

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**

SHEILA BORGES GONÇALVES

**UMA PROPOSTA DE UEPS PARA A CONSTRUÇÃO DOS
CONCEITOS FÍSICOS RELACIONADOS À HIDROSTÁTICA NO
ENSINO MÉDIO**

VITÓRIA
2022

SHEILA BORGES GONÇALVES

**UMA PROPOSTA DE UEPS PARA A CONSTRUÇÃO DOS
CONCEITOS FÍSICOS RELACIONADOS À HIDROSTÁTICA NO
ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEEnFis) do Centro de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Dias Pereira

Coorientadora: Profa. Dra. Marcia Regina Santana Pereira

Vitória
2022

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

G635p Gonçalves, Sheila Borges, 1977-
 Uma proposta de UEPS para a construção dos conceitos
 físicos relacionados à hidrostática no ensino médio / Sheila
 Borges Gonçalves. - 2022.
 263 f. : il.

Orientador: Rodrigo Dias Pereira.

Coorientadora: Marcia Regina Santana Pereira.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) -
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências
Exatas.

1. Física (Ensino médio). 2. Hidrostática. I. Pereira,
Rodrigo Dias. II. Pereira, Marcia Regina Santana. III.
Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências
Exatas. IV. Título.

CDU: 53



" Uma Proposta de UEPS para a Construção dos Conceitos Físicos Relacionados à Hidrostática no Ensino Médio "

Sheila Borges Gonçalves

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 11 de novembro de 2022.

Banca Examinadora



Documento assinado digitalmente
MARCIA REGINA SANTANA PEREIRA
Data: 16/12/2022 14:52:08-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof^a. Dr^a. Márcia Regina Santana Pereira
(CoOrientadora: PPGEnFis/UFES)

Prof. Dr. Márcio de Sousa Bolzan
(Membro Externo: IFES/Campus Alegre)

Prof. Dr. Gustavo Viali Loyola
(Membro Interno: PPGEnFis/UFES)



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

PROTOCOLO DE ASSINATURA



O documento acima foi assinado digitalmente com senha eletrônica através do Protocolo Web, conforme Portaria UFES nº 1.269 de 30/08/2018, por
GUSTAVO VIALI LOYOLA - SIAPE 2256614
Departamento de Ciências Naturais - DCN/CEUNES
Em 20/12/2022 às 07:29

Para verificar as assinaturas e visualizar o documento original acesse o link:
<https://api.lepisma.ufes.br/arquivos-assinados/625291?tipoArquivo=O>



Emitido em 2022

DOCUMENTO EXTERNO Nº 3/2022 - ALE-CCLCB (11.02.15.01.08.02.11)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 20/12/2022 17:09)

MARCIO DE SOUSA BOLZAN

COORDENADOR - TITULAR

ALE-CCLCB (11.02.15.01.08.02.11)

Matrícula: 1788482

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ifes.edu.br/documentos/> informando seu número: **3**, ano: **2022**, tipo: **DOCUMENTO EXTERNO**, data de emissão: **20/12/2022** e o código de verificação: **244bf37c71**

*Dedico este trabalho à minha mãe
Madalena, ao meu pai Antonio e ao meu
irmão Anildo que sempre me incentivaram
com muito amor e cuidado.*

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo infinito amor e cuidado.

Aos meus pais, Madalena e Antonio, que sempre me apoiaram com muito amor e cuidado.

Ao meu irmão Anildo pelo companheirismo e por toda a ajuda com a furadeira e parafusos na montagem dos experimentos deste trabalho.

Ao meu professor orientador Rodrigo Dias Pereira pelas valiosas contribuições dadas nesta pesquisa.

À minha professora coorientadora Marcia Regina Santana Pereira pela gentileza e disponibilidade contribuindo para a concretização desta dissertação.

Aos professores do curso de Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEnFis) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) por todos os ensinamentos, vocês foram parte fundamental desta caminhada.

Aos meus amigos de curso, Ozeias Pereira, Tatiana Teubner e Wesley Menelli, pelo companheirismo, incentivo e troca de ideias.

À CAPES pela bolsa de estudos ofertada como incentivo a docência e a formação profissional.

Aos meus queridos alunos pelo carinho e interesse na participação deste trabalho.

Ao meu aluno Mackson Ferreira Alves pela sua arte nas ilustrações desta dissertação.

À equipe pedagógica e corpo docente da escola ao qual eu trabalho pelo apoio e colaboração para a aplicação do produto educacional desta pesquisa.

Aos meus amigos e amigas que de alguma forma fizeram parte desta jornada.

RESUMO

Este trabalho é uma pesquisa-ação por meio do qual propôs-se uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa utilizada para aplicação em turmas da 1ª série do Ensino Médio na ocasião da apresentação dos conceitos de Hidrostática. Observou-se que muitas das situações abordadas na Hidrostática são comuns no dia a dia de grande parte dos alunos, principalmente em um estado litorâneo como é o Espírito Santo. Assim como ocorre na Mecânica e na Eletricidade, os alunos apresentam dificuldade de abandonar suas concepções espontâneas com relação ao assunto. Diante deste cenário e da escassez de trabalhos com esta temática foi proposto, neste trabalho, o desenvolvimento de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o ensino de Hidrostática e que se utilizou diferentes materiais e estratégias de ensino. Como referencial teórico, utilizou-se a Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel e as orientações de Moreira para o desenvolvimento de uma UEPS. O trabalho foi dividido em 3 etapas, totalizando 11 aulas de 50 minutos. Na primeira etapa do trabalho, aplicou-se um teste diagnóstico. A partir dos resultados obtidos no pré-teste verificou-se a necessidade de adequação/adaptação dos materiais instrucionais. Optou-se por desenvolver uma série de aulas nas quais foi possível corrigir dificuldades observadas e, ao mesmo tempo, introduzir os conceitos físicos relacionados com a Hidrostática. Nas aulas 2 a 10 foram desenvolvidos os conteúdos de Hidrostática: pressão, pressão atmosférica, densidade, teorema de Stevin, vasos comunicantes, princípio de Pascal, prensa hidráulica, empuxo e o teorema de Arquimedes. Para tal, foram utilizados, experimentos demonstrativos e colaborativos, simulação computacional, vídeos, exercícios e um jogo didático. Na última etapa aplicou-se um pós-teste, constituídos de questões semelhantes ao pré-teste, porém com um maior nível de aprofundamento. A comparação entre os resultados do pré e pós-teste forneceu indícios a respeito da influência do material instrucional desenvolvido e aplicado.

Palavras chave: Hidrostática. Materiais Instrucionais. Teoria da Aprendizagem Significativa. UEPS.

ABSTRACT

This work is an action research through which was proposed a Teaching Unit Potentially Significant used for application in 1st grade high school classes on the occasion of the presentation of Hydrostatic concepts. It is observed that many of the situations addressed in hydrostatics are common to everyday life of most students, especially in a coastal state like Espírito Santo. As it happens in mechanics and electricity, students have difficulty abandoning their spontaneous conceptions regarding the subject. Given this scenario and the scarcity of work with this theme was proposed in this work, the development of a Teaching Unit Potentially Significant to teach Hydrostatic and that used different materials and teaching strategies. As a theoretical reference, it was used the Ausubel's Theory of Meaningful Learning and Moreira's guidelines for the development of a UEPS. The work was divided into three stages, totaling 11 classes of 50 minutes. In the first stage of the work, a diagnostic test was applied. From the results obtained in the pre-test it was verified the need for adequacy/adaptation of the instructional materials. It was decided to develop a series of classes in which it was possible to correct observed difficulties and, at the same time, introduce physical concepts related to Hydrostatics. In classes 2 to 10 the contents of Hydrostatics were developed: pressure, atmospheric pressure, density, Stevin's theorem, communicating vessels, Pascal's principle, hydraulic press, buoyancy and Archimedes' theorem. For this, it was used demonstrative and collaborative experiments, computer simulation, videos, exercises and a didactic game. In the last stage a post-test was applied, consisting of questions similar to the pre-test, but with a higher level of depth. The comparison between the pre and post-test results provided indications about the influence of the developed and applied instructional material.

Keywords: Hydrostatics. Instructional Materials. Meaningful Learning Theory. UEPS.

SIGLAS

| | |
|-----------------|---|
| APNPs | Atividades Pedagógicas Não Presenciais |
| BNCC | Base Nacional Comum Curricular |
| CBC | Conteúdo Básico Comum |
| ENEM | Exame Nacional do Ensino Médio |
| IFES | Instituto Federal do Espírito Santo |
| MEC | Ministério da Educação |
| PCNs | Parâmetros Curriculares Nacionais |
| PNLD | Programa Nacional do Livro Didático |
| PPGEnFis | Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física |
| SI | Sistema Internacional de Unidades |
| Sisu | Sistema de Seleção Unificada |
| TDIC | Tecnologia Digitais de Informação e Comunicação |
| UEPS | Unidade de Ensino Potencialmente Significativa |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Um fluido possui movimento relativo devido à tensão tangencial..... | 34 |
| Figura 2 - Um recipiente rígido e fechado cheio de fluido..... | 35 |
| Figura 3 - A porção cilíndrica reta do líquido mostrada está em equilíbrio estático...37 | |
| Figura 4 - Aplicabilidades do princípio de Pascal..... | 39 |
| Figura 5 - Representação do líquido incompressível confinado em um cilindro com êmbolo móvel..... | 40 |
| Figura 6 - Representação simplificada de uma prensa hidráulica..... | 41 |
| Figura 7 - Princípio de Arquimedes. A força de empuxo é uma consequência da pressão do fluido..... | 43 |
| Figura 8 - Um corpo flutua na posição em que foi abandonado em um líquido, assim esse corpo que flutua desloca um peso de fluido igual ao seu peso..... | 44 |
| Figura 9 - Um corpo se dirigindo para a superfície de um líquido..... | 45 |
| Figura 10 - Um corpo afundando no interior de um líquido..... | 46 |
| Figura 11 - Página virtual para gerar nuvens de palavras online - WordArt.com..... | 50 |
| Figura 12 - Aluna perfurando o bombom com uma rolha de cortiça..... | 51 |
| Figura 13 - Aluno perfurando o bombom com uma pequena haste..... | 52 |
| Figura 14 - Aluna perfurando o bombom com um palito de madeira pontiagudo..... | 53 |
| Figura 15 - Sucesso no desafio do bombom..... | 53 |
| Figura 16 - Dois tijolos iguais sobre a superfície horizontal da mesa..... | 54 |
| Figura 17 - Atividade colaborativa..... | 55 |
| Figura 18 - Tijolos sobre uma superfície maleável por 30 segundos..... | 55 |
| Figura 19 - Modelagem da expressão matemática do conceito de pressão exercida por uma força sobre uma superfície..... | 56 |

| | |
|---|--------------------------------------|
| Figura 20 - Experimento demonstrativo “Água subindo” | 57 |
| Figura 21 - Aluno bebendo o suco utilizando um canudo..... | 57 |
| Figura 22 - Aluno tentando beber o suco com dois canudos..... | 58 |
| Figura 23 - Explicação do conceito de pressão atmosférica..... | 59 |
| Figura 24 - Medição das massas de algodão e areia..... | 60 |
| Figura 25 - Diferença entre as porções com mesma massa de areia e de algodão.. | |
| | Erro! Indicador não definido. |
| Figura 26 - Experimento “Flutua ou afunda” | 62 |
| Figura 27 - Parafina no álcool, e em seguida adicionando água..... | 63 |
| Figura 28 - Parafina na mistura de álcool com água..... | 64 |
| Figura 29 - Realização dos exercícios conceituais do livro-texto..... | 65 |
| Figura 30 - Página inicial do simulador Sob Pressão..... | 66 |
| Figura 31 - Realização do roteiro experimental do simulador virtual “Sob Pressão”. 67 | |
| Figura 32 - Modelagem da expressão matemática do teorema de Stevin e explicação do sistema de vasos comunicantes..... | 68 |
| Figura 33 - Alunos medindo nível na parede para um suposto assentamento de azulejos..... | 69 |
| Figura 34 - Exibição do vídeo “Como funcionam as eclusas. O que é eclusa?..... | 69 |
| Figura 35 - Experimento “Vasos comunicantes” | 70 |
| Figura 36 - Vasos comunicantes: a ligação de dois recipientes por duto..... | 71 |
| Figura 37 - Objeto de massa 812 g sendo colocado na seringa de êmbolo maior.... | 72 |
| Figura 38 - O mesmo objeto sendo colocado na seringa de êmbolo menor..... | 73 |
| Figura 39 - Aula expositiva participativa sobre o princípio de Pascal..... | 74 |
| Figura 40 - Aplicabilidade do princípio de Pascal: a seringa de injeção..... | 75 |
| Figura 41 - Tipos de aplicações de injeções..... | 75 |

| | |
|---|----|
| Figura 42 - Apresentação do jogo “Bolinha no labirinto hidráulico”..... | 77 |
| Figura 43 - As duplas manipulando o jogo “labirinto hidráulico”..... | 78 |
| Figura 44 - Um dos alunos da dupla escolhendo uma carta para responderem a pergunta do jogo..... | 79 |
| Figura 45 - Objeto suspenso fora e dentro da água..... | 80 |
| Figura 46 - Mergulhando uma bola em um líquido..... | 80 |
| Figura 47 - Aula expositiva participativa sobre o princípio de Arquimedes..... | 81 |
| Figura 48 - Balança de braço em equilíbrio..... | 82 |
| Figura 49 - Balança desequilibrada - Força de Empuxo “atuando” na pedra..... | 83 |
| Figura 50 - Volume de água sendo deslocado pela pedra..... | 84 |
| Figura 51 - Retorno da água deslocada: equilíbrio..... | 85 |
| Figura 52 - Bloco de madeira (corpo) flutuando na água..... | 86 |
| Figura 53 - Bloquinho de madeira (corpo) deslocando água ao entrar no recipiente com ladrão..... | 87 |
| Figura 54 - Medindo o peso da água deslocada..... | 88 |
| Figura 55 - Medindo o peso do bloquinho de madeira (corpo)..... | 88 |
| Figura 56 - Aula expositiva participativa para a modelagem da expressão matemática do conceito de empuxo..... | 89 |
| Figura 57 - Marcação do nível da água em um copo com cubos de gelo..... | 90 |
| Figura 58 - Verificação do nível da água no copo após o derretimento dos cubos de gelo..... | 91 |
| Figura 59 - Exemplos de respostas que os alunos mostraram um conhecimento físico e sentimental sobre o conceito de pressão..... | 97 |
| Figura 60 - Exemplos de respostas que os alunos mostraram um conhecimento somente sentimental sobre o conceito de pressão..... | 98 |

| | |
|---|-----|
| Figura 61 - Exemplos de respostas que os alunos mostraram um conhecimento físico sobre o conceito de pressão..... | 99 |
| Figura 62 - Resposta do aluno que descreveu o conceito físico de pressão correto..... | 100 |
| Figura 63 - Nuvens de palavras sobre o conceito de pressão formadas pelas turmas..... | 101 |
| Figura 64 - Exemplo de resposta das observações realizadas na 1ª tentativa do desafio do bombom..... | 103 |
| Figura 65 - Exemplo de resposta das observações realizadas na 2ª tentativa do desafio do bombom..... | 104 |
| Figura 66 - Exemplos de respostas das observações realizadas na 3ª tentativa do desafio do bombom..... | 105 |
| Figura 67 - Exemplos de respostas onde os alunos perceberam a influência da área na pressão exercida por dois tijolos iguais em posições diferentes sobre a mesa.. | 106 |
| Figura 68 - Exemplos de respostas onde os alunos não perceberam a influência da área na pressão exercida por dois tijolos iguais em posições diferentes sobre a mesa..... | 107 |
| Figura 69 - Exemplos de respostas do pensamento comum dos grupos sobre o desafio do bombom e a situação-problema dos dois tijolos sobre a mesa em posições diferentes..... | 109 |
| Figura 70 - Exemplos de respostas dos grupos em relação ao experimento dos tijolos em posições diferentes sobre uma superfície maleável..... | 110 |
| Figura 71 - Resposta de um grupo em relação ao experimento dos tijolos sobre a superfície maleável que os alunos não tiveram uma construção correta do conceito de pressão..... | 112 |
| Figura 72 - Exemplos de respostas dos grupos sobre as palavras relacionadas com o conceito físico de pressão formada na nuvem..... | 112 |
| Figura 73 - Respostas dos grupos que ainda relacionaram pressão com o sentido emocional mesmo sendo orientados a se expressarem somente fisicamente sobre o conceito..... | 113 |

| | |
|--|-----|
| Figura 74 - Exemplos de respostas dos grupos sobre a relação entre pressão e as grandezas físicas do qual esse conceito depende..... | 114 |
| Figura 75 - Respostas dos grupos que não se expressaram da maneira adequada sobre o conceito de pressão..... | 114 |
| Figura 76 - Exemplos de desenhos onde os alunos utilizaram o mesmo volume para representar o 1 kg de areia e o 1 kg de algodão..... | 117 |
| Figura 77 - Exemplos de respostas sobre a diferença entre materiais de mesma massa..... | 118 |
| Figura 78 - Exemplos de respostas dos alunos sobre o mergulho em águas cada vez mais profundas..... | 125 |
| Figura 79 - Exemplos de respostas incoerentes em relação a pergunta sobre o mergulho em águas cada vez mais profundas..... | 127 |
| Figura 80 - Exemplos de respostas dos alunos, explorando o simulador livremente, sobre quais grandezas físicas variam a pressão em um tanque aberto contendo um líquido homogêneo e em equilíbrio..... | 128 |
| Figura 81 - Exemplo de resposta que evidencia a percepção dos alunos em relação ao aumento do valor da pressão com o aumento da profundidade do medidor..... | 130 |
| Figura 82 - Exemplo de resposta que evidencia que os alunos perceberam que a pressão no fundo do tanque, sem a influência da atmosfera, dependia somente do líquido..... | 130 |
| Figura 83 - Exemplo de resposta que evidencia que os alunos concluíram que a pressão no fundo do tanque é a soma da pressão atmosférica com a pressão do líquido..... | 131 |
| Figura 84 - Exemplo de resposta que evidencia que os alunos perceberam que a pressão no fundo do tanque dependia do valor da densidade do líquido..... | 131 |
| Figura 85 - Exemplos de respostas que evidenciam que os alunos perceberam a influência da gravidade do local na pressão exercida sobre o tanque..... | 132 |
| Figura 86 - Exemplos de respostas que evidenciam que os alunos perceberam que a pressão entre dois pontos no líquido do tanque que estavam a uma mesma altura eram iguais..... | 133 |

| | |
|--|-----|
| Figura 87 - Exemplos que respostas que evidenciam que os alunos perceberam as grandezas físicas influenciadoras na pressão hidrostática..... | 133 |
| Figura 88 - Exemplos de respostas que evidenciam que os alunos entendem que corpos submersos em um líquido sofrem uma força para cima chamada empuxo, e que o volume de líquido deslocado pelo corpo tem peso igual ao valor da força de empuxo..... | 138 |
| Figura 89 - Exemplos de respostas que evidenciam que os alunos conseguiram entender como um corpo pode flutuar em equilíbrio na superfície de um líquido.... | 141 |
| Figura 90 - Exemplos de respostas que evidenciam que os alunos perceberam a diminuição do volume do gelo que derreteu, ocupando o espaço da água deslocada pela parte do gelo que estava submersa..... | 143 |
| Figura 91 - Exemplos de respostas que evidenciam que os alunos acharam a pergunta realizada sobre o experimento de alta complexidade, dificultando perceberem que o nível da água continuaria o mesmo..... | 145 |
| Figura 92 - Nuvem de palavras das turmas com as novas concepções dos alunos sobre o conceito físico de pressão..... | 147 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1 - Porcentagem de acertos das questões do pré-teste das turmas TA e TB..... | 102 |
| Tabela 2 - Porcentagem de acertos das questões dos exercícios propostos do livro-texto..... | 124 |
| Tabela 3 - Porcentagem de acertos dos pós-teste das turmas TA e TB..... | 148 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|-----|
| Quadro 1 - Competências específicas da área de Ciências da Natureza e suas tecnologias..... | 22 |
| Quadro 2 - Habilidades da área de Ciências da Natureza e suas tecnologias..... | 23 |
| Quadro 3 -Injeções e suas aplicações..... | 76 |
| Quadro 4 - Síntese da UEPS proposta..... | 92 |
| Quadro 5 - Os conceitos físicos sobre Hidrostática abordados nas questões do pré-teste..... | 102 |
| Quadro 6 - Os conceitos físicos abordados nos exercícios realizados utilizando o livro-texto..... | 123 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 21 |
| 1.1 OBJETIVOS..... | 25 |
| 1.1.1 OBJETIVO GERAL..... | 25 |
| 1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 25 |
| 1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO..... | 26 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO..... | 27 |
| 2.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA..... | 27 |
| 2.1.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA..... | 27 |
| 2.1.2 CONDIÇÕES PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA..... | 28 |
| 2.1.3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E APRENDIZAGEM MECÂNICA..... | 29 |
| 2.1.4 ORGANIZADORES PRÉVIOS..... | 30 |
| 2.2 UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA..... | 31 |
| 2.3 A HIDROSTÁTICA..... | 33 |
| 2.3.1 OS FLUIDOS..... | 33 |
| 2.3.2 PRESSÃO EXERCIDA POR UMA FORÇA SOBRE UMA SUPERFÍCIE.. | 34 |
| 2.3.3 DENSIDADE E MASSA ESPECÍFICA..... | 36 |
| 2.3.4 TEOREMA DE STEVIN..... | 37 |
| 2.3.5 PRINCÍPIO DE PASCAL..... | 38 |
| 2.3.6 PRENSA HIDRÁULICA..... | 40 |
| 2.3.7 PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES..... | 41 |
| 2.3.8 CONDIÇÕES DE FLUTUAÇÃO DE UM CORPO..... | 43 |
| 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS..... | 47 |
| 3.1 OS SUJEITOS DA PESQUISA..... | 47 |
| 3.2 TIPO DE PESQUISA..... | 47 |
| 3.3 ETAPAS DO TRABALHO..... | 47 |
| 4. A SEQUÊNCIA DE ENSINO..... | 49 |
| 4.1 PLANEJAMENTO E SEQUÊNCIA DAS AULAS..... | 49 |
| 4.1.1 Etapa 01 - Pré-aula/ Situações iniciais..... | 49 |

| | |
|---|-----|
| 4.1.2 – Etapa 02 – A sequência de aulas..... | 50 |
| a) 1ª Aula..... | 50 |
| b) 2ª Aula - Situações-problema..... | 56 |
| c) 3ª Aula - Aprofundando conhecimentos..... | 64 |
| d) 4ª Aula - Novos conhecimentos – diferenciar progressivamente e reconciliar integrando..... | 65 |
| e) 5ª Aula – Teorema de Stevin..... | 66 |
| f) 6ª Aula – Vasos Comunicantes..... | 67 |
| g) 7ª Aula – Princípio de Pascal..... | 71 |
| h) 8ª Aula – Empuxo..... | 79 |
| i) 9ª Aula..... | 89 |
| 4.1.3 Etapa 03 – Pós-teste..... | 91 |
| 4.2 CRONOGRAMA DE APLICAÇÃO DA UEPS..... | 92 |
| 5. RESULTADOS E ANÁLISE..... | 95 |
| 5.1 Nuvem de Palavras e Pré-teste..... | 95 |
| 5.2 Pressão exercida por uma força sobre uma superfície..... | 103 |
| 5.3 Pressão atmosférica e densidade de um corpo..... | 115 |
| 5.4 Exercícios propostos do livro-texto..... | 123 |
| 5.5 Teorema de Stevin – Conhecendo o simulador virtual..... | 124 |
| 5.6 Teorema de Stevin – Experimento simulador virtual..... | 129 |
| 5.7 Vasos comunicantes – Experimento mangueira de nível..... | 134 |
| 5.8 Princípio de Pascal: Aplicabilidades e Jogo hidráulico..... | 136 |
| 5.9 Empuxo: Laboratório de investigação..... | 137 |
| 5.10 Empuxo e o Princípio de Arquimedes..... | 142 |
| 5.11 Pós-teste..... | 147 |
| 6. CONCLUSÃO..... | 149 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 152 |
| APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO..... | 155 |
| APÊNDICE B – PRÉ-AULA..... | 156 |
| APÊNDICE C – ATIVIDADES EXPERIMENTAIS I..... | 160 |

| | |
|--|-----|
| APÊNDICE D – ATIVIDADE CONCEITUAL I..... | 164 |
| APÊNDICE E – SIMULADOR VIRTUAL..... | 166 |
| APÊNDICE F – ATIVIDADES EXPERIMENTAIS II..... | 169 |
| APÊNDICE G – ATIVIDADE CONCEITUAL II..... | 171 |
| APÊNDICE H – PÓS-TESTE..... | 172 |
| APÊNDICE I – JOGO “LABIRINTO HIDRÁULICO”: CARTAS DE AFIRMATIVAS.. | 175 |
| APÊNDICE J – APRESENTAÇÃO DE IMAGENS PARA AS AULAS EXPOSITIVAS PARTICIPATIVAS..... | 177 |
| APÊNDICE K – CONSTRUÇÃO DOS EXPERIMENTOS E DO JOGO DIDÁTICO | 185 |
| APÊNDICE L – PRODUTO EDUCACIONAL..... | 197 |

1. INTRODUÇÃO

Observou-se que os alunos egressos do Ensino Fundamental apresentam duas importantes questões com relação à Física: a primeira é que a Física é uma disciplina muito difícil, que envolve cálculos complexos, muitas fórmulas e que é muito “chata”.

