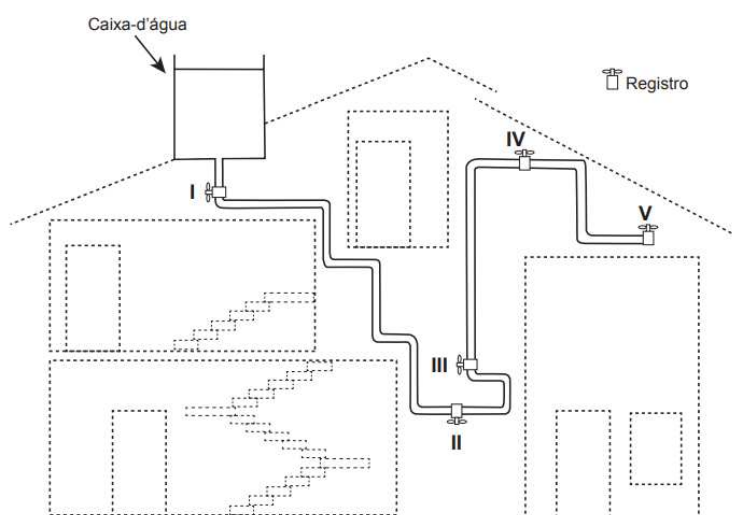
- d) pressão no interior da geladeira está abaixo da pressão externa.
- e) temperatura no interior da geladeira é inferior ao valor existente antes de ela ser aberta.

Feedback das respostas corretas



Dentro da geladeira, o ar confinado é resfriado a volume constante, logo, ocorrerá uma redução na pressão. Com essa redução, a diferença entre a pressão leva que a pessoa, para abrir a geladeira, tenha que fazer uma força resultante capaz de vencer essa diferença.

5. (ENEM – 2018 2ª aplicação) A figura apresenta o esquema do encanamento de uma casa onde se detectou a presença de vazamento de água em um dos registros. Ao estudar o problema, o morador conclui que o vazamento está ocorrendo no registro submetido à maior pressão hidrostática.



Em qual registro ocorria o vazamento?

- a) I    b) II    c) III    d) IV    e) V

Feedback das respostas corretas



A pressão hidrostática é diretamente proporcional a altura da coluna de líquido ( $p = d \cdot g \cdot h$ ) que é medido do ponto ao nível horizontal de fluido.

6. (ENEM – 2018) Talvez você já tenha bebido suco usando dois canudinhos iguais. Entretanto, pode-se verificar que, se colocar um canudo imerso no suco e outro do lado de fora do líquido, fazendo a sucção simultaneamente em ambos, você terá dificuldade em bebê-lo. Essa dificuldade ocorre porque o(a)



- a) força necessária para a sucção do ar e do suco simultaneamente dobra de valor.
- b) densidade do ar é menor que a do suco, portanto, o volume de ar aspirado é muito maior que o volume de suco.
- c) velocidade com que o suco sobe deve ser constante nos dois canudos, o que é impossível com um dos canudos de fora.
- d) peso da coluna de suco é consideravelmente maior que o peso da coluna de ar, o que dificulta a sucção do líquido.
- e) pressão no interior da boca assume praticamente o mesmo valor daquela que atua sobre o suco.

#### Feedback das respostas corretas



Com o canudo do lado de fora do líquido, não existe diferença de pressão capaz de provocar a subida do líquido, já que a pressão no interior da boca é igual à pressão atmosférica.

## 2.4. SITUAÇÃO INICIAL & SITUAÇÃO PROBLEMA

### Aula 01 – A Nossa Bomba de Sucção

Nesta aula deve ser realizada a leitura dos quadrinhos da figura 33, sobre a problemática da Bomba de Sucção, baseada em uma adaptação histórica. Em seguida, conduzir o aluno a construção de aparato experimental que simula a funcionalidade de uma bomba de sucção. Após a realização do Experimento I, deve ser feito um debate sobre os resultados obtidos. E logo após, o término da leitura dos quadrinhos da figura 34.

Figura 33 - Aula 01

**AULA 1: A NOSSA BOMBA DE SUCCÃO**

E aí, como vão vocês?! Vim para o século XVII, usando minha invenção.

E olha onde estou! Em um dos jardins do Duque de Toscana!