A segunda é que os alunos veem os fenômenos físicos como algo distante de sua realidade onde somente os cientistas em seus laboratórios possuem conhecimentos para tal aprendizado e destes ambientes saem as fórmulas dos conceitos físicos que irão atormentá-los no ensino médio.

Segundo Carvalho Júnior (2002, p. 54), uma das concepções do ensino de Física nos níveis fundamental e médio é que:

(...) a concepção matematizada dá grande ênfase às equações que permeiam a Física. Assim, o mais importante, nessa concepção, é a memorização de leis e fórmulas para a posterior aplicação na resolução de problemas. Imagina-se a Física como um conhecimento pronto que deve ser transmitido aos alunos.

Parte desta visão dos discentes vem do ensino tradicional e mecânico que são ministrados nos ambientes escolares, onde o professor expõe os conteúdos e as fórmulas dos conceitos físicos e o aluno de forma passiva faz a aplicabilidade dessas equações em situações-problema que muitas vezes não fazem parte da sua realidade cotidiana, dificultando assim a assimilação do aprendizado de maneira significativa.

Por outro lado, tem-se que uma das competências gerais da educação básica no Brasil, é:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BRASIL, 2017).

e que na Educação Básica, a área de Ciências da Natureza na qual a Física está inserida, deve:

...contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias. O desenvolvimento dessas práticas e a interação com as demais áreas do conhecimento favorecem discussões sobre as implicações éticas, socioculturais, políticas e econômicas de temas relacionados às Ciências da Natureza. (BRASIL, 2017, p. 537)

No Quadro 1, apresenta-se quais as competências específicas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, segundo a BNCC.

Quadro 1 - Competências específicas da área de Ciências da Natureza e suas tecnologias.

| COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS PARA O ENSINO MÉDIO |
|---|
| 1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global. |
| 2. Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis. |
| 3. Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). |

Fonte: Brasil, p. 539, 2018

Ademais, tem-se na BNCC a apresentação de competências específicas e habilidades que devem ser desenvolvidas pelas disciplinas/conteúdos que compõem a área de Ciências da Natureza. No Quadro 2, dentre as 23 (vinte e três) habilidades destacam-se 04 (quatro) delas que tem relação com o conteúdo que se abordou neste trabalho.

Quadro 2 - Habilidades da área de Ciências da Natureza e suas tecnologias.

| HABILIDADES DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS PARA O ENSINO MÉDIO |
|---|
| Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental. |
| Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica. |
| Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos – interpretando gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) –, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural. |
| Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações. |

Fonte: Brasil, p. 559, 2018

Também é importante lembrar-se que os antigos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), que foram substituídos pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), apontam algumas características no ensino de física que geravam o desinteresse por parte do aluno. De onde pode-se observar que:

O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. (BRASIL, 2000, p.22)

Considerando todos estes aspectos e apesar de não encontrarmos de forma direta e explícita a temática “Hidrostática” no Conteúdo Básico Comum (CBC) nos documentos do Currículo Básico Escola Estadual do Estado do Espírito Santo, optou-se trabalhar com esta temática devido à presença do tema tanto nos principais livros didáticos aprovados pelo MEC para o PNLN em curso, quanto sua cobrança no Sisu/Enem e em outros processos seletivos. A título de exemplificação, apresenta-se o item 3.1 do

anexo da matriz de referência do ENEM onde são apresentados os objetos de conhecimento associados às matrizes de referência.

O movimento, o equilíbrio e a descoberta de leis físicas – [...] A hidrostática: aspectos históricos e variáveis relevantes. Empuxo. Princípios de Pascal, Arquimedes e Stevin: condições de flutuação, relação entre diferença de nível e pressão hidrostática. Disponível em: <https://download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf>. Acesso em: 15 de ago. de 2020.

Deve-se considerar ainda um momento atípico mundial no ano de 2020 com a disseminação do vírus coronavírus que gerou a pandemia da Covid 19, causando grandes impactos em todos os setores, inclusive na Educação, fazendo as Secretarias de Educação redesenharem a metodologia e ferramentas empregadas no modelo de ensino vigente. Dessa forma, o Estado do Espírito Santo implementou novas orientações curriculares com o programa EscoLar: Atividades Pedagógicas Não Presenciais (APNPs), onde os processos de ensino e aprendizagem foram mediados por tecnologias digitais de informação e comunicação, devido a obrigatoriedade do distanciamento social para evitar a propagação do vírus. Assim sendo, as escolas recebiam as orientações sobre os conteúdos a serem ministrados por disciplina a cada trimestre. Com a distribuição de vacinas desenvolvidas em tempo recorde, entrou-se no momento do “novo normal”, e em meados do 2º trimestre de 2021 as aulas presenciais retornaram com os devidos cuidados obrigatórios, respeitando os protocolos de biossegurança, para manter a redução da transmissão da doença. As orientações curriculares do programa EscoLar continuaram, e a proposta apresentada à disciplina de Física para o terceiro trimestre nas turmas da primeira série do Ensino Médio incluía Hidrostática nos objetos de conhecimentos. Desse modo, o retorno das aulas presenciais e a inclusão do conteúdo de Hidrostática no terceiro trimestre facilitaram e contribuíram para a aplicação do produto educacional deste trabalho.

Diante de todo este cenário, desenvolveu-se este trabalho, o qual apresenta a temática Hidrostática e suas primeiras aplicações, para os estudantes do Ensino Médio, através de experiências vivenciadas na escola e fora do meio escolar, buscou-se de uma maneira mais criteriosa despertar e desenvolver a curiosidade nos alunos, o texto apresenta não somente o tema proposto como base, mas também o papel que a escola ocupa em torno da relação ensino-aprendizagem.

Como produto deste trabalho propôs-se uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa multi-instrumentos composta de 11 (onze) aulas com o objetivo de prover aos estudantes conceitos fundamentais do tema, sem exigir do professor grandes adaptações em seu planejamento para que possa cumprir o Currículo Mínimo. Sendo assim, esta Unidade de Ensino composta por vários materiais instrucionais, tais como, vídeos, experimentos, simulador computacional e jogo didático foi preparada para que o estudante pudesse interagir com os conceitos de Hidrostática de forma ativa e participativa, podendo ser integrada a parte diversificada do currículo do Novo Ensino Médio, sendo oferecida como uma aula de Eletiva, já que esta possui por objetivo possibilitar a ampliação e o enriquecimento do conhecimento dos estudantes sendo um espaço privilegiado para a experimentação.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa que envolva os alunos da 1ª série do ensino médio na construção dos conceitos físicos relacionados à Hidrostática a partir dos conhecimentos prévios acumulados ao longo da sua formação escolar e social.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Utilizar o conhecimento prévio dos educandos sobre Hidrostática nas atividades aplicadas para a aprendizagem de novos conhecimentos.
- Aplicar materiais instrucionais diversificados que sejam potencialmente significativos para instigar conhecimentos pré-existentes que irão ancorar a aquisição de novos conhecimentos.
- Instigar os alunos a investigarem situações-problema como o intuito de construir os conceitos físicos de Hidrostática culminando na modelagem das equações que regem esse contexto.
- Enriquecer a estrutura cognitiva dos educandos com a aplicação da sequência didática para alcançar uma aprendizagem significativa.

1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Apresenta-se no **Capítulo 2**, uma breve síntese do referencial teórico que amparou a pesquisa embasada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e as contribuições de Moreira para a elaboração de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. Mostra-se também uma explanação sobre os conceitos físicos necessários à compreensão dos fenômenos da Hidrostática.

Em seguida no **Capítulo 3**, descreve-se os procedimentos metodológicos que serão utilizados nessa pesquisa.

No **Capítulo 4**, apresenta-se o planejamento do desenvolvimento do trabalho, os recursos metodológicos aplicados na investigação e os instrumentos de coleta de dados.

Posteriormente no **Capítulo 5**, encontram-se os dados coletados na aplicação da unidade de ensino com os materiais instrucionais e as análises de seus resultados em uma perspectiva essencialmente qualitativa.

No **Capítulo 6**, apresenta-se a Conclusão na busca de evidenciar se os objetivos desta pesquisa utilizando materiais instrucionais que sejam no seu uso potencialmente significativos foram atingidos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste trabalho utilizou-se a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (2000) e as orientações de Marco Antônio Moreira (2011) para o desenvolvimento de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS).

2.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Desenvolveu-se todo o trabalho tendo como base a teoria da aprendizagem significativa proposta por David Ausubel em 1963 e por ele reiterada em 2000. O trabalho teve como instrumento facilitador da Aprendizagem Significativa os organizadores prévios propostos por Ausubel. Segundo Moreira (2011, p. 105): “Para Ausubel, a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deveria saber a fim de que o novo material pudesse ser aprendido de forma significativa”.

Para a obtenção de uma Aprendizagem Significativa as atividades propostas neste trabalho decorrem da interação dos organizadores prévios com os conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva dos educandos, instigando a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora para dar significados a novos conhecimentos.

2.1.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Pode-se observar Aprendizagem Significativa quando o material apresentado é potencialmente significativo para o estudante num contexto em que se relaciona com aquilo que o aluno já sabe.

(...) (1) que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma *não arbitrária* (plausível, sensível e não aleatória) e *não literal* com *qualquer* estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado ‘lógico’) e (2) que a estrutura cognitiva *particular* do aprendiz contenha ideias *ancoradas* relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material. (AUSUBEL, 2003, p. 1).

De acordo com Moreira (2011, p. 13): “(...) não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende”.

Esta ideia que já existe na estrutura de conhecimentos do aluno é chamada de subsunçor (conhecimento prévio), e a interação deste com a nova aprendizagem que se apresenta ao aluno concede dar significado ao novo conhecimento, oferecendo-o uma maior estabilidade cognitiva podendo facilitar assim novas aprendizagens.

Para que de maneira progressiva um subsunçor possa ficar mais estável e diferenciado, isto é, mais alicerçado em significados, a estrutura cognitiva do aluno precisa se organizar de forma dinâmica através de dois processos: a Diferenciação Progressiva e a Reconciliação Integradora.

Quando um subsunçor na estrutura cognitiva do aluno sofre sucessivas interações tornando-se mais diferenciado obtendo novos significados para ancorar novas aprendizagens significativas, ocorre então o processo de diferenciação progressiva dessa ideia. A reconciliação integradora elimina diferenças e integra significados entre os conteúdos apresentados aos alunos e os subsunçores presentes em sua estrutura cognitiva. Assim, para a ocorrência da aprendizagem significativa, os dois processos são necessários à estrutura cognitiva do estudante.

Utilizar uma organização sequencial dos conteúdos apresentados aos alunos para promover a organização e reorganização do conjunto hierárquico dos seus subsunçores facilita a aprendizagem significativa dos mesmos.

Segundo Moreira (2011, p. 23): “O conhecimento prévio é, na visão de Ausubel, a variável isolada mais importante para a Aprendizagem Significativa de novos conhecimentos”.

2.1.2 CONDIÇÕES PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Segundo Moreira (2011, p. 24), na visão de Ausubel, “Essencialmente, são duas as condições para a aprendizagem significativa: 1) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e 2) o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender”.

Assim para o material de aprendizagem ser potencialmente significativo deve ter um significado lógico para se relacionar com a estrutura cognitiva relevante do aprendiz, e a predisposição para aprender vem do aprendiz querer relacionar os conhecimentos prévios existentes na sua estrutura cognitiva, de forma não-arbitrária e não literal, com os novos conhecimentos.

2.1.3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E APRENDIZAGEM MECÂNICA

Boa parte dos processos de aprendizagem vigentes no modelo de ensino atual fundamenta-se na aprendizagem mecânica, na qual o professor possui todo o domínio do saber enquanto os alunos somente absorvem os novos conhecimentos de forma passiva, sem uma participação ativa para expressar os seus conhecimentos e contribuir para a construção dos conceitos aprendidos. Na disciplina de Física, por exemplo, o aluno reduz-se a somente memorizar as fórmulas para aplicá-las de maneira mecânica à situação-problema conhecida, acumulando o conhecimento de forma literal e arbitrária, isto é, sem significado e sem uma verdadeira compreensão.

Apesar disso, a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica não estabelecem uma dicotomia, pode existir uma relação de continuidade entre elas, mas esta passagem não é automática.

Segundo Moreira (2011, p. 32), a transição da Aprendizagem Mecânica para a Aprendizagem Significativa:

(...) depende da existência de subsunçores adequados, da predisposição do aluno para aprender, de materiais potencialmente significativos e da mediação do professor, na prática, tais condições muitas vezes não são satisfeitas e o que predomina é a aprendizagem mecânica.

A aprendizagem mecânica pode contribuir para a construção de subsunçores na estrutura cognitiva do estudante para ancorar a aquisição de significados aos novos conhecimentos a serem aprendidos objetivando assim a Aprendizagem Significativa.

2.1.4 ORGANIZADORES PRÉVIOS

Os organizadores prévios são materiais instrucionais que estabelecem as condições necessárias para resgatar os subsunçores a partir da qual se estabelecerá a aprendizagem significativa. Podem se materializar através de uma pergunta, uma situação-problema, um filme, uma simulação, um experimento, entre outros, e servem para ajudar o aluno a perceber que os novos conhecimentos a serem aprendidos estão relacionados a subsunçores que existem em sua estrutura cognitiva.

Segundo Ausubel (2003, p. 11):

De forma a funcionar eficazmente para uma variedade de aprendizes, sendo que cada um possui uma estrutura cognitiva de algum modo idiossincrática, e a fornecer ou alterar ideias ancoradas a um nível subordinante, apresentam-se os organizadores a um nível mais elevado de abstracção, generalidade e inclusão do que os novos materiais a serem apreendidos.

Assim os organizadores prévios não podem ser, por exemplo, um resumo do material a ser aprendido, pois dessa maneira estaria no mesmo nível de abstracção que este, eles devem ser mais abrangentes e inclusivos.

De acordo com Moreira (2011, p. 105), “para Ausubel, a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deveria saber a fim de que o novo material pudesse ser aprendido de forma significativa”.

A utilização de organizadores prévios nas aulas pode facilitar a aprendizagem significativa, pois um material instrucional com nível de abstracção mais alto que o novo conhecimento a ser aprendido pode fazer uma “ponte” entre aquilo que o aluno já sabe e o que ele precisa aprender modificando sua estrutura cognitiva com o objetivo de fazê-lo aprender significativamente o conteúdo ministrado em aula.

2.2 UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

Desenvolveu-se uma sequência de ensino modelada como Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) proposta por Marco Antonio Moreira e fundamentada na aprendizagem significativa.

Na maioria das vezes o ensino escolar é baseado na aprendizagem mecânica, no qual os professores apresentam os conhecimentos para os alunos, assim eles copiam, memorizam e reproduzem em suas avaliações, gerando um esquecimento rápido das informações obtidas.

Para Moreira, a aplicação de uma UEPS tem a seguinte filosofia, “só há ensino quando há aprendizagem e esta deve ser significativa; ensino é o meio, aprendizagem significativa é o fim; materiais de ensino que busquem essa aprendizagem devem ser potencialmente significativos”.

Para isso, Moreira (2011) sugere os seguintes passos para a construção de uma UEPS:

1. definir o tópico específico a ser abordado, tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico;
2. propor situações – como por exemplo, discussão, questionário, situação-problema – que levem o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico em pauta;
3. propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento que se pretende ensinar; estas situações-problema podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo; tais situações-problema podem funcionar como organizador prévio; como por exemplo, simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, mas sempre de modo acessível e problemático, isto é, não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;
4. uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, isto é, começando com aspectos mais gerais para os mais específicos, a estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo;
5. em continuidade, retomar os aspectos estruturantes do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um texto, etc.), porém em

nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade, destacar semelhanças e diferenças, ou seja, promover a reconciliação integradora, propor alguma outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador;

6. dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa; novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores; essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentada se/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente;
7. a avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, a avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa;
8. a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações problema). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

Segundo Moreira (2011), “em todos os passos, os materiais e as estratégias de ensino devem ser diversificados, o questionamento deve ser privilegiado em relação às respostas prontas e o diálogo e a crítica devem ser estimulados”.

2.3 A HIDROSTÁTICA

Com base na etimologia da palavra, é possível entender o que significa o estudo da Hidrostática: hidro = água + estática = estado de repouso. A Hidrostática refere-se aos fluidos em repouso, e para estudá-la, é preciso conhecer duas grandezas: pressão e a densidade (massa específica).

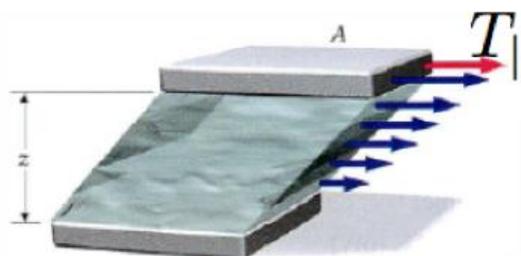
O estudo sobre a pressão nos fluidos desperta um grande interesse quando a sua abordagem explora situações do dia a dia ou das condições extremas de alta pressão, no fundo dos oceanos ou de baixa pressão na alta altitude. Passear pela região serrana do Estado do Espírito Santo apresenta uma situação real e conhecida dos alunos, que é o “entupimento” dos ouvidos devido a mudança rápida de altitude. A engenharia hidráulica é utilizada em várias áreas, como projetos de obras fluviais ou marítimas e em sistemas hidráulicos para exercer e suportar tensões.

Para este estudo, antes de abordar o conceito de pressão e densidade (massa específica), precisa-se saber o que é um fluido.

2.3.1 OS FLUIDOS

Fluidos, que compreendem os líquidos e os gases, são substâncias que possuem a capacidade de escoar. Os fluidos amoldam-se à forma do recipiente no qual estão contidos, em virtude de não resistirem às tensões de cisalhamento (tensões tangenciais) que são forças paralelas à superfície (Figura 1).

Figura 1 - Um fluido possui movimento relativo devido à tensão tangencial.



Fonte: Disponível em: <<https://pessoal.ect.ufrn.br/~ronai/IFC2-2016-1/A05/A5.html>>. Acesso em: 03 de fev. de 2021.

Sobre um fluido não ser capaz de equilibrar uma força tangencial podemos afirmar que:

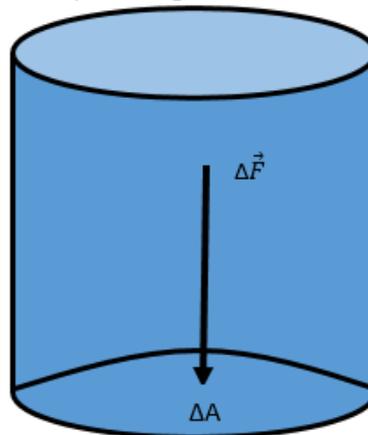
Quando submetido a uma tensão tangencial, o fluido *se escoa, e permanece em movimento enquanto a força estiver sendo aplicada.* (...) Um fluido real opõe resistência ao deslizamento relativo de camadas adjacentes: essa resistência mede a *viscosidade* do fluido, e depende da *taxa de variação espacial da velocidade relativa de deslizamento.* (NUSSENZVEIG, 2014, v. 2, p. 12).

Já nos fluidos em equilíbrio (velocidade nula), não há forças paralelas à superfície do recipiente no qual está contido, assim não existem tensões de cisalhamento (tensões tangenciais), e este trabalho trata-se dos fluidos em equilíbrio, isto é, da estática dos fluidos.

2.3.2 PRESSÃO EXERCIDA POR UMA FORÇA SOBRE UMA SUPERFÍCIE

Um fluido em repouso e em contato com uma superfície sólida exerce sobre esta uma força normal (perpendicular) em cada ponto da superfície. Considere um recipiente rígido e fechado cheio de um certo fluido em equilíbrio, como na Figura 2. O fundo do recipiente possui uma área ΔA , e o fluido exerce uma força normal sobre esta de módulo ΔF .

Figura 2 - Um recipiente rígido e fechado cheio de fluido.



Fonte: Própria autora.

A pressão do fluido sobre o fundo do recipiente é dada por meio da equação:

$$p = \frac{\Delta F}{\Delta A} \quad (1)$$

Teoricamente, a pressão em um ponto qualquer é definida pelo limite da razão anterior, quando a área ΔA tende a zero:

$$p = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta A} \quad (2)$$

No entanto, se a força é uniforme em uma superfície plana de área A , pode-se escrever a equação (1) da seguinte forma

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

onde F é o módulo da força normal a que está sujeita a superfície de área A .

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de medida de pressão é o N/m^2 , também denominada pascal (Pa), em homenagem ao filósofo, físico e matemático francês Blaise Pascal (1623-1662).

Há outras unidades de pressão que não pertencem ao SI, mas são muito utilizadas na prática, por exemplo, a atmosfera (atm) que é a pressão média aproximada da atmosfera ao nível do mar e a unidade de origem inglesa libra-força por polegada ao quadrada (lbf/pol^2), a conhecida PSI, utilizada para a calibragem de pneus.

2.3.3 DENSIDADE E MASSA ESPECÍFICA

Considere-se um ponto P de uma substância. Isola-se um pequeno elemento de volume ΔV em torno do ponto P e mede-se a massa Δm da substância contida nesse elemento de volume. A massa específica ρ dessa substância é a razão entre a massa Δm da amostra e seu volume ΔV em torno do ponto P :

$$\rho = \frac{\Delta m}{\Delta V} \quad (4)$$

Definida matematicamente a massa específica em um ponto é o limite da razão anterior, quando o volume do elemento ΔV tende a zero:

$$\rho = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta m}{\Delta V} \right) \quad (5)$$

De acordo com as seguintes hipóteses

Na prática, supomos que o volume de fluido usado para calcular a massa específica, embora pequeno, é muito maior que um átomo e, portanto, “contínuo” (com a mesma massa específica em todos os pontos) e não “granulado” por causa da presença de átomos. Além disso, em muitos casos, supomos que a massa específica do fluido é a mesma em todos os elementos de volume do corpo considerado. (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2020, v. 2, p. 61).

pode-se escrever a massa específica na forma:

$$\rho = \frac{m}{V} \text{ (onde } m \text{ e } V \text{ são a massa e o volume do corpo)} \quad (6)$$

O conceito de massa específica de uma substância pode ser adequado a densidade de um corpo, mas densidade de um corpo pode não ter o mesmo valor da massa específica da substância que o constitui, esses valores somente serão iguais quando o corpo for maciço e homogêneo.

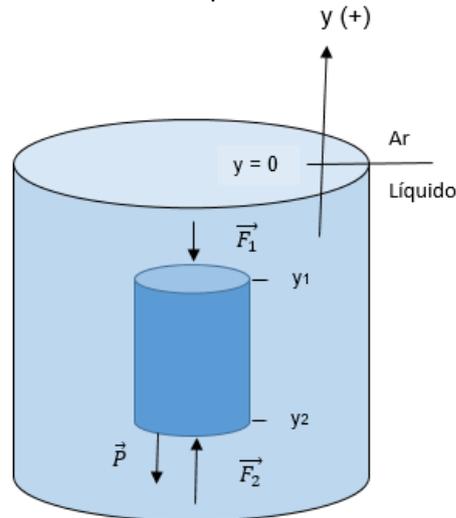
Para fluidos homogêneos, não há distinção entre densidade e massa específica.

A unidade de massa específica no Sistema Internacional é o quilograma por metro cúbico, que se indica kg/m^3 . É muito utilizada também a unidade grama por centímetro cúbico (g/cm^3). A massa específica não possui propriedades direcionais e é uma grandeza escalar.

2.3.4 TEOREMA DE STEVIN

Os corpos imersos em um líquido ficam sujeitos à pressão exercida por esse líquido em todas as direções. Na Figura 3, representa-se um recipiente rígido aberto contendo um líquido homogêneo de densidade ρ . Considere-se uma porção do líquido, de forma cilíndrica reta, isolada do restante. Esta porção está em equilíbrio estático sob a ação de seu próprio peso $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$ e das forças que o restante do líquido exerce sobre ela. Na direção vertical (y), estas forças são: a força \vec{F}_1 , atuando para baixo, na superfície superior do cilindro, exercida pela pressão da camada de líquido acima dessa superfície, e a força \vec{F}_2 , atuando para cima, na superfície inferior do cilindro, exercida pela pressão da camada de líquido abaixo desta superfície.

Figura 3 - A porção cilíndrica reta do líquido mostrada está em equilíbrio estático.



Fonte: Própria autora.

A resultante das forças que agem sobre a porção cilíndrica do líquido é nula, e pela condição de equilíbrio, pode-se escrever que:

$$F_2 = F_1 + mg \quad (7)$$

Sendo p_1 a pressão na superfície superior, p_2 a pressão na superfície inferior e A a área dessas superfícies, pela definição de pressão com a Eq. (3) obtém-se:

$$F_1 = p_1 \cdot A \quad \text{e} \quad F_2 = p_2 \cdot A \quad (8)$$

Substituindo a Eq. (8) na Eq. (7), obtém-se a seguinte equação envolvendo pressões:

$$p_2 \cdot A = p_1 \cdot A + mg \quad (9)$$

Segundo a Eq. (6) da definição de densidade, a massa m da porção cilíndrica é $m = \rho \cdot V$, e o seu volume V é o produto da área da base A pela altura $y_1 - y_2$. Com isso, $m = \rho \cdot A \cdot (y_1 - y_2)$. Substituindo essa relação na Eq. (9), obtém-se:

$$p_2 \cdot A = p_1 \cdot A + \rho \cdot A \cdot (y_1 - y_2) \cdot g \quad (10)$$

Dividindo-se todos os termos da Eq. (10) por A , obtém-se:

$$p_2 = p_1 + \rho \cdot g \cdot (y_1 - y_2) \quad (11)$$

Pode-se utilizar a Eq. (11) para determinar a pressão em um líquido (em função da profundidade), então suponha-se que desejasse conhecer a pressão p a uma profundidade h abaixo da superfície do líquido. Diante disso, escolhe-se o nível y_1

como a superfície, o nível y_2 como uma distância h abaixo do nível y_1 e p_0 como a pressão atmosférica na superfície. Fazendo

$$y_1 = 0, \quad p_1 = p_0 \quad \text{e} \quad y_2 = -h, \quad p_2 = p$$

na Eq. (11), obtém-se

$$p = p_0 + \rho \cdot g \cdot h \quad (\text{pressão na profundidade } h). \quad (12)$$

2.3.5 PRINCÍPIO DE PASCAL

Exerce-se o princípio de Pascal, por exemplo, quando uma enfermeira aplica uma injeção em um paciente ou quando colocamos pasta de dente na escova dental (Figura 4).

Figura 4 - Aplicabilidades do princípio de Pascal.

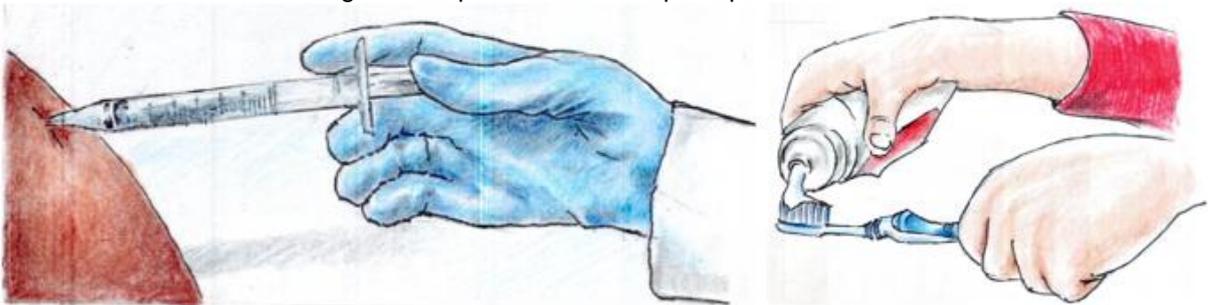


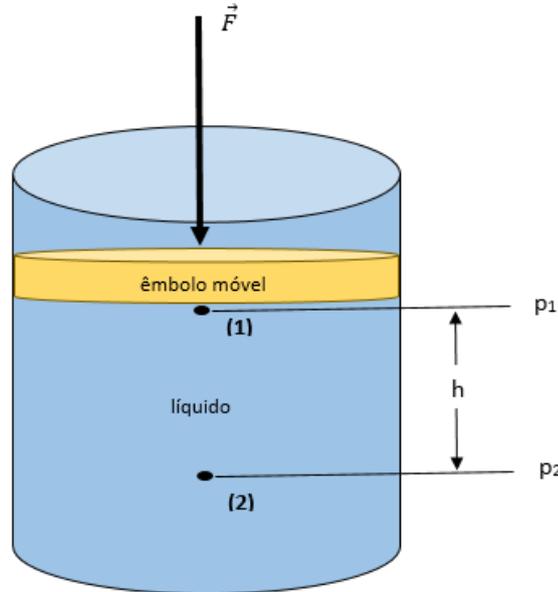
Ilustração: Mackson Ferreira Alves.

Aperta-se o tubo da pasta de dente, que é um recipiente de paredes flexíveis, para fazer a pasta sair pela outra extremidade. Pressiona-se a base do êmbolo de uma seringa, que é um recipiente cilíndrico rígido disposto de um êmbolo móvel, para a introdução do medicamento no corpo do paciente.

Relações como estas citadas acima foram observadas, experimentalmente, em 1652, pelo cientista francês Blaise Pascal, que enunciou: “Uma variação da pressão aplicada a um fluido incompressível contido em um recipiente é transmitida integralmente a todas as partes do fluido e às paredes do recipiente”. (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2020, v. 2, p. 67).

Considere-se que o fluido incompressível é um líquido de densidade ρ , em equilíbrio, no interior de um recipiente, como representado na Figura 5. Nos pontos (1) e (2), as pressões valem p_1 e p_2 , respectivamente. A atmosfera exerce pressão p_1 sobre o êmbolo e, portanto, sobre o líquido. A pressão p_2 no líquido é dada, de acordo com a lei de Stevin, por $p_2 = p_1 + \rho \cdot g \cdot h$.

Figura 5 - Representação do líquido incompressível confinado em um cilindro com êmbolo móvel.



Fonte: Própria autora.

Por um processo qualquer, aumenta-se de Δp_1 a pressão em (1), por exemplo, exercendo-se uma força \vec{F} no êmbolo colocado sobre o líquido. Como os valores dos parâmetros ρ , g e h da lei de Stevin permanecem os mesmos, a variação de pressão no ponto (2) é

$$\Delta p_2 = \Delta p_1. \quad (13)$$

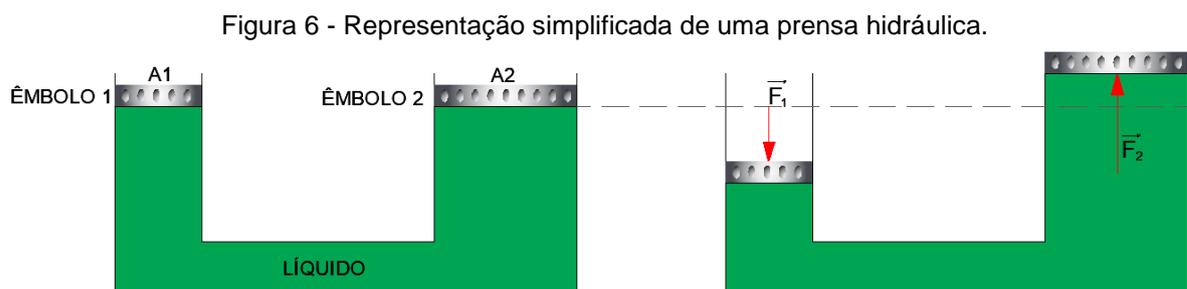
Pela lei de Stevin, a *diferença* de pressão entre dois pontos de um líquido homogêneo em equilíbrio é constante, dependendo apenas do desnível entre esses pontos. Logo, *se produzirmos uma variação de pressão num ponto de um líquido em equilíbrio, essa variação se transmite a todo o líquido*, ou seja, todos os pontos do líquido sofrem a mesma variação de pressão. (NUSSENZVEIG 2014, v. 2, p. 19).

Como afirma o princípio de Pascal.

2.3.6 PRENSA HIDRÁULICA

Uma das aplicações de destaque do princípio de Pascal ocorre em sistemas hidráulicos, como prensas hidráulicas e freios hidráulicos automotivos. Esses sistemas podem ser utilizados para multiplicar forças.

A Figura 6, mostra a relação entre o princípio de Pascal e a prensa hidráulica. De acordo com este princípio aplicando-se uma força \vec{F}_1 de cima para baixo no êmbolo 1, cuja área é A_1 ocorrerá uma variação de pressão no líquido incompressível logo abaixo dessa superfície, a qual será transmitida igualmente para todos os pontos do líquido, para as paredes do recipiente e para a parte inferior de êmbolo 2. Com isso, o líquido produz uma força interna \vec{F}_2 de baixo para cima no êmbolo 2, cuja área é A_2 , movendo-o na direção vertical.



Fonte: Própria autora.

Com os acréscimos de pressão sob os êmbolos sendo iguais tem-se que $\Delta p_1 = \Delta p_2$, então $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$, assim segue-se que

$$F_2 = F_1 \cdot \frac{A_2}{A_1} \quad (14)$$

A Eq. (14) mostra que o módulo da força F_2 é maior que o módulo da força F_1 se $A_2 > A_1$, como na Figura 6. Assim sendo, a prensa hidráulica funciona como um dispositivo multiplicador de forças.

2.3.7 PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES

Quando alguém segura no colo uma pessoa dentro da piscina ou no mar, nota-se uma sensação de leveza e sente-se uma força de sustentação. Quando se empurra uma bola para o fundo de uma piscina percebe-se que a água oferece uma resistência de baixo para cima. Esta força para cima, denominada força de empuxo, surge devido ao líquido exercer pressão, em todas as direções, sobre um corpo nele mergulhado.

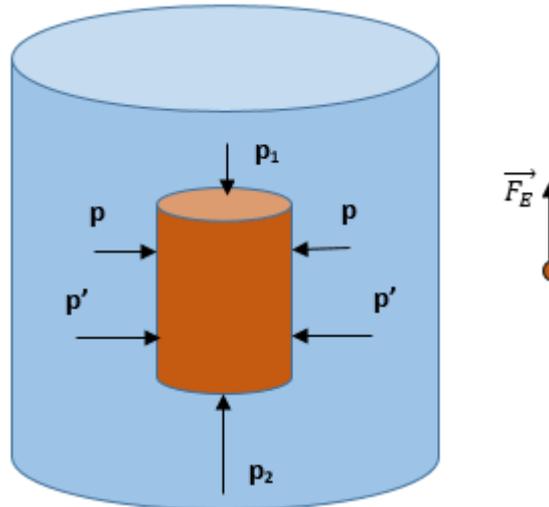
Segundo a lenda contada pelo historiador Vitruvius, Herão, rei de Siracusa, desconfiava ter sido enganado por um ourives, que teria misturado prata na confecção de uma coroa de ouro, e pediu a Arquimedes que o verificasse: “Enquanto Arquimedes pensava sobre o problema, chegou por acaso ao banho público, e lá, sentado na banheira, notou que a quantidade de água que transbordava era igual à porção imersa de seu corpo. Isto lhe sugeriu um método de resolver o problema, e sem demora saltou alegremente da banheira e, correndo nu para casa, gritava bem alto que tinha achado o que procurava. Pois, enquanto corria, gritava repetidamente em grego, ‘eureka! eureka!’ (‘achei!, achei!’). Segundo o historiador, medindo os volumes de água deslocados por ouro e prata e pela coroa, Arquimedes teria comprovado a falsificação. (NUSSENZVEIG 2014, v. 2, p. 22).

O princípio de Arquimedes enunciado no século III a.C. diz que:

“Quando um corpo está total ou parcialmente submerso em um fluido, uma força de empuxo \vec{F}_E exercida pelo fluido age sobre o corpo. A força é dirigida para cima e tem um módulo igual ao peso $m_f g$ do fluido deslocado pelo corpo”. (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2020, v. 2, p. 70).

Mostra-se na Figura 7, um corpo sólido em forma de um cilindro circular totalmente imerso num fluido em equilíbrio de densidade ρ . Por simetria, observa-se que as forças sobre a superfície lateral do corpo se equilibram duas a duas. Entretanto, a pressão p_2 exercida pelo fluido sobre a base inferior é maior do que a pressão p_1 sobre a base superior, compreende-se esse fato lembrando-se da lei de Stevin.

Figura 7 - Princípio de Arquimedes. A força de empuxo é uma consequência da pressão do fluido.



Fonte: Própria autora.

Assim, quando soma-se vetorialmente todas as forças exercidas pelo fluido sobre o corpo, as componentes horizontais se cancelam e a soma das componentes verticais é o empuxo \vec{F}_E que age sobre o corpo. Diante disso, a resultante das forças superficiais exercidas pelo fluido sobre o corpo será uma força vertical orientada de baixo para cima.

De acordo com o princípio de Arquimedes, o módulo da força de empuxo é dado por

$F_E = P_{\text{fluido deslocado pelo corpo}}$, então

$$F_E = m_{\text{fluido deslocado pelo corpo}} \cdot g \quad (\text{força de empuxo}) \quad (15)$$

Pela definição de densidade na Eq. (6), tem-se que $m = \rho \cdot V$, assim segue-se que

$$F_E = \rho \cdot V_{\text{fluido deslocado pelo corpo}} \cdot g \quad (16)$$

A Eq. (15) da força de empuxo se aplica a qualquer fluido e não depende da forma do corpo imerso no fluido.

2.3.8 CONDIÇÕES DE FLUTUAÇÃO DE UM CORPO

Quando se mergulha totalmente um corpo em um líquido e abandona-o, ele pode afundar, pode se dirigir para a superfície ou flutuar em equilíbrio estático na posição em que foi abandonado. Grandezas importantes a serem consideradas em relação a

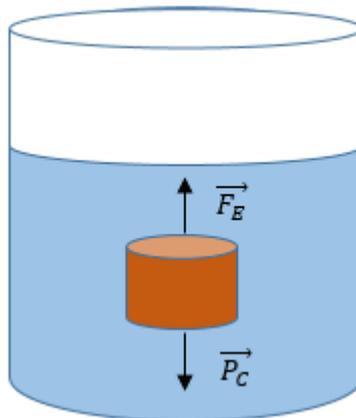
flutuabilidade de um corpo são as densidades do corpo e do líquido, o peso do corpo e a força de empuxo que o líquido aplica no corpo.

A resultante das forças \vec{R} que atuam em um corpo mergulhado e abandonado em um líquido prediz se o corpo flutua ou não. Esta resultante é dada pela força peso do corpo \vec{P}_C e a força de empuxo \vec{F}_E , assim $\vec{R} = \vec{P}_C + \vec{F}_E$.

Mergulhando-se um corpo totalmente em um líquido e abandonando-o, pode-se obter as seguintes situações:

- O módulo da força de empuxo é igual ao peso do corpo: $F_E = P_C$, assim a aceleração é nula ($\vec{R} = 0$).
Nesse caso, o corpo flutua em equilíbrio estático em qualquer posição em que for abandonado (Figura 8).

Figura 8 - Um corpo flutua na posição em que foi abandonado em um líquido, assim esse corpo que flutua desloca um peso de fluido igual ao seu peso.



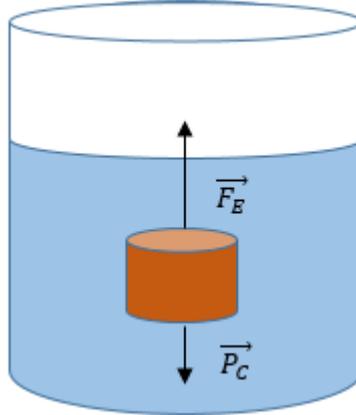
Fonte: Própria autora.

De acordo com a Eq. (15), $F_E = m_{\text{fluido deslocado pelo corpo}} \cdot g$. Desse modo,

“Quando um corpo flutua em um fluido, o módulo F_g da força gravitacional a que o corpo está submetido é igual ao peso $m_f g$ do fluido deslocado pelo corpo”. (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2020, v. 2, p. 70).

- O módulo da força de empuxo é maior que o módulo do peso do corpo: $F_E > P_C$, assim o corpo adquire aceleração para cima ($\vec{R} = m \cdot \vec{a}$). Nesse caso, o corpo dirige-se para a superfície, pois a resultante das forças tem sentido para cima (Figura 9).

Figura 9 - Um corpo se dirigindo para a superfície de um líquido.

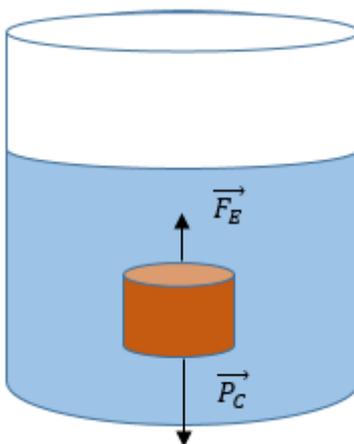


Fonte: Própria autora.

À medida que o corpo aflora à superfície, o volume de líquido deslocado começa a diminuir, em virtude da redução do volume do corpo submerso, desta forma, o módulo da força de empuxo diminui até igualar-se com o módulo da força peso do corpo. Nessa posição o corpo flutua em equilíbrio estático, pois nesse momento é nula a resultante das forças que atuam sobre ele.

- O módulo da força de empuxo é menor que o módulo do peso do corpo: $F_E < P_C$, assim o corpo adquire aceleração para baixo ($\vec{R} = m \cdot \vec{a}$). Nesse caso, o corpo afunda, pois a resultante das forças tem sentido para baixo (Figura 10).

Figura 10 - Um corpo afundando no interior de um líquido.



Fonte: Própria autora.

Ao atingir o fundo do recipiente, a força de reação normal passa a agir sobre o corpo, assim ele permanece em equilíbrio estático.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 OS SUJEITOS DA PESQUISA

Realizou-se todo o trabalho em uma Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio, localizada no município de Serra. A aplicação da UEPS ocorreu em duas turmas de 1ª série do ensino médio regular do turno matutino, totalizando 65 alunos participantes.

Com relação à infraestrutura, a escola possui uma biblioteca climatizada com 40 chromebooks e um projetor multimídia; Auditório climatizado com quadro digital, projetor multimídia e sistema de som; Laboratório de informática climatizado com projetor multimídia; e todas as salas de aula possuem projetor multimídia e caixas de som.

3.2 TIPO DE PESQUISA

Categorizou-se este trabalho como uma pesquisa-ação com o intuito de avaliar os educandos de maneira qualitativa com a aplicação de uma UEPS que propõe o ensino dos conceitos de Hidrostática embasado na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (2003), onde segundo Moreira (2011, p. 13) “Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe.”

Pretendeu-se com este trabalho promover a interação dos conceitos físicos de Hidrostática com a Física do cotidiano, assim levou-se em consideração os conhecimentos prévios dos alunos que foram identificados com as situações-problema expostas nas atividades com a intenção de despertar o aluno para uma Aprendizagem Significativa.

3.3 ETAPAS DO TRABALHO

Dividiu-se este trabalho em 3 etapas, a saber: o Pré-teste, a aplicação do Produto Educacional e o Pós-teste.

No Pré-teste, a primeira etapa, mapeou-se os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao conceito de pressão. Para tal, utilizou-se um vídeo como organizador

prévio para suprir a deficiência de subsunçores, que ajudou na relacionalidade entre o novo conhecimento e o conhecimento já existente.

Na segunda etapa, aplicou-se os materiais instrucionais que foram distribuídos ao longo de 9 (nove) aulas e utilizados para o desenvolvimento dos conceitos físicos de Hidrostática com a intenção de facilitar a apreensão de conceitos. No Pós-teste, a terceira etapa, utilizou-se um questionário individual com o objetivo de observar evidências de aprendizagem significativa.

Em todas as etapas desta pesquisa pretendeu-se uma abordagem de ensino conceitual, contextualizando os conceitos de Hidrostática, culminando nas fórmulas físicas que regem esses conceitos, mas sem a aplicação do formalismo matemático.