**Mas quem foi o Duque de Toscana?!**

Bom, Fernando II Médici foi um dos Duques de Toscana, entre 1621 à 1670.

... É tinha costeletas enormes!

Em 1640, Médici se deu conta de que precisava de um poço para irrigar seu lindo jardim, e foi aí onde tudo começou.

O lençol freático estava à 15 metros de profundidade! Então a solução foi construir uma Bomba de Sucção, que é o que eu vim dar uma olhada com vocês!

A Bomba de Sucção cria um "vazio" quando elevamos o pistão, a água então sobe pelo tubo enchendo-o

movimento acidentado do êmbulo

válvula

êmbulo

válvula

cilindro

Vamos ver como funciona na prática e construir nossa própria Bomba de Sucção!

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.



Figura 34 - Aula 01.



*Experimento I – Minha bomba de sucção*

- MATERIAIS UTILIZADOS:

Figura 35

Um recipiente de vidro de 30 a 40 cm, com tampa



Uma mangueira de vinil



Uma seringa de 60 ml



Bexigas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

- ROTEIRO

Primeiro enche-se as duas bexigas com o mesmo volume de ar.

Figura 36



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Um dos balões deve ser colocado no interior do recipiente e devidamente lacrado. Perfura-se a tampa e coloca-se a mangueira de vinil, tomando o cuidado de vedá-la.

Figura 37



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

A outra extremidade da mangueira deve ser conectada a seringa, também observando a devida vedação. Deve-se fazer um pequeno furo na parte superior da seringa com uma agulha e a tampá-la com o auxílio de uma bexiga vazia.

Figura 38



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Ao puxar o embolo o ar será retirado de dentro do recipiente. Obstruindo a mangueira e apertando o embolo, aparecerá um volume de ar no interior da bexiga, e ao ergue-la o ar será devidamente expelido. Repete-se este processo várias vezes até se retirar a maior quantidade de ar de dentro do recipiente.

- PERGUNTA:

Qual o efeito provocado sobre a bexiga que está dentro do recipiente? Você poderia dizer por que isto acontece?

- EXPLICAÇÃO:

Após as demonstrações experimentais discute-se os resultados obtidos. Neste primeiro momento, deve ser deixado em aberto as conclusões para que o aluno se sinta motivado a buscar a resposta para tal problema no andamento das próximas aulas.

## 2.5. EXPOSIÇÃO DIALOGADA SOBRE PRESSÃO

### Aula 02 – Pressão

Inicia-se a aula com a leitura da figura 39 dos quadrinhos trazendo a perspectiva de eventos do dia a dia do aluno, onde ele poderá perceber o conceito de pressão. Pede-



se ao aluno que observe esses fatos e lembre as grandezas Força e Área. Devem ser realizados dois experimentos onde o aluno poderá relacionar as grandezas força e área com a Pressão. Em seguida a aula deve ser finalizada com a leitura da figura 40 e o preenchimento das lacunas.

Figura 39 - Aula 02.

**AULA 2: PRESSÃO**

Você provavelmente já passou por esta situação

ou deve ter visto alguém fazer isto aqui

No nosso dia a dia nos deparamos com diversas situações em que se faz necessário definir certas grandezas

por exemplo, cortar algo com uma faca não amolada!

Ou quando vamos à praia e aprendemos a boiar

podemos identificar duas grandezas principais se relacionando em todos os casos...

Você pode notar que neles há sempre uma interação entre dois corpos, e daí poderíamos reconhecer uma grandeza. Qual é esta grandeza?

R:



Pode notar também que o espaço de contato é importante. Qual o nome desta grandeza?

R:

A partir dessas duas grandezas podemos definir um novo conceito, o de PRESSÃO. Mas como são associadas essas grandezas?



Figura 40-Aula 02



*Experimento II - Estoura ou não estoura?*

- MATERIAIS UTILIZADOS:

Figura 41

Bexigas



Tachinhas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

- ROTEIRO:

Primeiro enche-se as duas bexigas com o mesmo volume de ar. Pressiona-se a bexiga contra uma tachinha. Em seguida, pressiona-se a bexiga contra várias tachinhas.

- PERGUNTA:

Qual você supõe ser o efeito provocado no primeiro caso? E no segundo?

*Experimento III – Equilibrando no balão.*

MATERIAIS UTILIZADOS:

Figura 42

Bexigas



Tábua de madeira

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

- ROTEIRO:



Primeiro enche-se várias bexigas com o mesmo volume de ar. Apoia-se a tábua de madeira em cima das bexigas buscando o equilíbrio.

- PERGUNTA:

Por que as bexigas não estouram?

- EXPLICAÇÃO:

Após as demonstrações experimentais discute-se os resultados, baseados nas previsões feitas pelos alunos anteriormente. A discussão sobre o resultado é fundamental, pois possibilita a verificação da previsão inicial, ou seja, se a mesma foi mantida ou alterada, e de que modo pela experimentação. Em seguida compara-se os pensamentos dos alunos sobre o resultado.<sup>32</sup>

## 2.6. EXPOSIÇÃO DIALOGADA SOBRE DENSIDADE E PRESSÃO HIDROSTÁTICA

### Aula 03 – O que é densidade?

Esta aula deve começar com a leitura da página 5 da história em quadrinhos onde é apresentado o conceito de Densidade. Em seguida, deve ser realizado o Experimento IV onde o aluno poderá observar o efeito de líquidos com densidades diferentes. Depois retoma-se a leitura da página 6. E com o Experimento V o aluno poderá verificar a relação entre a pressão hidrostática e a altura da coluna de líquido. Para finalizar ele deverá completar a lacuna da página 6.

---

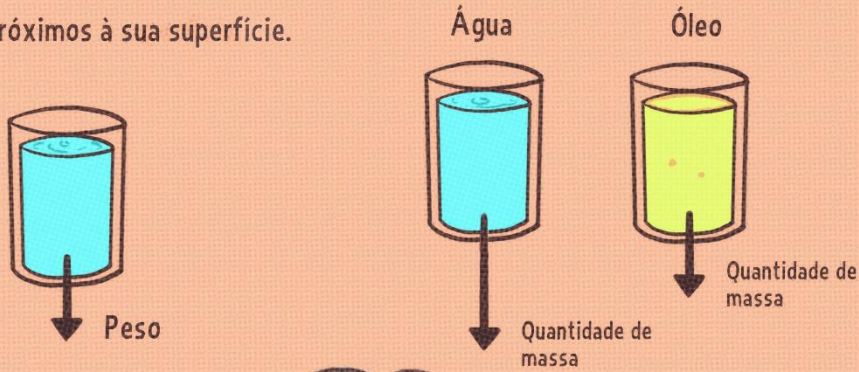
<sup>32</sup> Neste momento deve ser revisado o exercício número 2 do Questionário Inicial e comparadas, por debate, as respostas anteriores com as novas após o estudo da Aula 02.

Figura 43 - Aula 03.

## AULA 3: o que é DENSIDADE?

Todo fluido possui massa, conseqüentemente possui uma força Peso associada a ação que a gravidade da Terra exerce em todos os corpos próximos à sua superfície.

Fluidos diferentes possuem quantidade de massa diferentes para um mesmo volume ocupado.



Água Óleo

Peso

Quantidade de massa

Quantidade de massa

Chamamos a relação entre a massa e o volume de **DENSIDADE**

$Densidade = \frac{massa}{volume}$

Vamos fazer um teste?!

Figura 44 - Aula 03.

É fácil percebermos que a pressão de um líquido é tão maior quanto for a densidade do fluido, e como falamos da força peso, é importante notar que a pressão depende da aceleração da gravidade

**EXPERIÊNCIA!**

vamos ver outra relação da pressão...

Podemos então relacionar pressão com a altura do líquido.

Quanto maior a altura, \_\_\_\_\_ a pressão.

Desta forma chegamos a seguinte conclusão:

$$\text{pressão} = \text{densidade} \cdot \text{aceleração da gravidade} \cdot \text{altura}$$

Encontrei o experimento de Torricelli!!!

Olha!



*Experimento IV – Água & Óleo ou Óleo & Água*

- MATERIAIS UTILIZADOS:

Água

Óleo

Dois recipientes transparentes

- ROTEIRO:

Um dos recipientes enche-se completamente com água e o outro com óleo. Com o auxílio de um papel colocado em cima do recipiente com água, empilha-se o recipiente com óleo.

- PERGUNTA:

Como você explicaria o fato da água e o óleo trocarem de lugar?