4. A SEQUÊNCIA DE ENSINO

Neste trabalho propôs-se uma UEPS composta por 11 aulas a fim de facilitar a Aprendizagem Significativa dos conceitos físicos de Hidrostática na primeira série do ensino médio regular, abordando os conteúdos de pressão, pressão atmosférica, densidade, teorema de Stevin, vasos comunicantes, princípio de Pascal e empuxo de forma que as atividades propostas puderam integrar significados à estrutura cognitiva dos educandos de maneira gradual de complexidade para uma dinâmica simultânea dos processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

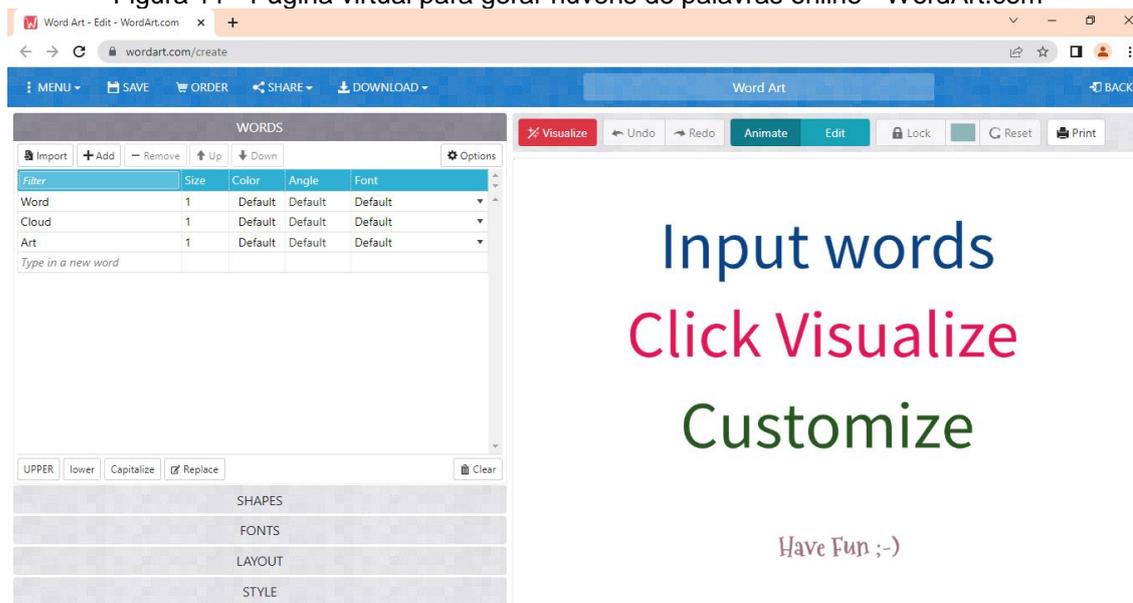
4.1 PLANEJAMENTO E SEQUÊNCIA DAS AULAS

4.1.1 Etapa 01 - Pré-aula/ Situações iniciais

Nesta primeira aula, iniciou-se expondo para os alunos um vídeo (6 minutos) de uma entrevista sobre cadeiras anfíbias que ajudam pessoas com dificuldade de mobilidade disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=4HtANun5ZoY>, no qual foi evidenciado para os alunos a principal diferença da cadeira de rodas normal para a anfíbia. Em seguida realizou-se a seguinte pergunta: “Por que a cadeira anfíbia precisa ter rodas largas? Qual grandeza física está associada a essa situação?”

Ainda nesta etapa, escreveu-se a palavra “Pressão” no quadro e perguntou-se para a turma, a) O que é pressão? b) O que vocês pensam sobre pressão? Cada aluno escreveu algo livremente, em poucas palavras, sem se preocupar se estava ou não escrevendo conceitualmente correto, o mais importante foi estimular a participação dos estudantes na atividade. Utilizou-se o gerador de nuvem de palavras online WordArt.com (Figura 11) para anotar o que foi escrito por cada aluno (Atividade 1), criando uma nuvem de palavras que evidenciava as mais mencionadas, que foi exposta no quadro através do projetor multimídia.

Figura 11 - Página virtual para gerar nuvens de palavras online - WordArt.com



Fonte: wordart.com/create

Nesta mesma aula, aplicou-se um Pré-teste individual com 6 questões objetivas conceituais (Atividade 2) adquiridas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), do processo seletivo do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) e de outros exames vestibulares.

Nestas atividades iniciais buscou-se a identificação de alguns dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o conceito físico de pressão e grandezas relacionadas.

4.1.2 – Etapa 02 – A sequência de aulas

a) 1ª Aula

Iniciou-se esta aula com o seguinte desafio: Preciso de um aluno que possa perfurar um bombom sem danificá-lo. Para iniciar desafio o aluno recebeu uma rolha de cortiça de 18 mm de diâmetro (Figura 12).

Figura 12 - Aluna perfurando o bombom com uma rolha de cortiça.



Fonte: Própria autora.

Enquanto o aluno realiza a tentativa, lançou-se algumas perguntas, tais como: O que você está precisando fazer para conseguir perfurar o bombom? Por que o bombom foi amassado e não perfurado? Do que você precisa para conseguir perfurá-lo sem danificar?

Após esta primeira tentativa, entregou-se para o aluno uma pequena haste de madeira de 10 mm de diâmetro (Figura 13).

Figura 13 - Aluno perfurando o bombom com uma pequena haste.



Fonte: Própria autora.

Novamente, realizou-se algumas perguntas, tais como: E agora o que ocorreu? O bombom ficou amassado como o anterior? Por quê?

Por fim, entregou-se ao aluno um palito de madeira pontiagudo e foi perguntado: E agora, você vai conseguir? Por quê? (Figura 14).

Figura 14 - Aluna perfurando o bombom com um palito de madeira pontiagudo.



Fonte: Própria autora.

Os alunos receberam um roteiro (Atividade 3) para anotarem todas as observações em cada tentativa realizada no desafio do bombom (Figura 15).

Figura 15 - Sucesso no desafio do bombom.



Fonte: Própria autora.

Após o desafio lançou-se a seguinte situação-problema (Atividade 4):

Dois tijolos iguais, colocados em posições diferentes (Figura 16), exercem sobre a superfície horizontal da mesa uma força de mesma intensidade. Em relação à pressão exercida pelos tijolos sobre a mesa, ela se mantém igual nas duas posições? Por quê?

Figura 16 - Dois tijolos iguais sobre a superfície horizontal da mesa.



Fonte: Própria autora.

Formados em grupos de 3 componentes os alunos debateram e responderam por escrito (Atividade 5) o pensamento comum, em atividade colaborativa, sobre as questões das situações expostas (Figura 17).

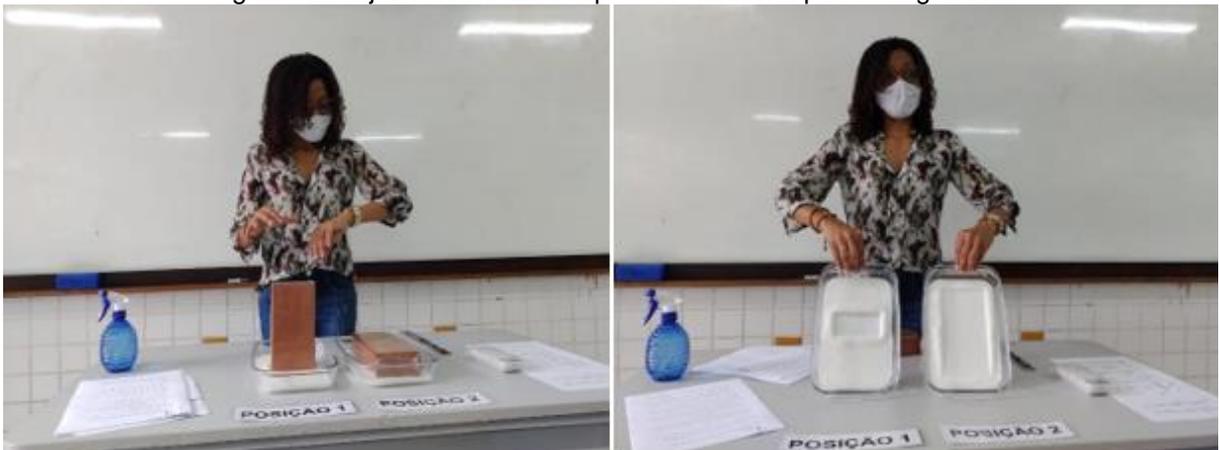
Figura 17 - Atividade colaborativa.



Fonte: Própria autora.

Em seguida, colocou-se os tijolos sobre uma superfície maleável por 30 segundos, a fim dos alunos observarem o efeito da pressão exercida por cada um (Figura 18).

Figura 18 - Tijolos sobre uma superfície maleável por 30 segundos.



Fonte: Própria autora.

Logo depois os grupos apontaram quais palavras escritas na nuvem de palavras realizada na pré-aula sobre pressão se relacionavam com o desafio e a situação-

problema, destacando as melhores ideias. Com os alunos observando as palavras mais pertinentes às situações, foram orientados com a minha intervenção, na construção do conhecimento do conceito de pressão exercida por uma força sobre uma superfície, modelando assim sua expressão matemática (Figura 19).

Figura 19 - Modelagem da expressão matemática do conceito de pressão exercida por uma força sobre uma superfície.



Fonte: Própria autora.

b) 2ª Aula - Situações-problema

Nesta aula, realizou-se o experimento demonstrativo, chamado de “Água subindo” (Figura 20), para toda a sala de aula. Para realizar o experimento foram feitos os seguintes procedimentos:

- Colou-se uma vela no centro do prato e depositou-se água com corante no fundo do prato.
- Acendeu-se a vela e colocou-se um copo de vidro com a boca para baixo, deixando a vela dentro do recipiente.

Figura 20 - Experimento demonstrativo “Água subindo”.



Fonte: Própria autora.

No primeiro momento, deixou-se a turma levantar suas hipóteses sobre o fenômeno ocorrido, e em seguida explicou-se o experimento, mostrando para os alunos o efeito da pressão atmosférica. Na sequência realizou-se um experimento colaborativo (onde há a participação de um ou mais alunos no seu desenvolvimento), intitulado “Refrescando a mente”, onde um aluno inicialmente, bebeu um suco utilizando um canudinho (Figura 21) e a turma respondeu às seguintes perguntas: Como se explica a subida do suco no interior do canudo? Existe uma relação entre o experimento e a situação exposta? O que aconteceu em comum?

Figura 21 - Aluno bebendo o suco utilizando um canudo.



Fonte: Própria autora.

No momento posterior, o mesmo aluno recebeu um segundo canudo para tentar beber o suco com os dois canudos, um dentro do copo de suco e outro do lado de fora (Figura 22). Antes de o aluno começar a tentativa, a turma opinou se ele iria ou não conseguir beber o suco e depois da tentativa justificaram o porquê da opinião estar certa ou errada.

Figura 22 - Aluno tentando beber o suco com dois canudos.



Fonte: Própria autora

Dialogou-se com os alunos sobre o experimento e a situação exposta para a introdução do conceito de pressão atmosférica com uma aula expositiva participativa (Figura 23), indagando-os sobre qual grandeza física está atuando nas duas situações para a ocorrência do fenômeno e quem está exercendo essa grandeza?

Figura 23 - Explicação do conceito de pressão atmosférica.



Fonte: Própria autora.

Na sequência pediu-se aos alunos para pensarem na seguinte situação, e todos expuseram o seu pensamento em forma de desenho (Atividade 6):

- Imaginem uma bola feita de areia que tenha 1 kg de massa. Pensaram? Desenhem essa bola no seu roteiro da atividade.
- Agora, imaginem uma bola feita de algodão que também tenha 1 kg de massa... pensem... e desenhem essa bola no seu roteiro.

Após a etapa de desenho, colocou-se em uma balança 94 g de algodão e depois 94 g de areia (Figura 24).

Figura 24 - Medição das massas de algodão e areia.



Fonte: Própria autora.

Após estas duas medidas, colocaram-se os dois materiais um ao lado do outro (Figura 25) e foram realizadas as seguintes perguntas: Esta situação está coerente com o desenho que vocês fizeram? Qual a diferença entre a areia e o algodão? Por que existe esta diferença? Qual a diferença entre as moléculas da massa de areia e da massa de algodão?

Com os alunos respondendo a estas questões, realizou-se uma aula expositiva participativa para a culminância da expressão matemática do conceito de densidade.

Figura 25 - Diferença entre as porções com mesma massa de areia e de algodão.



Fonte: Própria autora.

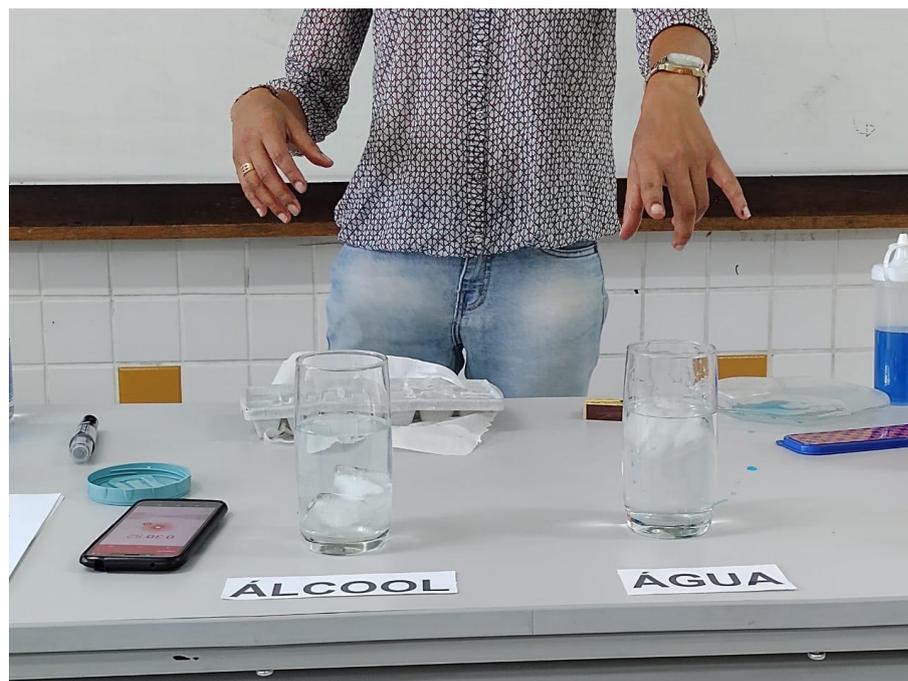
Na continuação desta aula, realizou-se outra atividade experimental intitulada: “Flutua ou afunda?”

Situação-problema 1:

Escreveu-se no quadro os seguintes valores: a densidade da água é 1 g/cm^3 , do gelo é $0,9 \text{ g/cm}^3$ e do álcool é $0,8 \text{ g/cm}^3$ e questionou-se: O que acontecerá se for colocado gelo em um copo com água? E gelo em um copo com álcool?

Na sequência, colocou-se uma pedra de gelo em cada copo e os alunos responderam às seguintes perguntas: O que aconteceu com o gelo em cada uma das situações? Como vocês explicam o ocorrido com o gelo nas duas situações? Que conclusão podemos tirar dessas situações? (Figura 26).

Figura 26 - Experimento “Flutua ou afunda”.



Fonte: Própria autora.

Foi importante deixar a turma levantar suas hipóteses e orientá-los nas suas conclusões.

Situação-problema 2:

Escreveu-se no quadro a seguinte sentença: Considere a densidade da água igual a 1 g/cm^3 , a da parafina $0,9 \text{ g/cm}^3$ e do álcool $0,8 \text{ g/cm}^3$. Perguntou-se para a turma: O que acontecerá se colocarmos parafina em um copo com álcool? O que acontece quando adicionamos água no copo? (Figura 27).

Figura 27 - Parafina no álcool, e em seguida adicionando água.



Fonte: Própria autora.

Na sequência despejou-se água no copo com o álcool e a parafina (Figura 28), e após observarem o que aconteceu os alunos responderam: Por que agora a parafina flutua? O que aconteceu com o valor da densidade da mistura álcool e água? O que podemos concluir com essa observação? Qual a relação entre a densidade de um líquido e um objeto flutuar nele?

Figura 28 - Parafina na mistura de álcool com água.



Fonte: Própria autora.

As situações-problema 1 e 2 desta aula foram discutidas com toda a turma em forma de grande grupo com o objetivo de fazer uma alusão ao conceito de empuxo.

c) 3ª Aula - Aprofundando conhecimentos

Nesta aula utilizou-se os exercícios do livro-texto adotado na escola, dos autores Benigno Barreto e Claudio Xavier. ***Física Aula por Aula - Mecânica***. Volume 1. Editora FTD. 3ª Edição. São Paulo. 2016, para aplicar questões que abordaram os conceitos de pressão, pressão atmosférica e densidade (Atividade 7).

Os alunos tiveram 25 minutos para realizarem de maneira individual os exercícios conceituais 1, 2, 8, 10 e 11 do capítulo 15 (Figura 29).

Figura 29 - Realização dos exercícios conceituais do livro-texto.



Fonte: Própria autora.

Em seguida realizou-se a correção dos exercícios de maneira dialogada com toda a turma, utilizando o quadro quando necessário.

d) 4ª Aula - Novos conhecimentos – diferenciar progressivamente e reconciliar integrando

Iniciou-se esta aula com um vídeo disponível no seguinte endereço: <https://www.youtube.com/watch?v=4UpJSrG3S1M>. Neste vídeo os alunos observaram o perigo da profissão dos mergulhadores de saturação. Após a exibição do vídeo realizou-se a seguinte pergunta para toda turma: “Qual o grande perigo a que está submetido um mergulhador de saturação?”. Depois foi entregue para os alunos uma folha (Atividade 8) expondo a seguinte situação-problema:

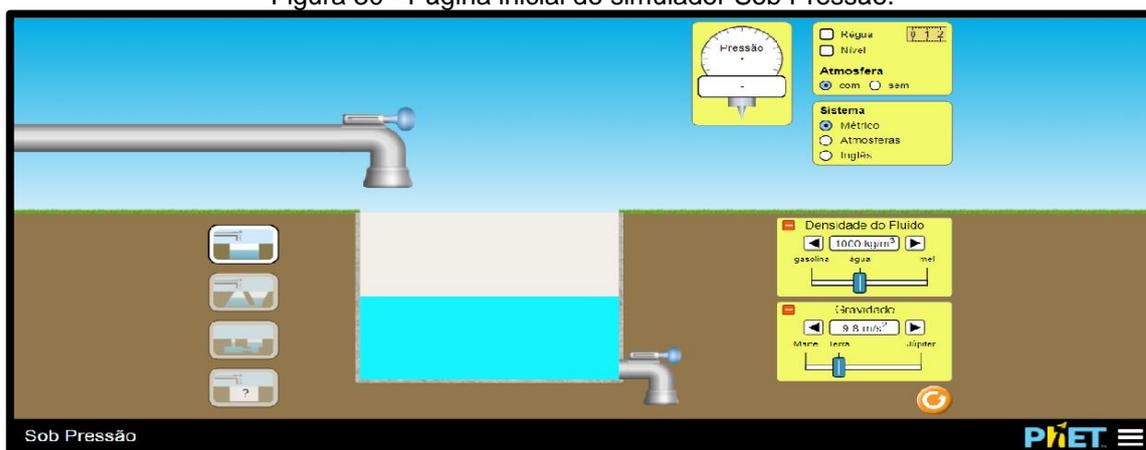
- O que acontece com a pressão exercida sobre um mergulhador quando ele mergulha cada vez mais em águas profundas (aumentando a profundidade)? Quais outras grandezas físicas influenciam no valor dessa pressão?

Com esta situação-problema pretendeu-se levantar as primeiras concepções dos estudantes para perceber de que maneira eles relacionavam a pressão em fluidos com a profundidade.

A fim de proporcionar um aprofundamento no conceito de pressão, utilizou-se uma simulação virtual, o Sob Pressão, desenvolvida pelo projeto PhET da Universidade do Colorado (Figura 30). O experimento virtual está disponível em (https://phet.colorado.edu/sims/html/underpressure/latest/underpressure_pt_BR.html).

Os alunos exploraram inicialmente de maneira livre os comandos do experimento (Atividade 9), e puderam observar utilizando o medidor de pressão como a pressão em um fluido variava com a densidade, a gravidade do local, a profundidade e a presença ou ausência de atmosfera.

Figura 30 - Página inicial do simulador Sob Pressão.



Fonte: PhET Interactive Simulations.

e) 5ª Aula – Teorema de Stevin

Nesta aula proporcionou-se o aprofundamento dos conceitos estudados aumentando o nível de complexidade com a realização de um roteiro experimental (Atividade 10) seguindo comandos, com a minha mediação, tendo como objetivo a culminância na expressão matemática do Teorema de Stevin. Assim, cada aluno com o seu Chromebook retomou a utilização do simulador virtual “Sob Pressão” (Figura 31).

Figura 31 - Realização do roteiro experimental do simulador virtual "Sob Pressão".



Fonte: Própria autora.

f) 6ª Aula – Vasos Comunicantes

Nesta aula utilizou-se um sistema de vasos comunicantes com o objetivo de mostrar que de acordo com o teorema de Stevin, todos os pontos da superfície de um líquido homogêneo, em repouso, se mantêm, no mesmo plano horizontal. Com uma aula expositiva participativa retomou-se o conceito do teorema de Stevin para a modelagem da sua expressão matemática e explicou-se o que é um sistema de vasos comunicantes (Figura 32).

Figura 32 - Modelagem da expressão matemática do teorema de Stevin e explicação do sistema de vasos comunicantes.



Fonte: Própria autora.

Após este primeiro momento, realizou-se a seguinte pergunta para toda a turma: “Por que todos os pontos da superfície do líquido se mantêm no mesmo plano horizontal?”. Os alunos ficaram livres para levantar suas hipóteses. Em seguida explicou-se o fenômeno e como esse princípio é utilizado pelos pedreiros para nivelar estruturas sem o auxílio de equipamentos mais sofisticados. Na sequência, entregou-se para a turma uma mangueira de nível, e pediu-se para os alunos tirarem o nível para um suposto assentamento de azulejos em meia parede na sala de aula (Figura 33).

Figura 33 - Alunos medindo nível na parede para um suposto assentamento de azulejos.



Fonte: Própria autora.

Depois, os alunos assistiram um vídeo (3 minutos) intitulado: “Como funcionam as eclusas. O que é eclusa?” (Figura 34). Disponível no endereço: (<https://www.youtube.com/watch?v=Em7urCedgso>).

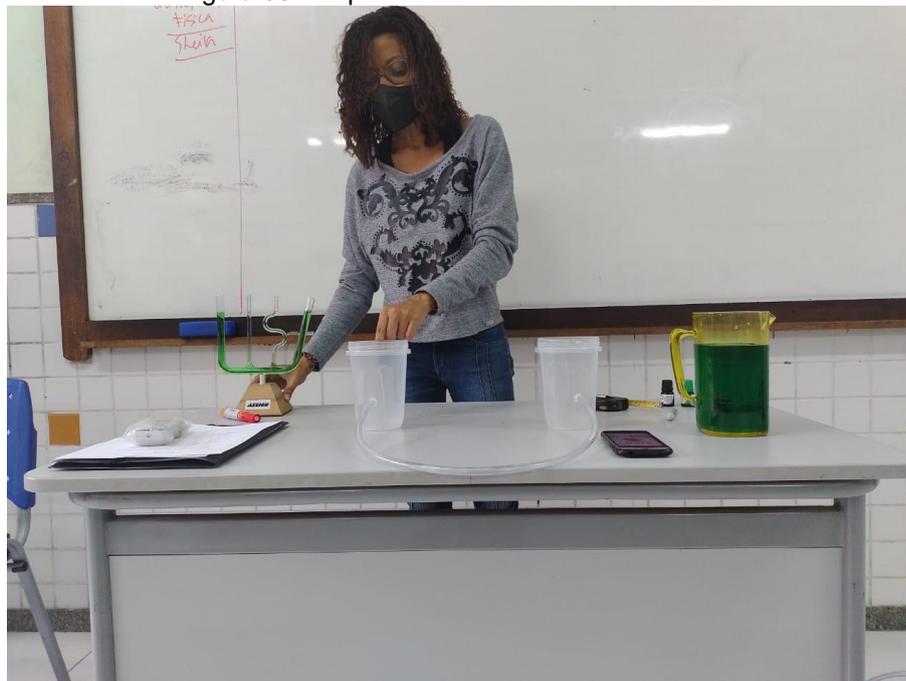
Figura 34 - Exibição do vídeo “Como funcionam as eclusas. O que é eclusa?”



Fonte: Própria autora.

Após utilizar o vídeo como um organizador prévio, para os estudantes perceberem que o novo conhecimento está relacionado aos conceitos apresentados anteriormente, realizou-se o experimento “Vasos comunicantes” com dois recipientes ligados por um tubo (Figura 35).