*Experimento V – Onde a pressão da água é maior?*

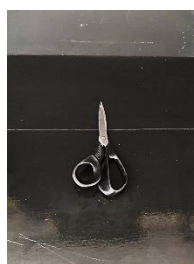
- MATERIAIS UTILIZADOS:

Figura 45

Garrafa



Tesoura



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

- ROTEIRO:

Deve ser feito três buracos na garrafa com a ajuda da tesoura. Os buracos não devem estar sobre uma mesma direção. Isto porque, quando deixar de sair o jato do

primeiro buraco, a água que sai deste pode influenciar os outros jatos posteriores. Encha a garrafa de água e tampe-a.

- PERGUNTA:

Observe a variação da intensidade dos jactos de água consoante a sua altura. Onde o jato tem maior alcance? Onde a pressão é maior?

- EXPLICAÇÃO:

Devem ser discutidos os resultados baseados nas previsões feitas pelos alunos anteriormente após as demonstrações experimentais. A discussão sobre o resultado é fundamental, de modo que nos possibilita verificar se a previsão inicial foi mantida ou alterada, e de que modo pela experimentação. Em seguida compara-se os pensamentos dos alunos sobre o resultado.<sup>33</sup>

## 2.7. EXPOSIÇÃO DIALOGADA SOBRE PRESSÃO ATMOSFÉRICA & NOVA SITUAÇÃO PROBLEMA

### Aula 04 – A primeira medição de pressão da atmosfera

Deve ser dada continuidade a leitura da história em quadrinhos agora na figura 46, onde o aluno através do Experimento VI poderá confrontar o resultado com sua resposta na Aula 01 (A nossa Bomba de Sucção). Segue-se lendo os quadrinhos onde o aluno completará a lacuna calculando a pressão atmosférica em termos de centímetros de mercúrio em relação a metros de coluna de água a partir da experiência de Torricelli.

Por fim, a última parte da UEPS traz uma discussão sobre como resolver o problema da Bomba de Sucção, em seguida, encerra-se a aula com a leitura dos quadrinhos da figura 47 e realização do Experimento VII.

---

<sup>33</sup> Neste momento deve ser revisado também o exercício número 1, 3 e 5 do Questionário Inicial e comparadas, por debate, as respostas anteriores com as novas respostas após o estudo da Aula 03.

Figura 46 - Aula 04.

## AULA 4: A primeira medição de Pressão da ATMOSFERA



Foi sabendo que  $p=d.g.h$ , que Torricelli imaginou que a água na bomba subia devido não ao “vazio” que era criado no interior da bomba, mas sim em virtude da pressão causada pela coluna de ar da atmosfera.

vamos ver isso de forma simples:

### EXPERIÊNCIA

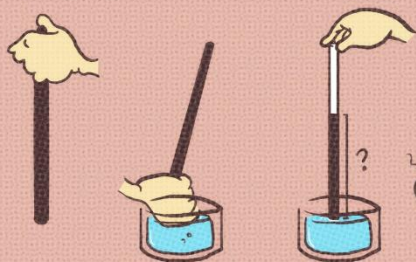


Como a água dentro do poço subia até somente a marca de 10,33 metros, Torricelli propôs que essa seria equivalente à pressão de atmosfera. Podemos escrever então:

$$1 \text{ atm} = 10,33 \text{ metros de coluna de água (m.c.a)}$$

Para comprovar sua teoria Torricelli propôs uma prática que ficou conhecida como a “Experiência de Torricelli”.

Ele encheu até a boca um tubo de mercúrio, tampou-o e colocou num recipiente que continha o mesmo líquido, tudo isso ao nível do mar.



O mercúrio é cerca de 13,6 vezes mais denso que a água, logo podemos concluir que um atmosfera equivale a \_\_\_\_\_ metros de mercúrio. Ou em centímetros: \_\_\_\_\_

devido a essa experiência de Torricelli, a pressão atmosférica foi medida pela primeira vez na história!!

Toricelli verificou que o nível de mercúrio no tubo descia deixando no alto um espaço aparentemente vazio, o que mais tarde passou a se chamar “vácuo torricelliano”.

Com estas informações você poderia explicar o que ocorre com a bexiga na experiência 1? R:



Figura 47 - Aula 04.