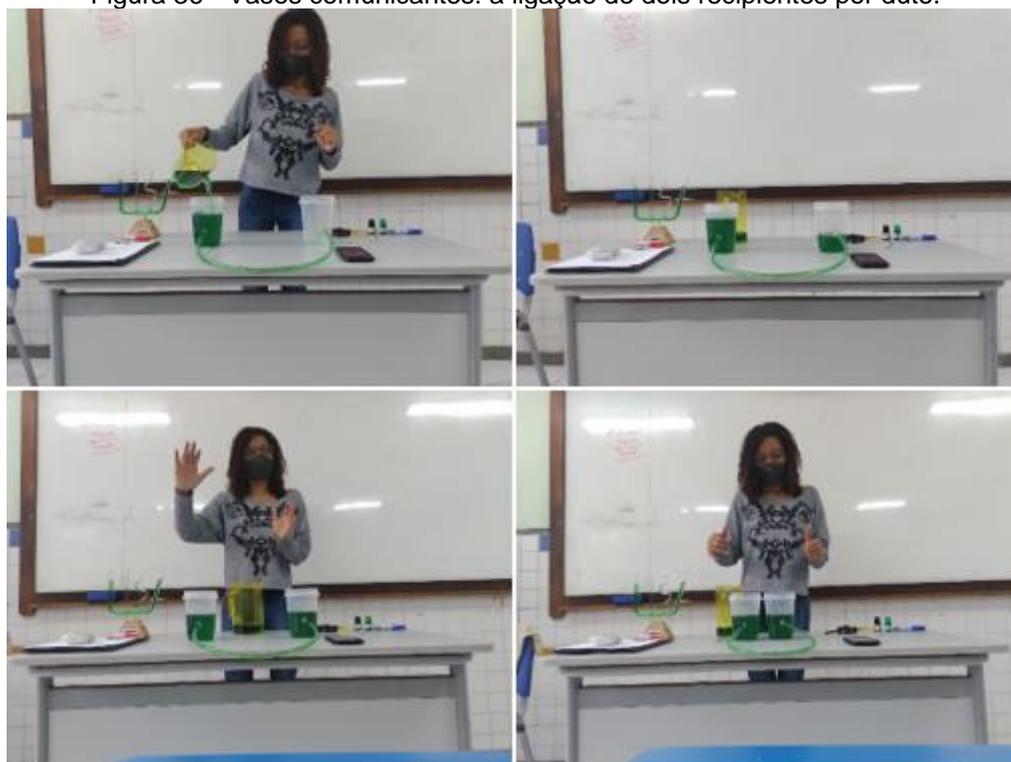
Figura 35 - Experimento “Vasos comunicantes”.



Fonte: Própria autora.

No primeiro momento apresentaram-se para os alunos os materiais necessários para realização do experimento, e em seguida realizou-se a pergunta: “O que vai acontecer se for colocado água no recipiente 1?”. Após a turma levantar suas hipóteses, iniciou-se o experimento (Figura 36).

Figura 36 - Vasos comunicantes: a ligação de dois recipientes por duto.



Fonte: Própria autora.

Ao término do experimento realizou-se um momento dialógico, onde os alunos descreveram o que eles observaram e quais foram as suas conclusões com relação ao fenômeno. No final da aula exibiu-se o vídeo (5 minutos) “Sistema de transposição de embarcações: As eclusas de Tucuruí” disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=LDSsZnHS-QU>, para os alunos conhecerem uma das eclusas que o nosso país possui.

g) 7ª Aula – Princípio de Pascal

Nesta aula utilizou-se uma seringa de injeção e o experimento elevador hidráulico para ajudar na compreensão do Princípio de Pascal que estabelece que se um ponto qualquer de um líquido homogêneo e incompressível, em equilíbrio, sofre uma variação de pressão, todos os pontos desse líquido serão submetidos a essa mesma variação.

Durante a execução do experimento foi realizado as seguintes perguntas:

- Será que este objeto de massa 812 g consegue fazer o êmbolo da seringa maior descer? (Figura 37).
- E se colocarmos este mesmo objeto na seringa menor, ele vai conseguir fazer o êmbolo descer? (Figura 38).
- Levando em consideração todos os conceitos aprendidos até o momento sobre pressão, vocês conseguem levantar hipóteses sobre o ocorrido?

Figura 37 - Objeto de massa 812 g sendo colocado na seringa de êmbolo maior.



Fonte: Própria autora.

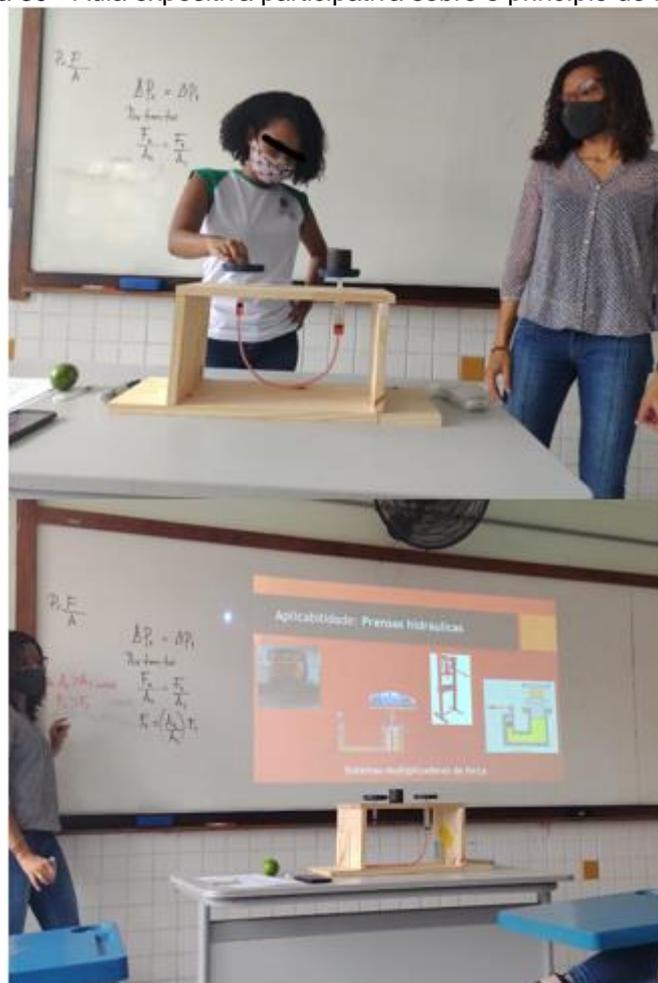
Figura 38 - O mesmo objeto sendo colocado na seringa de êmbolo menor.



Fonte: Própria autora.

Posteriormente, realizou-se uma aula expositiva participativa para o conhecimento dos conceitos relacionados ao princípio de Pascal e suas aplicabilidades (Figura 39).

Figura 39 - Aula expositiva participativa sobre o princípio de Pascal.



Fonte: Própria autora.

Em seguida, mostrou-se a seringa de injeção, uma aplicabilidade do princípio de Pascal (Figura 40).

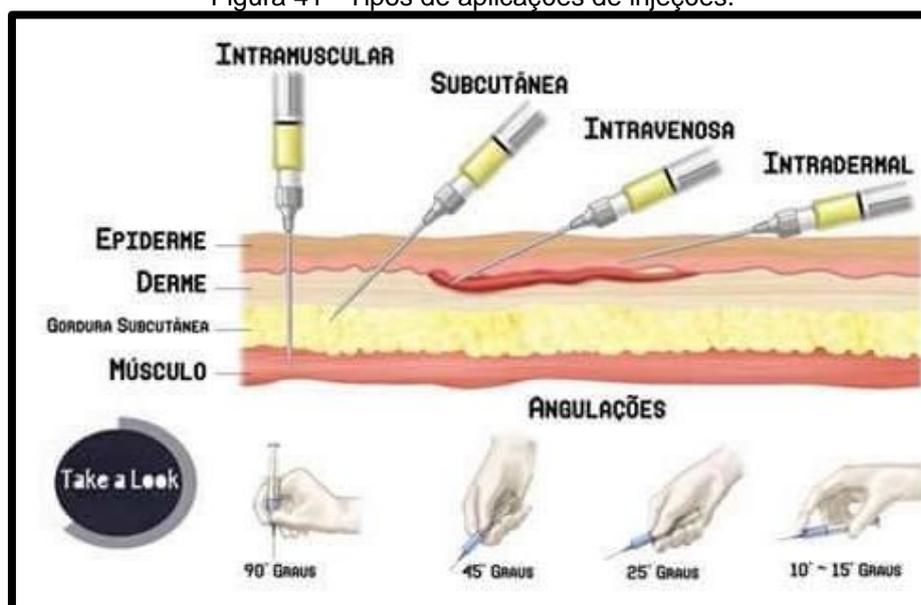
Figura 40 - Aplicabilidade do princípio de Pascal: a seringa de injeção.



Fonte: Própria autora.

Os alunos conheceram o seu funcionamento, os tipos de injeções e suas formas de aplicação (Figura 41). No Quadro 2 apresenta-se as principais formas de aplicar uma injeção e suas respectivas indicações.

Figura 41 - Tipos de aplicações de injeções.



Fonte: <https://farmaciaestetica.com.br/conheca-os-tipos-de-injecoes-e-suas-formas-de-aplicacao/#.YNiehOhKjIV>. Acesso em: 29 de jun. de 2021.

Quadro 3 -Injeções e suas aplicações

| As quatro formas principais de se aplicar injeções | |
|---|--|
| <i>Intramuscular</i> | Esse tipo de injeção é aplicado em uma posição de 90 graus. Ela entra reta na vertical na pele e tem o objetivo de aplicar a substância diretamente no músculo. A famosa injeção de Benzetacil é aplicada dessa forma. Também é usada para antibióticos para tratar infecções. |
| <i>Subcutânea</i> | Essa injeção tem 45 graus de inclinação e seu objetivo é aplicar o produto, medicamento ou substância na parte de gordura subcutânea da pele. Usada geralmente para aplicação de insulina. |
| <i>Intravenosa</i> | Essa é aquela injeção que geralmente enfermeiros aplicam quando vamos tomar soro e eles precisam atingir nossa veia. Ela deve ser aplicada com 25 graus de inclinação e atinge a segunda camada, logo abaixo da nossa pele. É usada para aplicação de soro e antibióticos. |
| <i>Intradermal</i> | Essa é a injeção aplicada na camada mais superficial de nossa pele. Ela precisa ser feita com 10 a 15 graus de inclinação e não deve atingir à derme, onde se encontram veias e vasos. Ela é a mais superficial de todas as injeções. É usada para estes de alergia ou vacina BCG. |

Fonte: <https://farmaciaestetica.com.br/conheca-os-tipos-de-injecoes-e-suas-formas-de-aplicacao/#.YNsU8ehKjIW>. Acesso em: 29 de jun. de 2021.

Logo depois apresentou-se para a turma o brinquedo intitulado “Bolinha no labirinto hidráulico” (Figura 42), que utiliza o princípio de Pascal para movimentar um labirinto para dar saída à uma bolinha de gude.

Figura 42 - Apresentação do jogo “Bolinha no labirinto hidráulico.”



Fonte: Própria autora.

Nesta etapa os alunos puderam manipular o “brinquedo” e a brincadeira realizou-se em dupla (Figura 43). A dupla tinha que conduzir uma bolinha de gude para a saída do labirinto manipulando os êmbolos das seringas, caso a bolinha caísse em um dos buracos feitos no caminho, a dupla deveria responder a uma pergunta sobre hidrostática, se errasse, passava a vez para outra dupla, e a pergunta passava para a turma. Se acertasse, colocava a bolinha no labirinto novamente para achar a saída.

Figura 43 - As duplas manipulando o jogo “labirinto hidráulico”.



Fonte: Própria autora.

Quando a bolinha da dupla caía no buraco a pergunta era realizada da seguinte maneira: a dupla pegava uma carta com uma afirmativa sobre os conceitos de Hidrostática, e tinha que responder se esta era verdadeira ou falsa. Caso fosse falsa ainda teria que corrigi-la (Figura 44).

Figura 44 - Um dos alunos da dupla escolhendo uma carta para responderem a pergunta do jogo.



Fonte: Própria autora.

h) 8ª Aula – Empuxo

Nesta aula, realizou-se um laboratório de investigação com o objetivo de os alunos serem capaz de:

- Conhecer a relação entre força de empuxo e a força peso de um fluido deslocado por um corpo;
- Conhecer a relação entre força de empuxo e a força peso de um corpo que está flutuando em um fluido.

Para isso iniciou-se a aula da seguinte forma:

1 - Descrição do problema

Expondo-se as figuras abaixo no quadro através do projetor multimídia iniciou-se uma aula dialógica com as seguintes perguntas para toda a turma:

Pergunta 01 - O que é mais fácil, segurar um tijolo dentro de uma piscina ou fora dela? Por quê? O que está acontecendo? (Figura 45).

Figura 45 - Objeto suspenso fora e dentro da água.

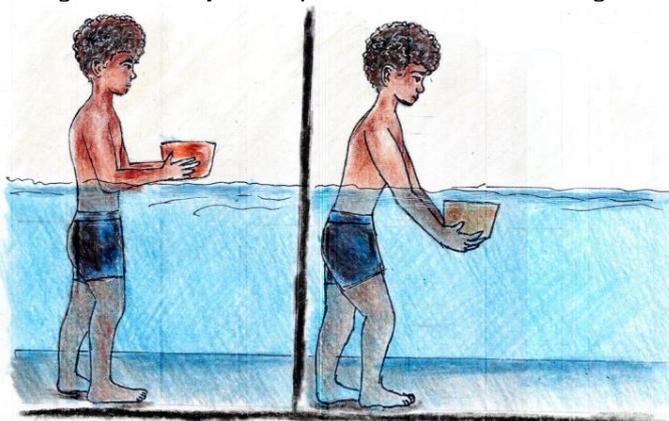


Ilustração: Mackson Ferreira Alves.

Pergunta 02 - Se mergulharmos uma bola em uma piscina e empurrarmos para baixo, o que vamos sentir? (Figura 46)

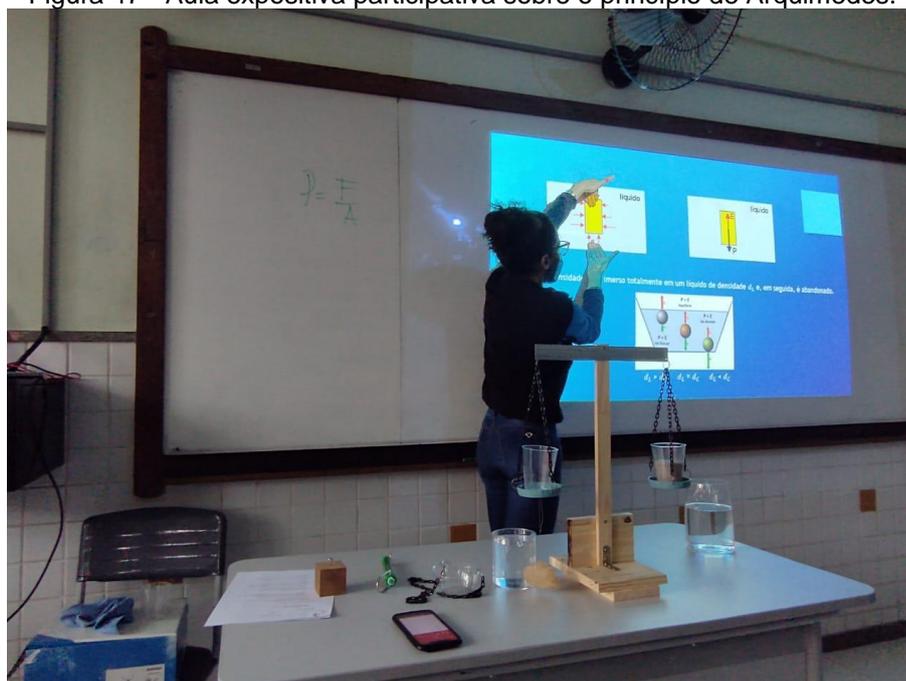
Figura 46 - Mergulhando uma bola em um líquido.



Ilustração: Mackson Ferreira Alves.

Diante das hipóteses levantadas pelos alunos, realizou-se uma aula expositiva participativa sobre o princípio de Arquimedes no intuito de oferecer um embasamento teórico para os alunos iniciarem o laboratório de investigação (Figura 47).

Figura 47 - Aula expositiva participativa sobre o princípio de Arquimedes.



Fonte: Própria autora.

Após os alunos adquirirem os conhecimentos necessários sobre o princípio de Arquimedes, iniciou-se a etapa seguinte:

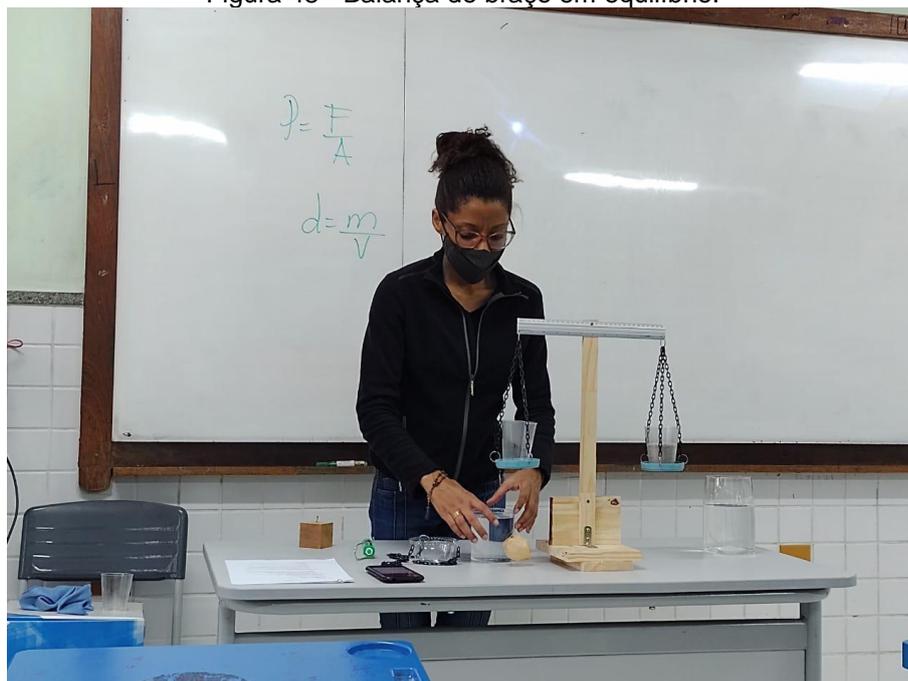
2 – Laboratório de investigação

Nesta etapa realizou-se dois experimentos de forma demonstrativa, e durante as experimentações os alunos responderam um roteiro com algumas perguntas (Atividade 11).

Experimento 1: Balança equilibrada

No primeiro experimento apresentou-se uma balança de “braço”, onde de um lado (braço direito) colocou-se um copinho cheio de areia e do outro (braço esquerdo) um copinho vazio com uma pedra presa na parte de baixo. Inicialmente o sistema estava em equilíbrio (Figura 48).

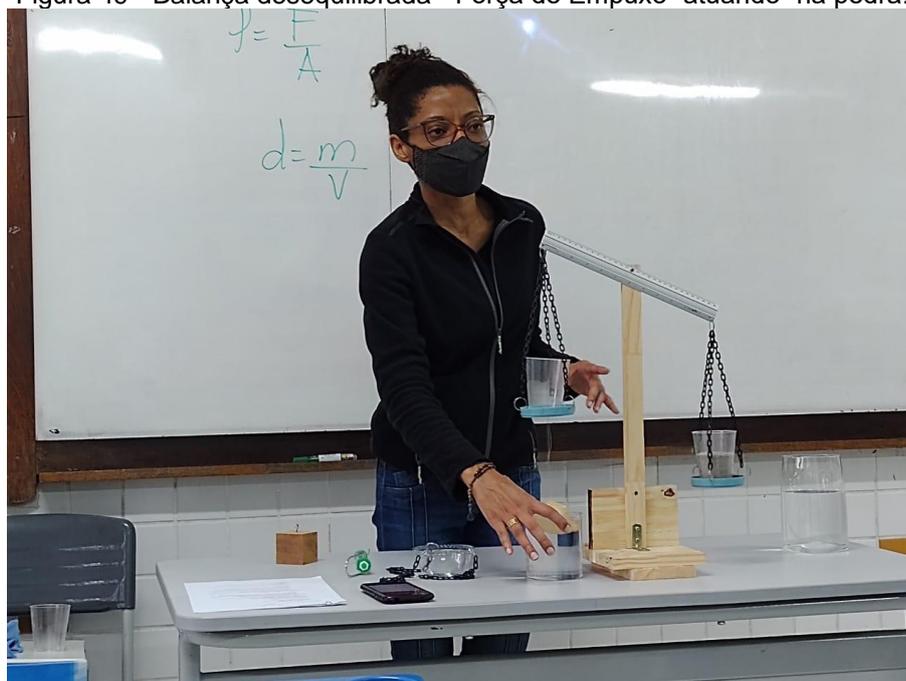
Figura 48 - Balança de braço em equilíbrio.



Fonte: Própria autora.

Na sequência a pedra que estava ligada ao braço esquerdo da balança foi introduzida em um recipiente com água (Figura 49). Ao entrar no recipiente com água a pedra fez com que o nível da água dentro do recipiente se elevasse, assim colocou-se o dedo para não deixar a água sair do mesmo pelo ladrão.

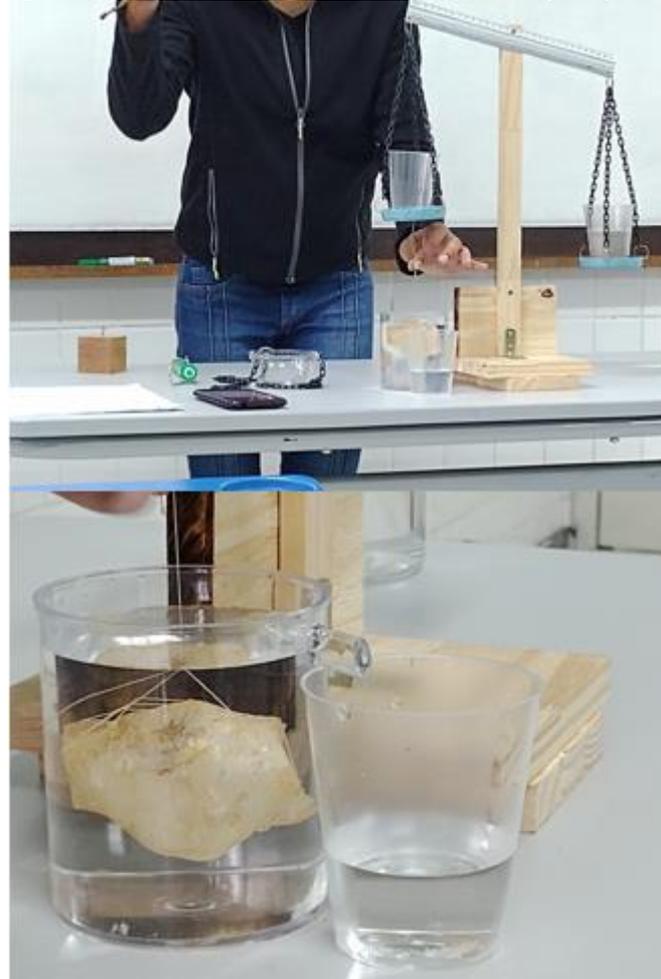
Figura 49 - Balança desequilibrada - Força de Empuxo “atuando” na pedra.



Fonte: Própria autora.

Nesta próxima etapa a pedra foi imersa totalmente na água e o volume de água que saiu pelo ladrão, até que o nível da água retornasse para a posição que estava antes da introdução da pedra, foi reservado no copinho vazio que estava no braço direito da balança (Figura 50).

Figura 50 - Volume de água sendo deslocado pela pedra.



Fonte: Própria autora.

Por último o copinho contendo o volume de água deslocado pela pedra foi colocado no suporte do braço esquerdo da balança, que novamente entrou na posição de equilíbrio (Figura 51).

Figura 51 - Retorno da água deslocada: equilíbrio.



Fonte: Própria autora.

Como foi dito anteriormente, os alunos observaram o experimento e foram preenchendo um roteiro respondendo às seguintes perguntas:

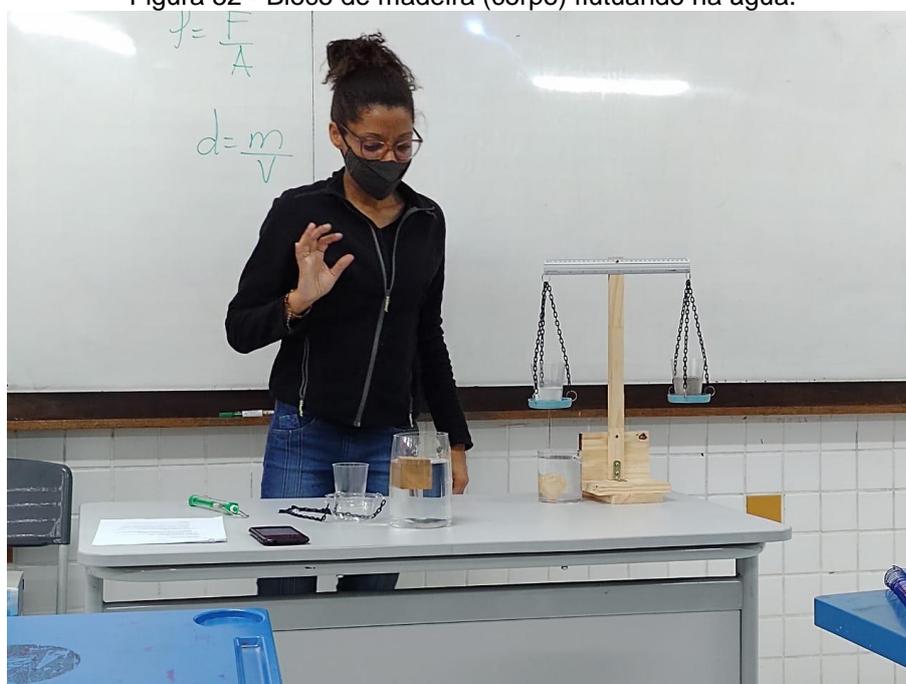
- Quando a esfera é introduzida na água o que acontece com o braço da balança? Por quê?
- Que volume de água é esse recolhido no copinho?
- Se esta água recolhida no copinho for colocada no copo que está na balança, o que acontecerá? O que podemos concluir com isso?

Experimento 2: Afunda ou flutua

Inicialmente colocou-se sobre a mesa um recipiente parcialmente cheio de água, onde foi introduzido um bloquinho de madeira (Figura 52). Sem fazer qualquer tipo de explicação perguntou-se aos alunos:

- O que acontece quando este corpo (menos denso que o líquido) é colocado na água, ele afunda ou flutua?
- Este corpo de peso X está em equilíbrio flutuando no líquido, o que podemos observar sobre o empuxo e o peso do corpo?

Figura 52 - Bloco de madeira (corpo) flutuando na água.

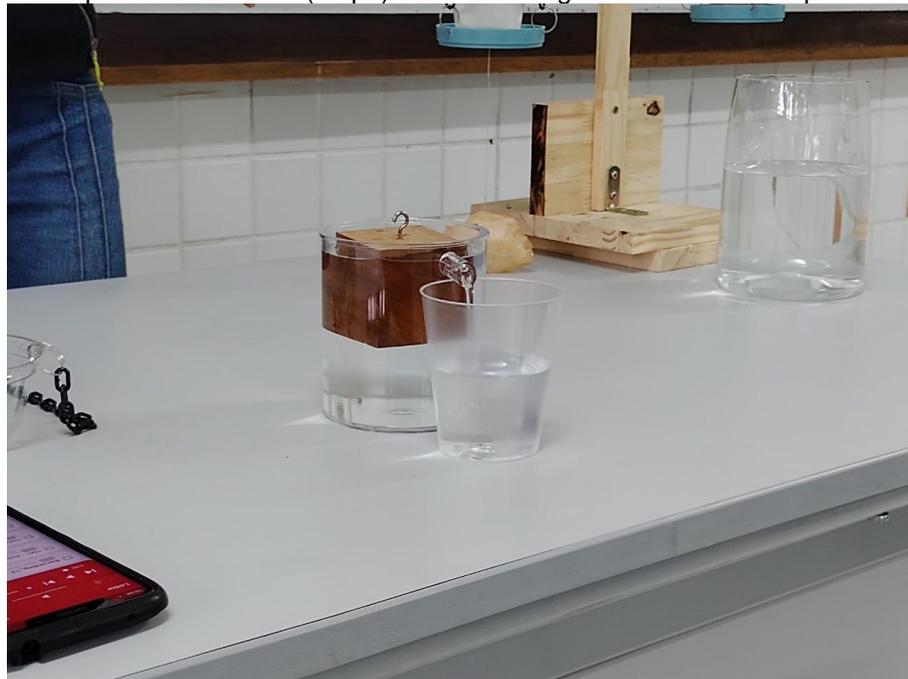


Fonte: Própria autora.

Na sequência utilizou-se um outro recipiente com ladrão, cheio de água, e foi colocado o bloquinho de madeira dentro do mesmo. Colocou-se um copinho debaixo do recipiente com ladrão, e recolheu-se toda a água que foi escoada quando se introduziu o bloquinho de madeira (Figura 53). Ao final os alunos responderam a seguinte pergunta:

- Qual é a semelhança entre o líquido deslocado para o copinho e o corpo?

Figura 53 - Bloquinho de madeira (corpo) deslocando água ao entrar no recipiente com ladrão.



Fonte: Própria autora.

Na última parte, mediu-se o peso do volume de água deslocado (Figura 54) e do bloquinho de madeira (Figura 55) com o uso de um dinamômetro. Assim os alunos puderam comprovar a igualdade do valor do peso de um objeto flutuante em um fluido e o valor do peso líquido deslocado por ele.

Figura 54 - Medindo o peso da água deslocada.



Fonte: Própria autora.

Figura 55 - Medindo o peso do bloquinho de madeira (corpo).



Fonte: Própria autora.

i) 9ª Aula

Neste momento, iniciou-se uma aula expositiva participativa dando continuidade ao conceito de empuxo com o objetivo de, com a minha intervenção, os alunos modelarem a expressão matemática de empuxo (Figura 56).

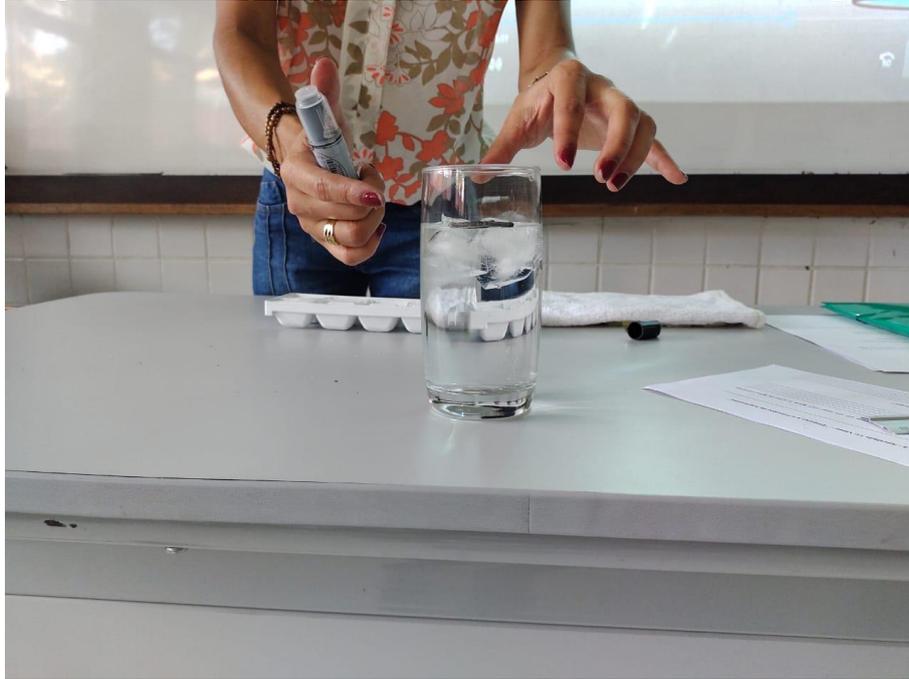
Figura 56 - Aula expositiva participativa para a modelagem da expressão matemática do conceito de empuxo.



Fonte: Própria autora.

Em seguida, exibiu-se para os alunos o vídeo “Empuxo e o Princípio de Arquimedes” disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=57qs91GBscU>. Antes da exibição do vídeo mostrou-se para os alunos um copo com água e cubos de gelo (Figura 57), marcou-se a altura do nível da água no copo e realizou-se a seguinte pergunta: “Quando um cubo de gelo flutuante derrete em um copo com água o nível da água aumenta, diminui ou continua o mesmo?”.

Figura 57 - Marcação do nível da água em um copo com cubos de gelo.



Fonte: Própria autora.

Depois da exibição do vídeo retornou-se a pergunta inicial para a devida discussão com os alunos, inicialmente eles expressaram as suas hipóteses sobre o ocorrido de maneira individual (Atividade 12), logo após aconteceu uma discussão sobre o fenômeno e foi verificado, novamente, o nível de água no copo (Figura 58). Assim os alunos puderam observar se o experimento corroborou ou não com as suas respostas.

Figura 58 - Verificação do nível da água no copo após o derretimento dos cubos de gelo.



Fonte: Própria autora

Novamente utilizou-se o gerador de nuvem de palavras online WordArt.com, e anotaram-se as palavras que correspondiam ao conceito de pressão para os alunos (Atividade 13), criando uma nova nuvem de palavras que foi exposta através do projetor multimídia, onde os alunos observaram a própria visão deles antes e depois da aplicação da sequência didática que teve por finalidade obter evidências de uma aprendizagem significativa.

4.1.3 Etapa 03 – Pós-teste

Nesta última etapa aplicou-se uma atividade avaliativa individual com 9 questões objetivas e conceituais, adquiridas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), do processo seletivo do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) e de outros exames vestibulares (Atividade 14). Através dos resultados dos pré e pós-teste procurou-se obter evidências de uma aprendizagem significativa.

4.2 CRONOGRAMA DE APLICAÇÃO DA UEPS

No Quadro 3 apresenta-se uma síntese das atividades aplicadas e os materiais instrucionais utilizados em cada aula com seu respectivo embasamento teórico com o objetivo de obter uma aprendizagem significativa.

Quadro 4 - Síntese da UEPS proposta

| AULA | ATIVIDADES | OBJETIVO | DESCRIÇÃO |
|-------------|--|---|--|
| Pré-aula | Pré-teste (Individual) | Identificar conhecimentos prévios – passo 2 da UEPS. | Vídeo; <i>WordArt.com</i> (gerador de nuvens de palavras) e questionário individual. |
| Aula 1 | Experimentos demonstrativos (Observações individuais e em grupo) | Apresentar o conceito de pressão, com a aplicação das primeiras situações-problema – passo 3 da UEPS. | Experimentos demonstrativos sobre pressão exercida por uma força sobre uma superfície. |
| Aula 2 | Experimentos demonstrativos (Observações individuais e discussão em grande grupo) | Apresentar o conceito de pressão atmosférica e densidade, levantando as primeiras questões sobre o conteúdo – passo 3 da UEPS. | Experimentos demonstrativos sobre pressão atmosférica e densidade. |
| Aula 3 | Resolução de exercícios propostos do livro-texto utilizado na escola (Resolução individual e correção dialogada em grande grupo) | Sistematizar os conceitos apresentados; consolidar e aprofundar conhecimentos – passo 4 da UEPS. | Exercícios propostos e correção através de diálogo entre os alunos e a professora. |
| Aulas 4 e 5 | Vídeo e simulador computacional | Consolidar e aprofundar conhecimento. Promover atividade | Vídeo para contextualização do conceito do teorema de Stevin, utilização do |

| | | | |
|--------|---|---|---|
| | (Observações em grande grupo e individuais) | em nível mais alto de complexidade com a mediação da professora – passo 5 da UEPS. | simulador computacional e realização de um roteiro experimental com a mediação da professora. |
| Aula 6 | Experimentos e vídeos (Experimentos com observações em grande grupo) | Consolidar e aprofundar conhecimento. Apresentação de situação-problema – passo 6 da UEPS. | Vídeos para contextualização e experimentos demonstrativos sobre o conceito de Vasos comunicantes; experimento para resolução da situação-problema de forma colaborativa. |
| Aula 7 | Experimentos demonstrativos e jogo “Bolinha no labirinto hidráulico” (Observações em grande grupo e atividade em dupla) | Consolidar e aprofundar conhecimento. Realizar atividade colaborativa – passo 6 da UEPS. | Experimentos demonstrativos sobre o conceito do princípio de Pascal e competição em dupla no jogo “Bolinha no labirinto hidráulico”. |
| Aula 8 | Laboratório de investigação (Observações em grande grupo e individuais) | Consolidar e aprofundar conhecimento. Promover atividade em nível mais alto de complexidade – passo 6 da UEPS. | Experimentos demonstrativos para análises sobre o conceito de Empuxo – Teorema de Arquimedes. |
| Aula 9 | Vídeo e experimento demonstrativo (Observações individuais e discussão em grande grupo) | Observar evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado. Apresentação de uma situação- | Vídeo, experimento demonstrativo com uma situação-problema sobre o Teorema de Arquimedes e <i>WordArt.com</i> (gerador de nuvens de palavras) |

| | | | |
|-----------|-----------|--|---|
| | | problema – passo 7 da UEPS. | |
| Pós-teste | Pós-teste | Verificar aprendizagem – passo 8 da UEPS. | Teste final com 9 questões objetivas conceituais realizado individualmente. |

Fonte: Própria autora.

5. RESULTADOS E ANÁLISE

A dinâmica de análise dos dados da pesquisa produziu-se a partir da estrutura didática dos procedimentos metodológicos desenvolvidos nas etapas do trabalho. Obteve-se a produção dos dados através da interação do sujeito da pesquisa com o conceito investigado, assim a análise dos resultados mostrou-se imprescindível para obter indicações de uma Aprendizagem Significativa.

Inicialmente, realizou-se uma pré-aula onde analisou-se de maneira qualitativa as primeiras ideias do conteúdo abordado pela pesquisa.

Na etapa seguinte para o desenvolvimento da UEPS utilizou-se atividades experimentais e situações-problema com registro das reações dos alunos para uma análise qualitativa, e observou-se como a intervenção pedagógica proporcionou aos alunos levantar questionamentos com o objetivo dos mesmos atribuírem novos conhecimentos ao contexto do conceito ensinado, modificando e/ou aprimorando seus modelos explicativos iniciais.

Na última etapa, o resultado da análise da UEPS juntamente com o resultado do pós-teste evidenciou que os alunos de forma progressiva adquiriram novos significados aos conceitos trabalhados integrando-os para uma construção significativa do conceito de pressão.

Para uma eficiente análise da comparação de resultados obtidos no pré-teste com o pós-teste, foram analisadas somente as respostas dos alunos que participaram de todas as etapas da pesquisa, assim obteve-se um total de 21 (vinte e um) alunos participantes.

5.1 Nuvem de Palavras e Pré-teste

Nesta etapa inicial, utilizou-se um vídeo com o título “Cadeiras anfíbias ajudam pessoas com dificuldade de mobilidade” como material introdutório para estabelecer uma relação entre ideias já existentes e os conceitos contidos no material de aprendizagem. Após a exibição do vídeo, o qual deixava bem evidente a diferença

entre a cadeira de rodas normal para a anfíbia, lançou-se as seguintes perguntas para a turma:

- a) Por que a cadeira anfíbia precisa ter rodas largas?
- b) Qual grandeza física está associada a essa situação?

Para a primeira pergunta obteve-se respostas, tais como: i) para não afundar na areia; ii) as rodas são maiores para poder andar na areia, porque com a roda normal não pode andar na areia; iii) a roda da cadeira anfíbia é bem mais grossa para facilitar a locomoção na areia; iv) a roda é enorme, é mais cheia, facilita andar na areia; v) o peso da pessoa iria afundar a roda da cadeira normal.

Em relação à segunda pergunta os alunos tiveram uma maior dificuldade para responder, e as respostas mais recorrentes foram: i) não sei; ii) no caso das rodas, eu acho que elas são daquele jeito para aguentar a força de atrito da areia; iii) é o atrito.

Nas respostas da primeira pergunta observou-se que os alunos sabiam a utilidade das rodas da cadeira anfíbia serem mais largas, mas não souberam responder a grandeza física relacionada a situação exposta. Muitos alunos relacionaram o fato com a grandeza força de atrito devido a sua compreensão a respeito da facilidade de locomoção sobre uma superfície está ligada a esta grandeza.

Diante deste fato escreveu-se no quadro a seguinte palavra: “Pressão”, e em seguida perguntou-se para a turma: a) o que é pressão? b) o que vocês pensam sobre pressão?

Orientou-se a turma a expressar-se livremente com uma ou duas palavras o que pensavam sobre o conceito de pressão (Atividade 1), com isso gerou-se uma nuvem de palavras. Devido a falta de conhecimento sobre o novo conceito a ser trabalhado, a maioria dos alunos tiveram dificuldade para escreverem uma ou duas palavras, assim expressaram-se com frases.

Na Figura 59, apresenta-se exemplos de alunos que mostraram um conhecimento físico e sentimental sobre o conceito de pressão. Observou-se nas respostas uma mistura de concepções dos alunos sobre o conceito de pressão. Apesar da noção física sobre pressão, a sensação sentimental da palavra utilizada no cotidiano influenciava na construção dos seus conceitos.

Figura 59 - Exemplos de respostas que os alunos mostraram um conhecimento físico e sentimental sobre o conceito de pressão.

Pressão

O que é pressão? O que você pensa sobre pressão?
(Escreva uma ou duas palavras sem se preocupar se está ou não escrevendo algo conceitualmente correto, o mais importante é a sua participação!!!)

Pressão é quando alguém te pressiona ou seja te apressa (também pode ser a força sobre determinado objeto no conceito de física)

Pressão emocional
Pressão atmosférica

é uma sensação de peso sobre algo.

Algo pressionando, Panela de Pressão, Trabalho sob pressão.

Fonte: Própria autora.

Na Figura 60, apresenta-se exemplos de alunos que mostraram um conhecimento somente sentimental sobre o conceito de pressão. Grande parte dos alunos referem-se à pressão como os acontecimentos emocionais do seu cotidiano.

Figura 60 - Exemplos de respostas que os alunos mostraram um conhecimento somente sentimental sobre o conceito de pressão.

Pressão

O que é pressão? O que você pensa sobre pressão?
(Escreva uma ou duas palavras sem se preocupar se está ou não escrevendo algo conceitualmente correto, o mais importante é a sua participação!!!)

Acho que pressão é aquilo ou alguém que "trabalha" para que aquilo seja feito rápido.

Sentimento de se sentir obrigado a fazer algo

Pressão pra mim é problemas né ou dificuldade.

É quando algo é obrigado a fazer algo por culpa de alguma força

sentir que precisa acertar algo.

Pressão emocional, pressão física e talvez em pressão da Matéria de física

Quando tem muitas coisas para fazer em um prazo curto, vai fazer as coisas com a pressão do tempo

Não faço nada com pressão (não faço nada com ninguém sem cima julgando).

Fonte: Própria autora.

Na Figura 61, apresenta-se exemplos de alunos que mostraram um conhecimento físico sobre o conceito pressão. Alguns alunos relacionam o conceito de pressão com força, como se fossem uma mesma grandeza, e eles reconhecem fenômenos naturais onde se observa o conceito de pressão.

Figura 61 - Exemplos de respostas que os alunos mostraram um conhecimento físico sobre o conceito de pressão.

Pressão

O que é pressão? O que você pensa sobre pressão?
(Escreva uma ou duas palavras sem se preocupar se está ou não escrevendo algo conceitualmente correto, o mais importante é a sua participação!!!)

Tem haver com pressionar, por exemplo a pressão do ar dentro para fora de uma bola, a pressão da água em grandes profundidades no mar, e pressão do centro da Terra etc.

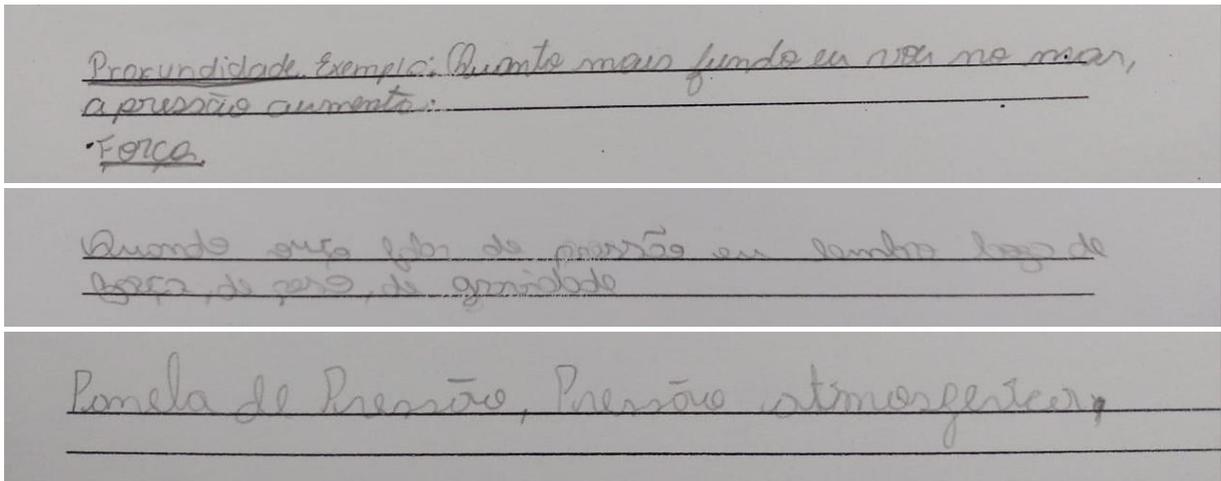
Pressão é a força em relação a algo.

pressão atmosférica

lembro de força

É o que certa superfície faz sobre a outra.

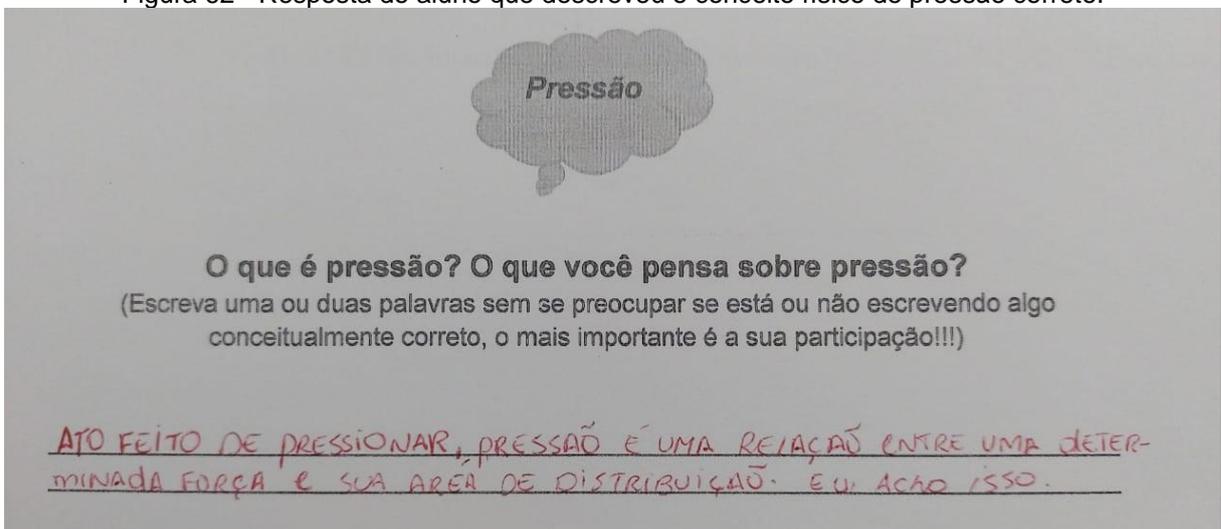
Pressão do mar sobre o submarino



Fonte: Própria autora.