*Experiência VI – A água que sobe!*

- MATERIAIS UTILIZADOS:

Figura 48

Prato fundo



Vela



Água<sup>34</sup>



Fósforo ou isqueiro

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

- ROTEIRO:

Para montar o experimento você deve primeiramente colar a vela no centro do prato e depositar a água no fundo do prato. Depois, basta acender a vela e colocar o copo de vidro com a boca pra baixo, deixando a vela dentro do recipiente.

O que acontece a seguir é que a água começa a entrar no copo, ao mesmo tempo em que a chama da vela vai diminuindo, até que se apaga totalmente. Quando isso acontece, a água para de subir no copo.

- PERGUNTA:

---

<sup>34</sup> Pode ser adicionado corante para facilitar a visualização do fenômeno.



Você conseguiria explicar o fato de a água subir na garrafa? Consegue verificar alguma semelhança entre esse experimento e o Experimento I? Qual seria a solução para o jardim do Duque?

- **EXPLICAÇÃO:**

Devem ser discutidos os resultados após as demonstrações experimentais. Em seguida comparar os pensamentos dos alunos sobre o mesmo.<sup>35</sup>

*Experiência VII – Uma Bomba para o Duque!*

- **MATERIAIS UTILIZADOS:**

Motor

Uma mangueira de vinil

Duas tampas de garrafa

Pilhas

Cola quente

Reservatório para água

- **ROTEIRO:**

O primeiro passo é fazer dois furos na tampinha por onde passará a mangueira para saída de água e por onde encaixa-se o motor.

Fixa-se tanto a mangueira e o motor na tampinha usando cola quente, ou uma cola de secagem rápida, para vedar e evitar vazamentos.

Monta-se, com a ajuda de uma tampa de plástico, a engrenagem que deverá ser acoplada ao motor.

Na outra tampa deve ser feito também um furo por onde passará a mangueira para permitir a entrada de água.

Cola-se uma tampa a outra. Fixa-se a mangueira no reservatório (poço) de onde será retirado a água. Em seguida, é só ligar o motor.

---

<sup>35</sup> Neste momento deve ser revisado também o exercício número 4 e 6 do Questionário Inicial e comparados, por debate, as respostas anteriores com as novas respostas após o estudo da Aula 04.

- PERGUNTA:  
De onde vem a força para jogar a água para o reservatório?
- EXPLICAÇÃO:  
Discute-se os resultados obtidos após as demonstrações experimentais.

## 2.8. QUESTIONÁRIO FINAL

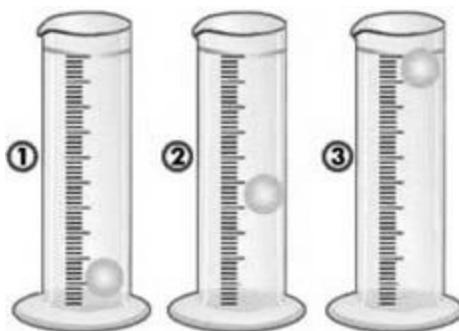
### Aula 05 – Teste Final

Esta última avaliação se estende aos conteúdos desta UEPS, com exercícios teóricos e algébricos que também interrelacionam os conceitos estudados.

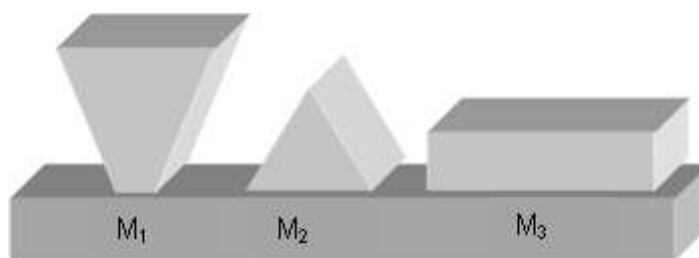
Devem ser retiradas as dúvidas sobre a aplicação, e a mesma realizada durante o tempo de uma aula (50 minutos).