Na Figura 62, apresenta-se a resposta do aluno que descreveu o conceito correto de pressão. O aluno relaciona força aplicada com a área de distribuição dessa força. Somente um aluno teve esta capacidade de construção conceitual.

Figura 62 - Resposta do aluno que descreveu o conceito físico de pressão correto.



Fonte: Própria autora.

Na Figura 63, apresenta-se as nuvens de palavras das turmas, onde é possível observar que as palavras mais recorrentes nas frases elaboradas pelos alunos sobre o conceito de pressão foram: (i) as palavras “pressionado” e “pressionar” relacionada com o sentido sentimental e não físico; (ii) a palavra “força” sendo considerada com o

mesmo sentido conceitual de pressão; (iii) muitas palavras ligadas ao conceito de pressão emocional relacionadas as situações do cotidiano, por exemplo, “apressar”, “julgar”, “obrigação”, “dificuldades”, “mal”, “mente”, “trabalho”, “emocional”, entre outras; (iv) as palavras força, peso, superfície e área os alunos obtiveram com a utilização do vídeo, um organizador prévio, que funcionou como “ponte cognitiva” para conceitos já existentes na sua estrutura cognitiva e aqueles a serem aprendidos no material de aprendizagem.

Figura 63 - Nuvens de palavras sobre o conceito de pressão formadas pelas turmas.



Fonte: Própria autora.

Neste segundo momento, aplicou-se um pré-teste individual com 6 (seis) questões objetivas conceituais sobre Hidrostática (Atividade 2). Todas as questões apresentavam 5 (cinco) opções de alternativas para a resposta, onde o aluno poderia

marcar somente 1 (uma) opção. No Quadro 4, apresenta-se os conceitos físicos abordados em cada questão.

Quadro 5 - Os conceitos físicos sobre Hidrostática abordados nas questões do pré-teste.

| | |
|------------|---|
| 1ª Questão | Pressão exercida por uma força sobre uma superfície |
| 2ª Questão | Lei de Stevin |
| 3ª Questão | Densidade |
| 4ª Questão | Empuxo |
| 5ª Questão | Vasos comunicantes |
| 6ª Questão | Princípio de Pascal |

Fonte: Própria autora.

Apresenta-se os percentuais médios de acertos de cada turma em cada questão na Tabela 1. Já se esperava que as turmas tivessem um baixo percentual de acertos na maioria das questões, devido ao não conhecimento do conteúdo de Hidrostática. Entretanto, as duas turmas apresentaram um maior percentual de acertos na questão Q3 sobre densidade, pois a maioria dos alunos tinha estudado este conteúdo em Ciências no Ensino Fundamental, assim com os valores da densidade das substâncias parte dos alunos conseguiram observar em qual substância o gelo flutuaria. Apesar disto, em um diálogo com os alunos observou-se que para eles a densidade e o peso de um corpo possuem o mesmo significado físico.

Tabela 1 - Porcentagem de acertos das questões do pré-teste das turmas TA e TB.

| Turmas | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q5 | Q6 |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| TA | 46% | 54% | 62% | 23% | 31% | 46% |
| TB | 25% | 25% | 50% | 13% | 13% | 38% |

Fonte: Própria autora.

5.2 Pressão exercida por uma força sobre uma superfície

Esta aula iniciou-se com a Atividade 3 “Desafio: Perfurando um bombom sem danificá-lo”. Na Figura 64, apresenta-se um exemplo de resposta das observações realizadas por um aluno sobre a 1ª tentativa do desafio utilizando uma rolha de cortiça com 18 mm de diâmetro. O aluno demonstra na 1ª tentativa do desafio saber a aplicação da grandeza força, observando que esta precisa aumentar, mas há uma igualdade para as grandezas força e pressão.

Figura 64 - Exemplo de resposta das observações realizadas na 1ª tentativa do desafio do bombom.

Aula 1 – Atividade 3 – Desafio: Perfurando um bombom sem danificá-lo

Nome: _____ Data: 28/09/23

(Escreva suas observações em cada situação)

- 1ª Tentativa:
 - O que o aluno está precisando fazer para conseguir perfurar o bombom?
Força no bombom para que ele consegue perfurar
 - Qual grandeza física está relacionada com essa situação?
Força de pressão
 - Ele está precisando aumentar ou diminuir essa grandeza?
Aumentar

Fonte: Própria autora

Na Figura 65, apresenta-se um exemplo de resposta das observações realizadas por um aluno sobre a 2ª tentativa do desafio utilizando uma pequena haste de madeira de 10 mm de diâmetro. O aluno apontou a diferença entre os objetos utilizando conceitos físicos, observando que esta precisava diminuir, mas não conseguiu se expressar quanto a grandeza física relacionada com a situação abordada. Isto mostra a dificuldade dos alunos para se expressarem com a linguagem científica.

Figura 65 - Exemplo de resposta das observações realizadas na 2ª tentativa do desafio do bombom.

2ª Tentativa.

- Qual a diferença entre o 1º e o 2º objeto perfurante?
 O diâmetro, a largura é menor.
 e segunda facilitou a entrada, porque o objeto era

- Qual grandeza física está relacionada com essa situação?
 Média menos grosso

- Para conseguir um bom êxito nesse desafio essa grandeza precisa aumentar ou diminuir?
 diminuir.

Fonte: Própria autora.

Na Figura 66, apresenta-se exemplos de resposta das observações realizadas pelos alunos sobre a 3ª tentativa do desafio utilizando um palito de madeira pontiagudo. Os alunos observaram que o desafio foi cumprido, pois o objeto com “espessura mais fina” facilitou a perfuração do bombom sem danificá-lo, podendo utilizar uma força menor do que nas primeiras tentativas. Isto mostra a relação que os alunos construíram entre força aplicada e a área de atuação dessa força, encaminhando-os para o conceito de pressão.

Figura 66 - Exemplos de respostas das observações realizadas na 3ª tentativa do desafio do bombom.

3ª Tentativa.

- O aluno conseguiu cumprir o desafio?

Sim.

Descreva o que o aluno precisou fazer e qual a característica do objeto que o levou ao sucesso no desafio:

Ela utilizou um objeto com a ponta que tem uma espessura mais fina, e utilizou menos força que na segunda tentativa.

3ª Tentativa.

- O aluno conseguiu cumprir o desafio?

Sim.

Descreva o que o aluno precisou fazer e qual a característica do objeto que o levou ao sucesso no desafio:

O aluno pressionou o objeto com uma força menor, a ponta do objeto, que era mais fina, ajudou.

Fonte: Própria autora.

Nesta mesma aula foi lançada a situação-problema da Atividade 4 “Pressão de dois tijolos sobre uma mesa”. Na Figura 67, apresenta-se exemplos de alunos que fizeram a associação da influência da área na pressão exercida por dois tijolos iguais em posições diferentes sobre a mesa.

Figura 67 - Exemplos de respostas onde os alunos perceberam a influência da área na pressão exercida por dois tijolos iguais em posições diferentes sobre a mesa.

Aula 1 – Atividade 4 – Pressão de dois tijolos sobre uma mesa

Nome: _____ Data: 20/05/22

Situação-problema

Dois tijolos iguais, colocados em posições diferentes, exercem sobre a superfície horizontal da mesa uma força de mesma intensidade. Em relação à pressão exercida pelo tijolo sobre a mesa, ela se mantém igual nas duas posições? Por quê?

Não, porque mesmo possuindo o mesmo volume a área de contato foi diferente o que muda a sua pressão

Não, pois a vertical tem mais pressão e horizontal tem menos tem mais largura para os lados a vertical não.

NÃO. O TIJOLO NA HORIZONTAL ESTÁ DISTRIBUINDO SEU PESO SOBRE A MESA, ENQUANTO O DA VERTICAL CONCENTRA SEU PESO EM POUCO ESPACO.

Não, pois o primeiro tijolo está de pé concentrando mais peso e exercendo mais pressão sobre um ponto

se mantêm diferentes. pois ocupam áreas diferentes

Não, a pressão é maior no tijolo horizontal, pois está exercendo um peso em um único ponto diferente do outro

não, o tijolo de posição 1 faz mais pressão por estar na vertical, faz de posição 2 a massa está distribuída na mesa.

Fonte: Própria autora.

Na Figura 68, apresenta-se exemplos de alunos que não perceberam a influência da área na pressão exercida por dois tijolos iguais em posições diferentes sobre a mesa.

Figura 68 - Exemplos de respostas onde os alunos não perceberam a influência da área na pressão exercida por dois tijolos iguais em posições diferentes sobre a mesa.

Aula 1 – Atividade 4 – Pressão de dois tijolos sobre uma mesa

Nome: _____ Data: 20/09/21

Situação-problema

Dois tijolos iguais, colocados em posições diferentes, exercem sobre a superfície horizontal da mesa uma força de mesma intensidade. Em relação à pressão exercida pelo tijolo sobre a mesa, ela se mantém igual nas duas posições? Por quê?

Sim, porque ambos continuam exercendo o mesmo peso sobre a mesa, um de produto de uma pressão.

Sim, pois os dois continuam tendo o mesmo peso não importa a posição,

Igual, pois mesmo que a posição seja diferente, a massa e a força são as mesmas

Acho que a pressão exercida por ambos é igual, pois os tijolos possuem o peso e volume igual.

Sim, pois o peso dos tijolos são os mesmos, portanto exercem a mesma pressão.

sim, porque eles tem o mesmo peso mesmo estando em posições diferentes.

Fonte: Própria autora.

Dos 49 alunos que responderam a atividade 4, 23 alunos disseram que a pressão não seria igual, pois o tijolo da primeira posição por ter uma área de contato menor com a superfície, exerceria uma pressão maior. Os outros 26 alunos disseram que a pressão seria igual, pois esta não depende da área de contato e os tijolos tinham o mesmo peso.

Os alunos formados em grupo debateram e trocaram ideias sobre o desafio do bombom e a situação-problema da pressão dos tijolos sobre a mesa. Na Figura 69, apresenta-se exemplos do pensamento comum dos grupos na Atividade 5.

Figura 69 - Exemplos de respostas do pensamento comum dos grupos sobre o desafio do bombom e a situação-problema dos dois tijolos sobre a mesa em posições diferentes.

Aula 1 - Atividade 5 – Atividade colaborativa sobre as situações expostas

Nomes:

Escreva o pensamento comum do grupo, em atividade colaborativa, sobre as questões das situações expostas.

Desafio

no caso, como o último instrumento tinha um diâmetro menor, por tanto portanto, a pressão exercida pelo instrumento, mais concentrada, ~~em~~ em um ponto central

Situação-problema

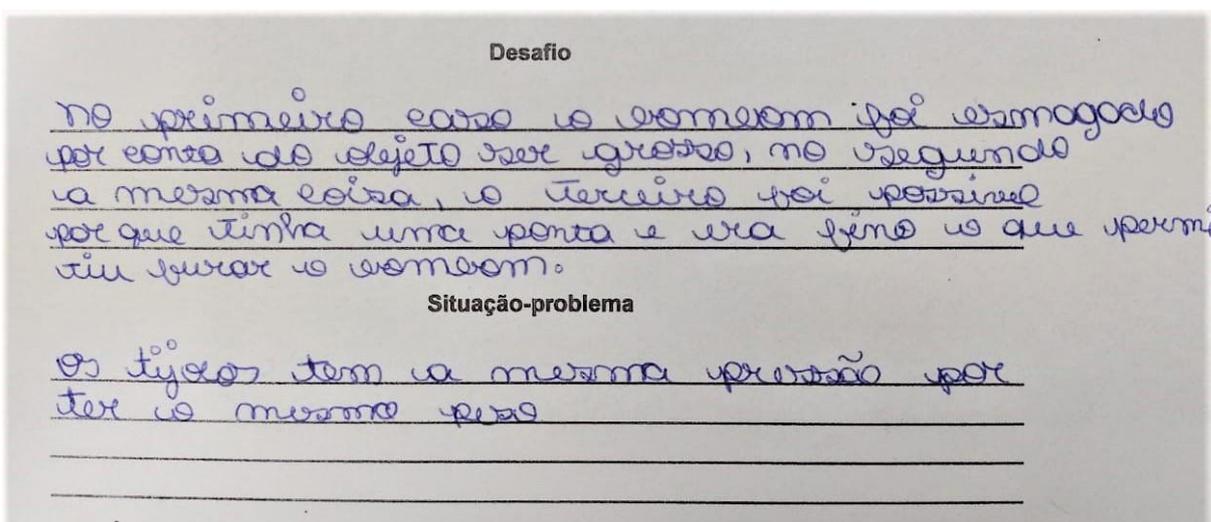
no caso, o objeto que estava na vertical, exercia ~~em~~ em um peso mais concentrado sobre um ~~único~~ único ponto

Desafio

o objeto com menor espessura danificou menos o bombom, por causa da pressão aplicada sobre uma área menor

Situação-problema

o tijolo da posição 1 aplicou mais pressão sobre uma área menor da superfície
o tijolo da posição 2 aplicou menos pressão do que o tijolo da posição 1, em uma área maior.

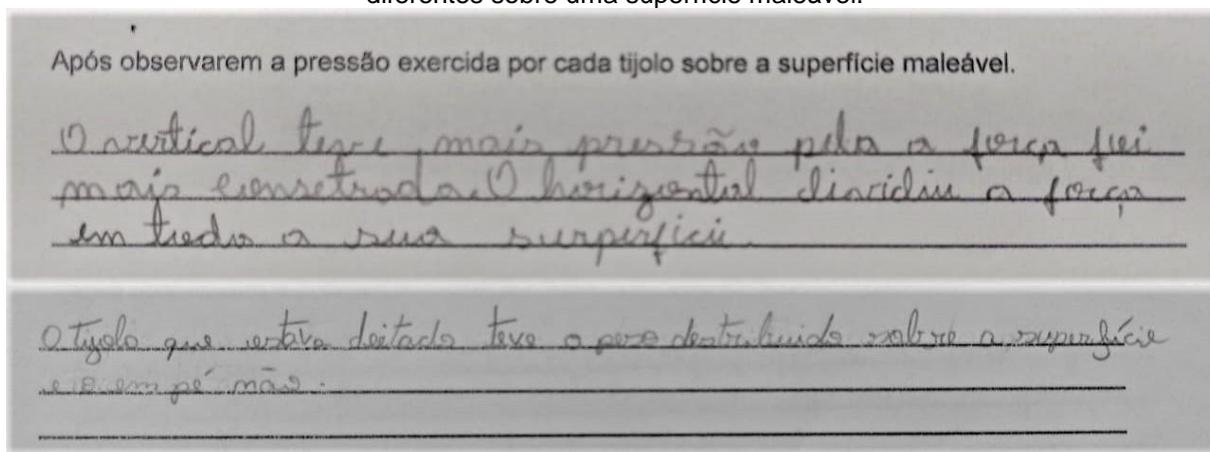


Fonte: Própria autora.

Dos 16 grupos formados, 10 chegaram à conclusão que quanto menor a área de aplicação da força, maior a pressão exercida. Outros 6 grupos não expressaram o conceito de pressão exercida por uma força sobre uma superfície da maneira adequada. Com isso, em seguida, realizou-se o experimento dos tijolos sobre uma superfície maleável por 30 segundos.

Na figura 70, apresenta-se exemplos da análise comum dos grupos após observarem o efeito da pressão exercida pelos tijolos em posições diferentes sobre a superfície maleável.

Figura 70 - Exemplos de respostas dos grupos em relação ao experimento dos tijolos em posições diferentes sobre uma superfície maleável.



O tijolo exerce a área de contato maior da superfície com menor pressão.

A pressão do tijolo na vertical foi maior, pois o peso ficou concentrado em uma área só.

A posição 1 aplicou maior pressão pois o peso do tijolo estava concentrado em uma área menor, enquanto a 2 distribuiu seu peso, com uma pressão menor.

O recipiente com o tijolo em pé a pressão foi maior pois o peso se concentrou em uma área menor, já o outro foi ao contrário.

A pressão exercida pelo tijolo em pé é maior, pois o peso está concentrado na base.

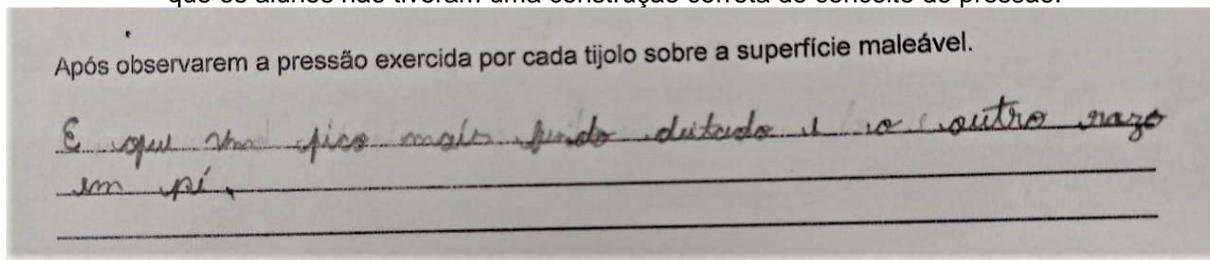
Depois nós percebemos que quanto menor o espaço maior a pressão.

Observa-se que o tijolo em pé tem maior pressão, a ditado não, pois uma força está dividida.

Fonte: Própria autora.

Dos 16 grupos formados, 15 observaram o experimento dos tijolos e se expressaram com o entendimento que a pressão exercida por uma força sobre uma superfície depende da área de contato, quanto maior a área de contato, menor a pressão exercida. Somente 1 (um) grupo não teve a construção do conceito de pressão sobre uma superfície elaborado de maneira coerente (Figura 71).

Figura 71 - Resposta de um grupo em relação ao experimento dos tijolos sobre a superfície maleável que os alunos não tiveram uma construção correta do conceito de pressão.

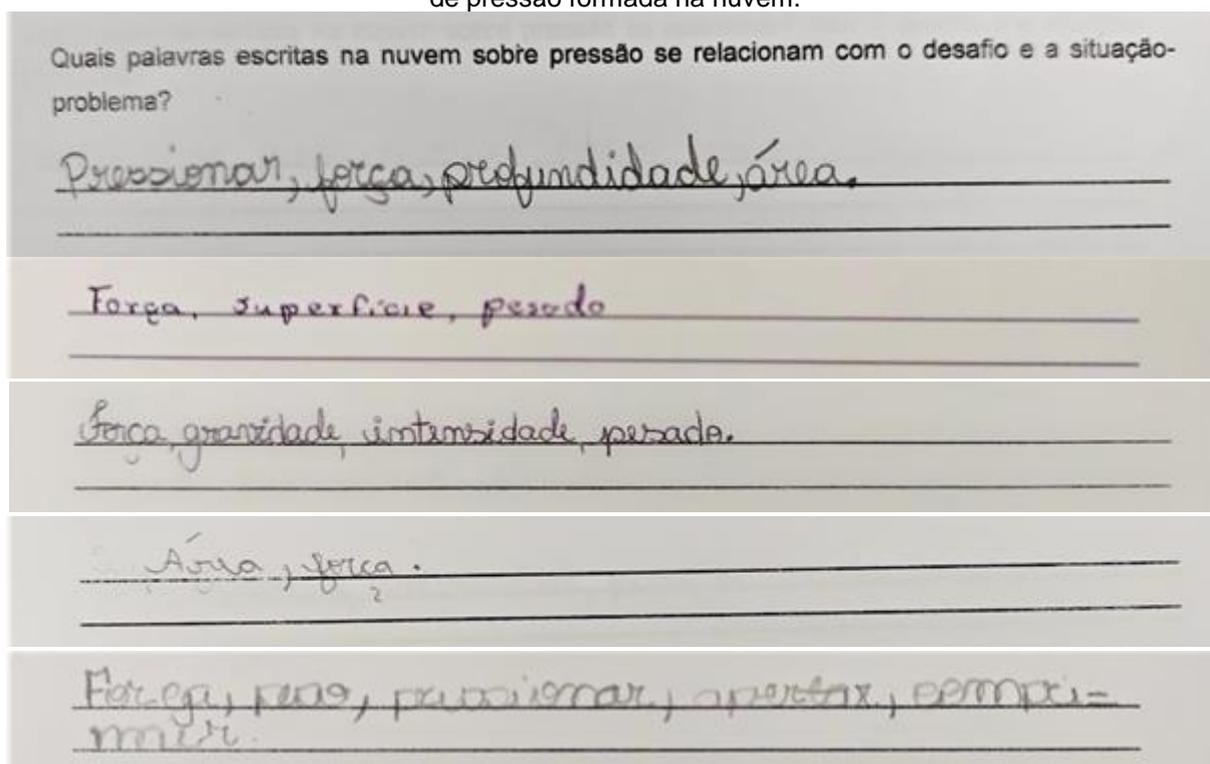


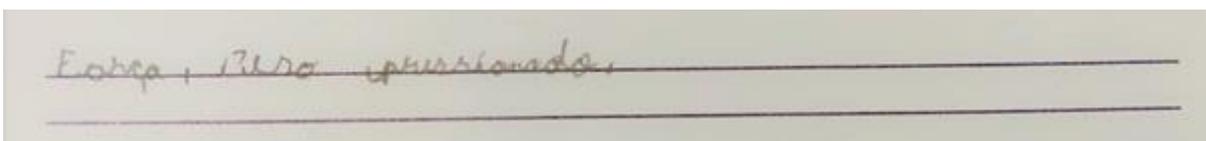
Fonte: Própria autora.

Logo depois os grupos de alunos observaram as suas concepções iniciais sobre o conceito de pressão na nuvem de palavras formada pelos mesmos na pré-aula, e apontaram as palavras que se relacionavam corretamente com o conceito físico estudado.

Na Figura 72, apresenta-se exemplos de grupos de alunos que mudaram suas concepções em relação as palavras “pressionar” e “pressionado” compreendendo-as no sentido físico do conceito, e não somente emocional.

Figura 72 - Exemplos de respostas dos grupos sobre as palavras relacionadas com o conceito físico de pressão formada na nuvem.



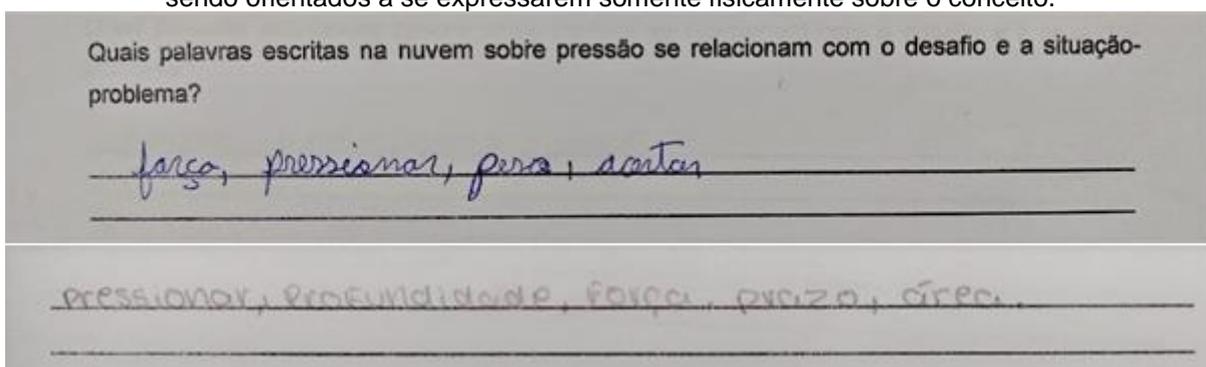


Força, Pressão pressionada.