### QUESTIONÁRIO

- 1) (UFPE) Para identificar três líquidos – de densidades 0,8, 1,0 e 1,2 – o analista dispõe de uma pequena bola de densidade 1,0. Conforme as posições das bolas apresentadas no desenho a seguir, podemos afirmar que:



- a) os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 0,8, 1,0 e 1,2.  
 b) os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,2, 0,8 e 1,0.  
 c) os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,0, 0,8 e 1,2.  
 d) os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,2, 1,0 e 0,8.  
 e) os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,0, 1,2 e 0,8.
- 2) Sobre o tampo de uma mesa estão presentes três objetos de formatos diferentes, mas de massas idênticas ( $M_1 = M_2 = M_3$ ), como na imagem a seguir. A pressão que exercem sobre o tampo da mesa são, respectivamente  $p_1$ ,  $p_2$  e  $p_3$ .



Qual é a relação entre as pressões exercidas sobre a mesa?

- a)  $p_1 = p_2 = p_3$       b)  $p_1 > p_2 > p_3$       c)  $p_2 > p_1 > p_3$   
 d)  $p_3 > p_2 > p_1$       e)  $p_1 > p_3 > p_2$

- 3) As pessoas residentes ou visitantes de países frios e que gostam de caminhar sobre a neve, quando o fazem não dispensam o *snowshoe*, ou sapato de neve ou raquete (pelo formato), como esse mostrado na figura.



Com o uso desses “sapatos”, ou raquetes, evita-se o afundamento dos pés na neve porque

- a) a força de reação sobre os pés da pessoa se torna mais intensa.  
 b) a sua parte plana permite um deslizamento sobre a neve  
 c) o equipamento é feito de material com boa aderência à neve  
 d) o material isolante do sapato não permite que a neve descongele  
 e) o peso da pessoa se distribui por uma área maior diminuindo a pressão sobre o solo
- 4) Uma das grandezas mais conhecidas do cotidiano das pessoas, a pressão é dada pela razão entre a força aplicada e a área onde essa força está sendo aplicada. Com o entendimento dessa simples relação matemática  $p = \frac{F}{A}$  é possível compreender diversos fenômenos do dia a dia, desde o porquê de a agulha das seringas serem bem finas e a importância de se afiar o corte de uma faca, até a necessidade de se colocar

vários pilares em pontos estratégicos para sustentar um prédio. Observe a figura abaixo, que exemplifica bem esse conceito.



Disponível em: <<http://www.fisica.net/hidrostatica/pressao.php>>. Acesso em: 25 mar. 2017.

Na figura acima, dois homens estão sobre uma região de areia movediça. Enquanto o homem da esquerda diz que está afundando rápido o homem da direita diz que está afundando devagar.

Analisando as opções abaixo, marque a alternativa correta sobre o conceito de pressão mostrado na figura.

- a) Para aumentar a pressão exercida sobre um ponto, basta aumentar a força.
- b) Os dois homens da figura afundam de formas diferentes na areia por causa da superfície de contato de cada um.
- c) Ao afiar o corte de uma faca a pessoa está fazendo com que a força aplicada aumente.
- d) Apenas é possível realizar pressão em objetos sólidos.
- e) Certamente o homem que está em pé na figura está afundando mais rápido porque é mais pesado.

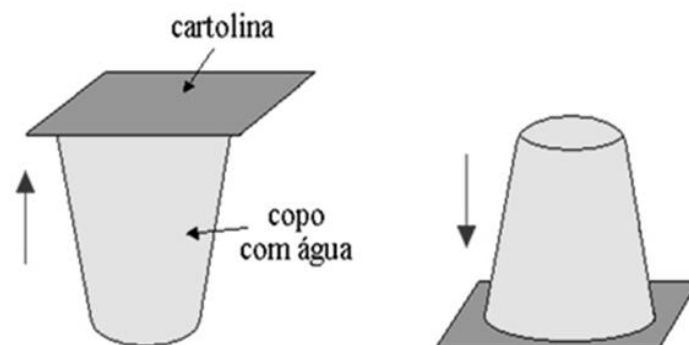
5) Selecione a alternativa que apresenta as palavras que preenchem corretamente as lacunas nas afirmações seguintes:

I - Na atmosfera terrestre, a pressão atmosférica ..... à medida que aumenta a altitude.

II - No mar, a pressão na superfície é ..... do que a pressão a dez metros de profundidade.

- f) aumenta – maior
- g) permanece constante – menor
- h) permanece constante – maior
- i) diminui – maior
- j) diminui – menor

- 6) Sabemos que é de suma importância a utilização, nas aulas de Física, de experimentos que tenham por finalidade auxiliar os alunos no entendimento de determinado assunto. Sendo assim, em suas aulas o professor deve sempre elaborar algumas experiências simples que podem auxiliá-lo na explicação do conteúdo e despertar o interesse por parte dos alunos pelo assunto estudado.



Disponível em: <<http://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/experimento-sobre-pressao-atmosferica.htm>>. Acesso em: 25 mar. 2017.

A figura acima mostra um experimento bastante conhecido e simples de fazer. Ele consiste em encher um copo com água até a superfície e colocar um pedaço de papel sobre a boca do copo (figura da esquerda). Até aí nada demais, mas ao virar o copo para baixo (figura da direita) percebe-se que o papel por algum motivo consegue segurar toda a água que tem dentro do copo. Analise as situações abaixo e em seguida faça o que se pede.

I – Tomar refrigerante pelo canudinho.

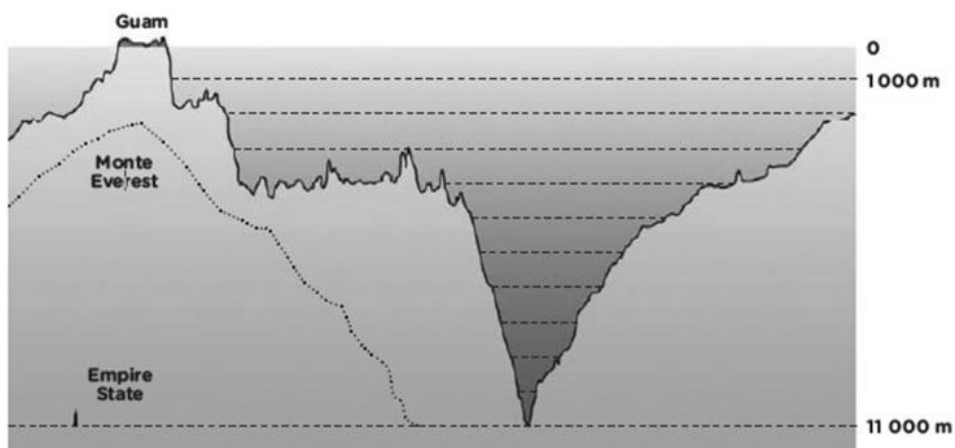
II – A porta da geladeira fica mais presa quando ela é fechada e sai um pouco de ar pelos furinhos da borracha.

III – Uma pessoa sente uma pequena pressão nos ouvidos quando está mergulhando.

Analisando a situação da figura e as situações acima, marque a alternativa que traz quais fenômenos podem ser explicados pelo conceito de pressão atmosférica.

- a) Figura e III                      d) I e II  
b) II e III                              e) Figura e III  
c) Figura, I e II

- 7) Para quem é fanático por mergulho ou gosta dos mistérios profundos dos oceanos, é impossível deixar de conferir um lugar muito sinistro que existe no planeta Terra. Localizado no Oceano Pacífico (próximo as Ilhas Marianas, na fronteira entre as placas tectônicas do Pacífico e das Filipinas), o local é chamado de a Fossa das Marianas, chegando a atingir a profundidade de 11.034 metros.



Disponível em: <<http://www.oarquivo.com.br/extraordinario/lugares-extraordinarios/1603-fossa-das-marianas.html>>. Acesso em: 25 mar. 2017.

Para se ter uma ideia, a figura acima mostra o Empire State, um dos maiores prédios do mundo, como um simples palitinho comparado à imensa profundidade da fossa das Marianas. Até mesmo o gigantesco Monte Evereste, com seus mais de 8 mil metros caberia totalmente dentro da fossa e ainda sobraria mais de 3 mil metros. No entanto, por ser uma região extremamente profunda, pouquíssimas foram as vezes em que o homem foi a esse lugar, uma vez que a pressão é gigantesca nessa profundidade.

Considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e a densidade da água igual a  $1000 \text{ kg/m}^3$ , determine quantas vezes a pressão no fundo da fossa das Marianas é maior que a pressão atmosférica com a qual as pessoas estão acostumadas.

- a) Mais de 300 vezes.
- b) Mais de 700 vezes.
- c) Mais de 1100 vezes.
- d) Mais de 500 vezes.
- e) Mais de 900 vezes.

8) (UFRGS-RS) A ideia da existência da pressão atmosférica surgiu no século XVII. Até então, o comportamento dos fluidos era explicado com base na teoria aristotélica, segundo a qual a natureza tem “horror ao vácuo”. Por exemplo, de acordo com essa teoria, um líquido não escorre do recipiente, a menos que entre ar no lugar do líquido que sai. Se o ar não puder entrar e, por hipótese, o líquido sair, vai formar-se vácuo no interior do recipiente; portanto, como a natureza tem “horror ao vácuo”, o líquido não sai. Torricelli duvidou dessa teoria e a refutou através de um celebre experimento com o qual demonstrou, entre outras coisas, que a natureza não tem “horror ao vácuo”, como bem sabemos nos dias de hoje. Partindo da ideia de que existe uma pressão

atmosférica, ele lançou uma nova teoria que implicava, entre outras, as seguintes afirmações.

- I. A camada de ar que envolve a Terra exerce peso sobre ela.
- II. Devido ao efeito da gravidade, a densidade do ar é maior ao nível do mar do que a grandes altitudes.
- III. A pressão atmosférica é maior ao nível do mar do que a grandes altitudes.

Quais dessas afirmações são hoje aceitas como corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas I e III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

9) (Fatec-SP) Uma piscina possui 10 m de comprimento, 5,0 m de largura e 2,0 m de profundidade e está completamente cheia de água.

(Dados: densidade da água =  $1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ; pressão atmosférica local =  $1,0 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ ; aceleração da gravidade local =  $10 \text{ m/s}^2$ ).

A pressão no fundo da piscina, em  $\text{N/m}^2$ , vale:

- a)  $2,0 \times 10^5$
- b)  $1,8 \times 10^5$
- c)  $1,6 \times 10^5$
- d)  $1,4 \times 10^5$
- e)  $1,2 \times 10^5$

10) (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. Uma experiência simples pode ser realizada, até mesmo em casa, para verificar esse princípio e a influência da pressão atmosférica sobre fluidos. São feitos três furos, todos do mesmo diâmetro, na vertical, na metade superior de uma garrafa plástica de refrigerante vazia, com um deles a meia distância dos outros dois. A seguir, enche-se a garrafa com água, até um determinado nível acima do furo superior; tampa-se a garrafa, vedando-se totalmente o gargalo, e coloca-se a mesma em pé, sobre uma superfície horizontal. Abaixo, estão ilustradas quatro situações para representar como ocorreria o escoamento inicial da água através dos furos, após efetuarem-se todos esses procedimentos. Assinale a opção correspondente ao que ocorrerá na prática.

a)



b)



c)



d)





### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) representa uma metodologia de ensino que visa tornar o processo de aprendizagem mais relevante e significativo para os alunos. A UEPS parte do pressuposto de que o aprendizado é mais eficiente quando o conteúdo abordado está diretamente relacionado às experiências pessoais e interesses dos discentes. Assim, busca-se envolver os estudantes de maneira ativa e interativa no processo de aprendizagem, estimulando a reflexão, a criatividade e o pensamento crítico.

A implementação da UEPS requer preparação cuidadosa por parte dos educadores. É necessário que eles estejam familiarizados com os conteúdos e estratégias pedagógicas essenciais para conduzir a atividade de maneira eficaz. Ademais, é imprescindível estar aberto ao diálogo com os alunos, para que a unidade seja realmente significativa e atenda às necessidades e interesses deles. Nesse sentido, é crucial que os professores estejam preparados para adaptar a metodologia de acordo com as necessidades e características de cada turma.

Trabalhar com a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa foi uma experiência enriquecedora e desafiadora. Ao utilizar essa metodologia, pôde-se perceber que os alunos se tornam mais engajados e motivados em aprender, uma vez que o processo de ensino se torna mais significativo e marcante para eles. Além disso, a metodologia permite uma maior interação entre os alunos e o professor, o que torna o ambiente de aprendizagem mais dinâmico e colaborativo.

De maneira geral, a experiência de trabalhar com a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa é altamente recomendada para aqueles que desejam promover uma educação mais relevante e engajadora. A implementação da UEPS demanda uma mudança na forma como os professores concebem e conduzem o processo de ensino, porém, os resultados positivos obtidos com a utilização da metodologia mostram que o esforço empreendido vale a pena.