Fonte: Própria autora.

A Figura 73 mostra dois grupos, dos 16 formados, que mantiveram as palavras “acertar” e “prazo” relacionadas ao conceito de pressão. Estes grupos ainda mostraram concepções emocionais em relação ao conceito de pressão, apesar de terem adquirido um novo conhecimento em relação a grandeza física pressão expressando-se também com palavras corretas sobre o conceito.

Figura 73 - Respostas dos grupos que ainda relacionaram pressão com o sentido emocional mesmo sendo orientados a se expressarem somente fisicamente sobre o conceito.



Quais palavras escritas na nuvem sobre pressão se relacionam com o desafio e a situação-problema?

força, pressionar, para, sentir

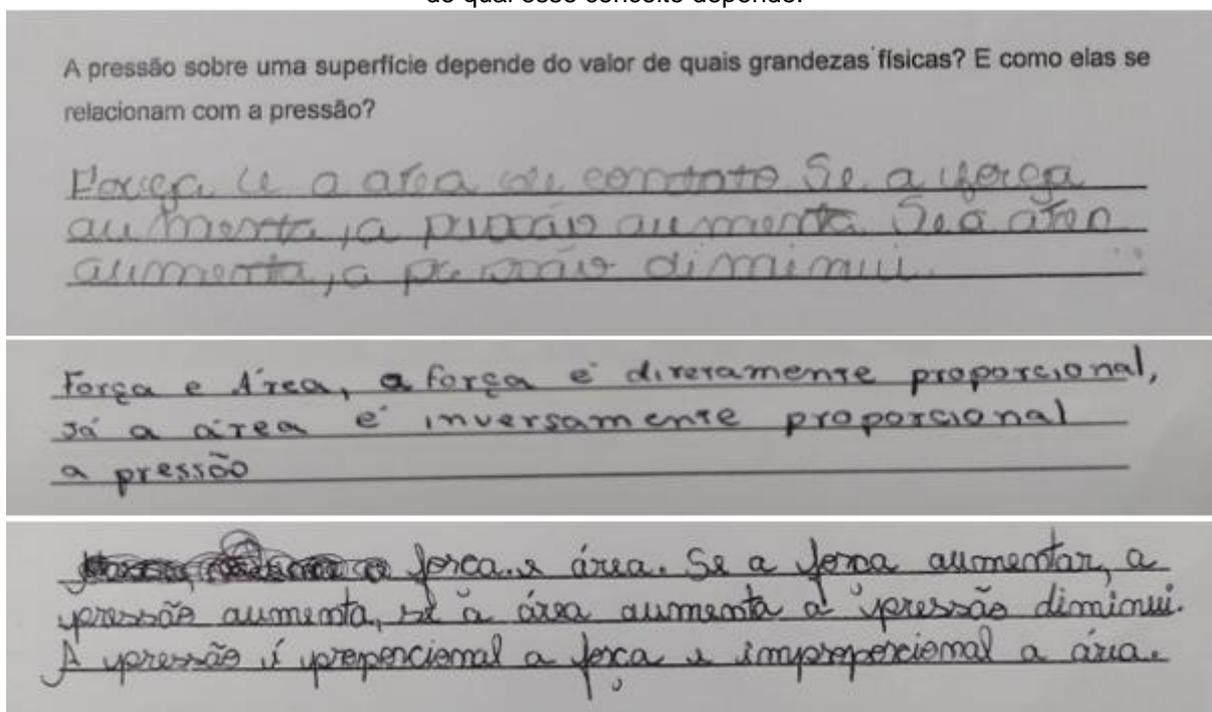
pressionar, profundidade, força, prazo, área.

Fonte: Própria autora.

Para consolidar o conceito de pressão exercida por uma força sobre uma superfície, após os alunos observarem na nuvem as palavras mais pertinentes às situações expostas sobre o conceito de pressão, os mesmos apontaram na atividade as grandezas físicas as quais a pressão é dependente e como se relacionam.

Na Figura 74, apresenta-se exemplos de grupos de alunos que mostraram de maneira correta a relação da pressão com as grandezas físicas, força e área.

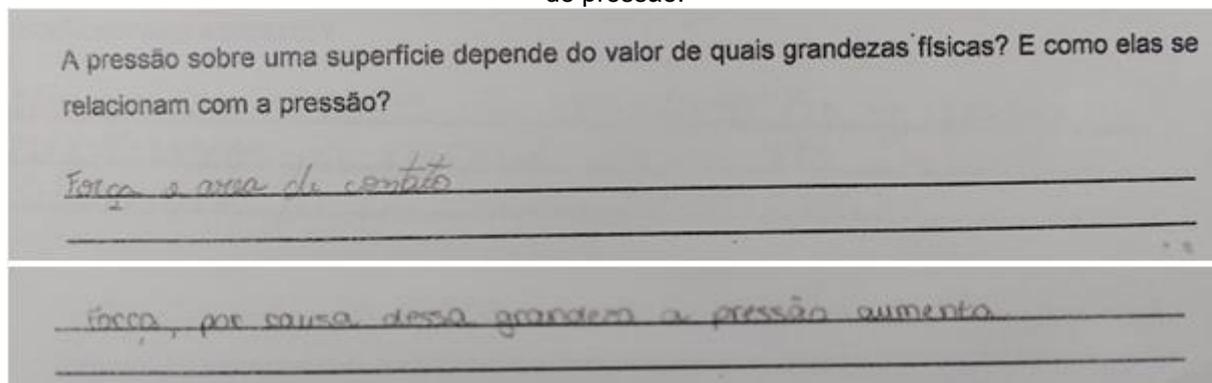
Figura 74 - Exemplos de respostas dos grupos sobre a relação entre pressão e as grandezas físicas do qual esse conceito depende.



Fonte: Própria autora.

Na Figura 75, apresenta-se as respostas de dois grupos, dos 16 formados, que não se expressaram da maneira adequada sobre o conceito de pressão. Um grupo teve dificuldade de escrever a relação existente entre as grandezas e outro grupo não mencionou a dependência da pressão com a área de contato.

Figura 75 - Respostas dos grupos que não se expressaram da maneira adequada sobre o conceito de pressão.



Fonte: Própria autora.

5.3 Pressão atmosférica e densidade de um corpo

Nesta aula foi realizado o experimento demonstrativo “Água subindo”, onde as hipóteses levantadas pelos alunos, sobre o fenômeno da chama da vela se apagar e a água do prato subir, foram muito próximas do que os seguintes alunos responderam:

Aluno Apar01: “A chama da vela consumiu o oxigênio e foi criado um vácuo”.

Aluno Bpar01: “A vela apagou porque o oxigênio acabou, aí ficou vácuo e a água subiu”.

Aluno Bímpar01: “A água está ocupando o lugar do vácuo”.

Percebeu-se, dialogando com os alunos, que as ideias para o levantamento das suas hipóteses vieram da explicação do experimento em vídeos produzidos para apresentação de trabalhos escolares assistidos pela internet.

Com isto, em seguida, explicou-se para os alunos o efeito da pressão atmosférica no experimento. A vela apagando diminuiu a temperatura interna do copo, e não se criou um vácuo, pois o consumo do oxigênio para a queima do pavio gerou gás carbônico e vapor d’água. Com a diminuição da temperatura, diminuiu também a pressão interna no copo. A pressão externa, que é a pressão atmosférica, estando maior fez a água subir.

Na sequência realizou-se o experimento “Refreshando a mente” com a colaboração de um aluno, no qual este bebeu um suco utilizando um canudinho. A turma levantou as seguintes hipóteses para a subida do suco no interior do canudo:

Aluno Apar02: “O suco subiu porque ela puxou”.

Aluno Apar03: “É igual ao outro experimento. É por causa da pressão”.

Aluno Bpar02: “O líquido está subindo no canudinho porque ele está sugando”.

Aluno Bpar03: “Ele está aplicando uma força, professora”.

Aluno Bpar04: “A pressão atmosférica agiu, ele puxou e o suco subiu, é isso aí!”.

Aluno Aímpar01: “Ela sugou o ar, aí o suco subiu”.

Aluno Aímpar02: “É igual ao outro experimento. A pressão atmosférica do lado de fora, joga o suco para dentro”.

Aluno Bímpar02: “A pressão atmosférica empurrou o suco para dentro do canudo”.

Alguns alunos explicaram que o suco subia porque o aluno puxava o líquido, outros já fizeram uma relação com o experimento anterior percebendo a ação da pressão atmosférica, mas eles não souberam explicar o fenômeno da maneira correta.

Posteriormente, para mostrar que a hipótese de que o suco subia porque o aluno puxava não estava correta, o mesmo aluno recebeu um segundo canudo para tentar beber o suco com dois canudos, um dentro do copo de suco e outro do lado de fora. E a turma levantou as seguintes hipóteses sobre o aluno não ter conseguido beber o suco:

Aluno Apar04: “Precisa fazer mais força”.

Aluno Apar05: “É a pressão”.

Aluno Bpar05: “Agora ele não vai conseguir”.

Aluno Bpar06: “Porque quando ele puxou só em um, ele conseguiu. Puxando nos dois, aí distribuiu”.

Aluno Bpar07: “A pressão diminuiu quando ele puxou com os dois canudos, por isso o suco não subiu”.

Aluno Aímpar03: “Tô bebendo ar, né, beleza, não está subindo nada”.

Aluno Bímpar03: “Ele não está conseguindo porque o segundo canudo está tirando a pressão”.

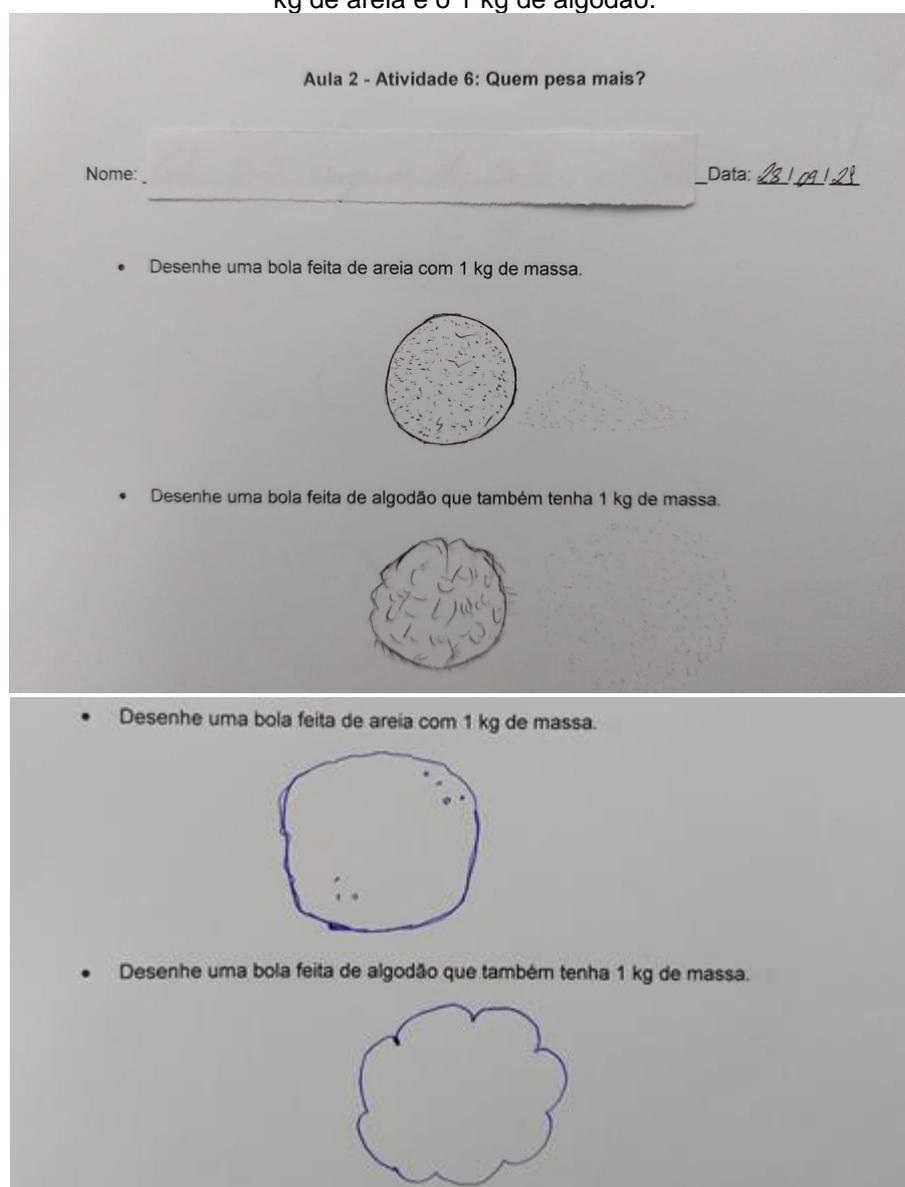
Aluno Bímpar04: “Quando coloca o segundo canudo, o ar continua sendo puxado”.

Observando a dificuldade dos alunos em explicar o efeito da pressão atmosférica nos experimentos que utilizavam diferença de pressão, a discussão se encaminhou com

a minha intervenção, com a explicação dos fenômenos ocorridos e a explanação do conceito de pressão atmosférica.

Na sequência, realizou-se a Atividade 6 “Quem pesa mais?”. Obteve-se o seguinte resultado: dos 55 alunos participantes, 32 desenharam tanto o 1 kg de areia quanto o 1 kg de algodão com o mesmo volume (Figura 76), percebendo-se assim que a maioria dos alunos não tinham o conceito de densidade construído em sua estrutura cognitiva.

Figura 76 - Exemplos de desenhos onde os alunos utilizaram o mesmo volume para representar o 1 kg de areia e o 1 kg de algodão.



Fonte: Própria autora.

Diante deste resultado, realizou-se um experimento para medir a massa de 94 g de algodão e 94 g de areia, no qual os alunos puderam observar a diferença entre os dois materiais. Na Figura 77, apresenta-se exemplos de respostas de alunos que tinham desenhado os materiais com volumes iguais, estes observaram que apesar dos materiais possuírem a mesma massa, notaram que ocupavam volumes diferentes conseguindo caracterizar assim a grandeza física densidade.

Figura 77 - Exemplos de respostas sobre a diferença entre materiais de mesma massa.

- Os seus desenhos estão coerentes com as porções das massas de algodão e areia medidas pela professora?

não

- Qual a diferença entre os 94 g de areia e as 94 g de algodão?

A quantidade de algodão e areia

- Por que existe essa diferença? Qual a diferença entre as moléculas da massa de areia e da massa de algodão?

A diferença é que as grãos de areia estão mais juntos e mais densos e o algodão já não está igual a areia

- Os seus desenhos estão coerentes com as porções das massas de algodão e areia medidas pela professora?

Não

- Qual a diferença entre os 94 g de areia e as 94 g de algodão?

O volume.

- Por que existe essa diferença? Qual a diferença entre as moléculas da massa de areia e da massa de algodão?

As moléculas da areia são mais juntas, e do algodão é mais separada.

- Os seus desenhos estão coerentes com as porções das massas de algodão e areia medidas pela professora?

Não

- Qual a diferença entre os 94 g de areia e as 94 g de algodão?

A areia e o algodão tem um volume diferente.

- Por que existe essa diferença? Qual a diferença entre as moléculas da massa de areia e da massa de algodão?

Porque as moléculas são diferentes, a molécula da areia são mais comprimidas e a do algodão é mais espaçada.

- Os seus desenhos estão coerentes com as porções das massas de algodão e areia medidas pela professora?

não

- Qual a diferença entre os 94 g de areia e as 94 g de algodão?

volume

- Por que existe essa diferença? Qual a diferença entre as moléculas da massa de areia e da massa de algodão?

As moléculas da areia estão juntas, já a do algodão estão separadas. Existe pela densidade.

- Os seus desenhos estão coerentes com as porções das massas de algodão e areia medidas pela professora?

não.

- Qual a diferença entre os 94 g de areia e as 94 g de algodão?

Apesar de terem a mesma massa o volume do algodão é maior.

- Por que existe essa diferença? Qual a diferença entre as moléculas da massa de areia e da massa de algodão?

Porque os grãos de areia são menores. As moléculas de algodão são maiores dando mais volume comparado a areia.

- Os seus desenhos estão coerentes com as porções das massas de algodão e areia medidas pela professora?

Não está coerente

- Qual a diferença entre os 94 g de areia e as 94 g de algodão?

O algodão tem mais volume que a areia

- Por que existe essa diferença? Qual a diferença entre as moléculas da massa de areia e da massa de algodão?

As moléculas de areia são muito juntas, diferente das moléculas de algodão

- Os seus desenhos estão coerentes com as porções das massas de algodão e areia medidas pela professora?

Não está coerente.

- Qual a diferença entre os 94 g de areia e as 94 g de algodão?

Eles têm o mesmo volume.

- Por que existe essa diferença? Qual a diferença entre as moléculas da massa de areia e da massa de algodão?

Por causa do volume de algodão para a areia, são moléculas da areia e menos de que o algodão.

Fonte: Própria autora.

Após a construção do conceito de densidade com a turma, culminando na modelagem da sua expressão matemática realizou-se o experimento “Flutua ou afunda”. As hipóteses dos alunos sobre o fenômeno observado foram:

Aluno Apar06: “O gelo afundou no copo com álcool porque a densidade dele é maior”.

Aluno Bpar08: “No copo com água o gelo vai boiar, e no álcool ele vai afundar”.

Aluno Bpar09: “É porque a densidade é diferente”.

Aluno Bpar10: No álcool o gelo afundou porque a densidade dele é maior, e na água a densidade dele é menor”.

Aluno Bpar11: “O gelo no líquido onde a densidade é maior boia, e onde a densidade é menor afunda”.

Com o experimento os alunos chegaram a conclusão que um corpo inserido em um líquido mais denso do que ele, irá flutuar, e inserido em um líquido menos denso, irá afundar.

Em seguida escreveu-se no quadro a densidade da água, da parafina e do álcool, e apresentou-se a seguinte situação-problema: o que acontecerá se colocarmos parafina em um copo com álcool? O que acontece quando adicionamos água no copo? Diante desta situação os alunos levantaram as seguintes hipóteses:

Aluno Bpar12: “Professora, se você colocar a parafina no álcool, ela vai afundar, porque a densidade dela é maior”.

Aluno Bpar13: “Agora a parafina está boiando, a densidade do álcool mais água ficou maior do que da parafina”.

Aluno Bpar14: “Quando misturou a água com álcool, aumentou a densidade”.

Aluno Aímpar04: “A densidade agora ficou maior do que a dela”.

Aluno Bímpar05: “É por isso que o navio não afunda, tem a ver”.

Aluno Bímpar06: “O líquido aumentou a densidade!!!”

Com estes experimentos sobre densidade, os alunos puderam diferenciar progressivamente e, ao mesmo tempo, reconciliar integrativamente os novos conceitos em interação com aqueles já existentes em sua estrutura cognitiva observando a relação existente entre um corpo conseguir flutuar com facilidade e o valor da densidade do líquido, realizando assim uma menção ao conceito de empuxo.

5.4 Exercícios propostos do livro-texto

Para uma diferenciação progressiva do conteúdo abordado na pesquisa, nesta aula utilizou-se o livro-texto (Atividade 7) para a realização de exercícios que abordavam os conceitos sobre Hidrostática com aspectos mais gerais. Assim avançou-se nas aulas seguintes para os conceitos mais específicos e inclusivos, em nível crescente de aprofundamento, o que levou a uma reconciliação integradora na estrutura cognitiva dos alunos, integrando significados aos novos conhecimentos.

As questões de número 1 e 8 foram objetivas, e as de número 2, 10 e 11 foram questões discursivas. No Quadro 5, apresenta-se os conceitos físicos abordados em cada questão.

Quadro 6 - Os conceitos físicos abordados nos exercícios realizados utilizando o livro-texto.

| | |
|-------------|---|
| 1ª Questão | Pressão exercida por uma força sobre uma superfície |
| 2ª Questão | Pressão exercida por uma força sobre uma superfície |
| 8ª Questão | Pressão atmosférica fazendo alusão a lei de Stevin |
| 10ª Questão | Efeito da diferença de pressão |
| 11ª Questão | Densidade |

Fonte: Própria autora.

Apresenta-se os percentuais médios de acertos de cada turma em cada questão na Tabela 2. As duas turmas apresentaram um maior percentual de acertos nas questões 1 e 2 sobre pressão exercida por uma força sobre uma superfície. A questão 10 apresentou um menor percentual de acertos para as duas turmas, demonstrando a dificuldade dos alunos para explicar um fenômeno devido a diferença de pressão em um ponto.

Tabela 2 - Porcentagem de acertos das questões dos exercícios propostos do livro-texto.

| Turmas | Q1 | Q2 (a) | Q2 (b) | Q8 | Q10 | Q11 |
|---------------|-----------|---------------|---------------|-----------|------------|------------|
| TA | 92% | 69% | 85% | 46% | 8% | 62% |
| TB | 88% | 88% | 75% | 75% | 0% | 38% |

Fonte: Própria autora.

5.5 Teorema de Stevin – Conhecendo o simulador virtual

Iniciou-se esta aula com o vídeo “Mergulhadores de saturação: Uma profissão perigosa e incrível” como organizador prévio que ancorou a nova aprendizagem, levando ao desenvolvimento de ideias para a construção do conceito do Teorema de Stevin. Assim levantou-se o seguinte questionamento: “Qual o grande perigo que está submetido um mergulhador de saturação?”. Obteve-se respostas, tais como:

Aluno A01: “A pressão”.

Aluno A02: “A pressão abaixo da superfície da água aumenta”.

Aluno B01: “A pressão lá embaixo é maior”.

Aluno B02: “Tem a doença da descompressão. Um mergulhador não pode subir direto, senão o pulmão dele explode. Muitos conhecem o peixe bolha, falam que ele é feio e tal, mas ele só fica assim quando vem para a superfície. A diferença de pressão faz os pulmões dele inchar”.

Os alunos mostraram que tinham conhecimento da pressão que são submetidos os mergulhadores no fundo do mar, devido a vivência em uma cidade litorânea.

Em seguida realizou-se a Atividade 8 “Mergulhadores de saturação”, para saber o conhecimento dos alunos sobre o que acontece quando um mergulhador mergulha cada vez mais em águas profundas e quais grandezas físicas influenciam no valor desta pressão.

Dos 59 alunos participantes desta atividade, 56 responderam que a pressão aumenta com o aumento da profundidade de mergulho. Na Figura 78, apresenta-se exemplos

de respostas de alunos que perceberam a influência da massa, peso, volume e da densidade da água e a gravidade no valor da pressão exercida sobre um mergulhador. Isto mostrou que a utilização do vídeo como organizador prévio para levar em conta o conhecimento prévio do aluno e a organização sequencial do conteúdo facilitaram a aprendizagem do novo conhecimento. Os 3 alunos restantes deram respostas incoerentes em relação a pergunta realizada (Figura 79).

Figura 78 - Exemplos de respostas dos alunos sobre o mergulho em águas cada vez mais profundas.

Aula 4 - Atividade 8: Vídeo "Mergulhadores de saturação"

Nomes: _____

Após a exibição do vídeo "Mergulhadores de saturação: Uma profissão perigosa e incrível" responda a questão abaixo:

O que acontece com a pressão exercida sobre um mergulhador quando ele mergulha cada vez mais em águas profundas (aumentando a profundidade)? Quais outras grandezas físicas influenciam no valor dessa pressão?

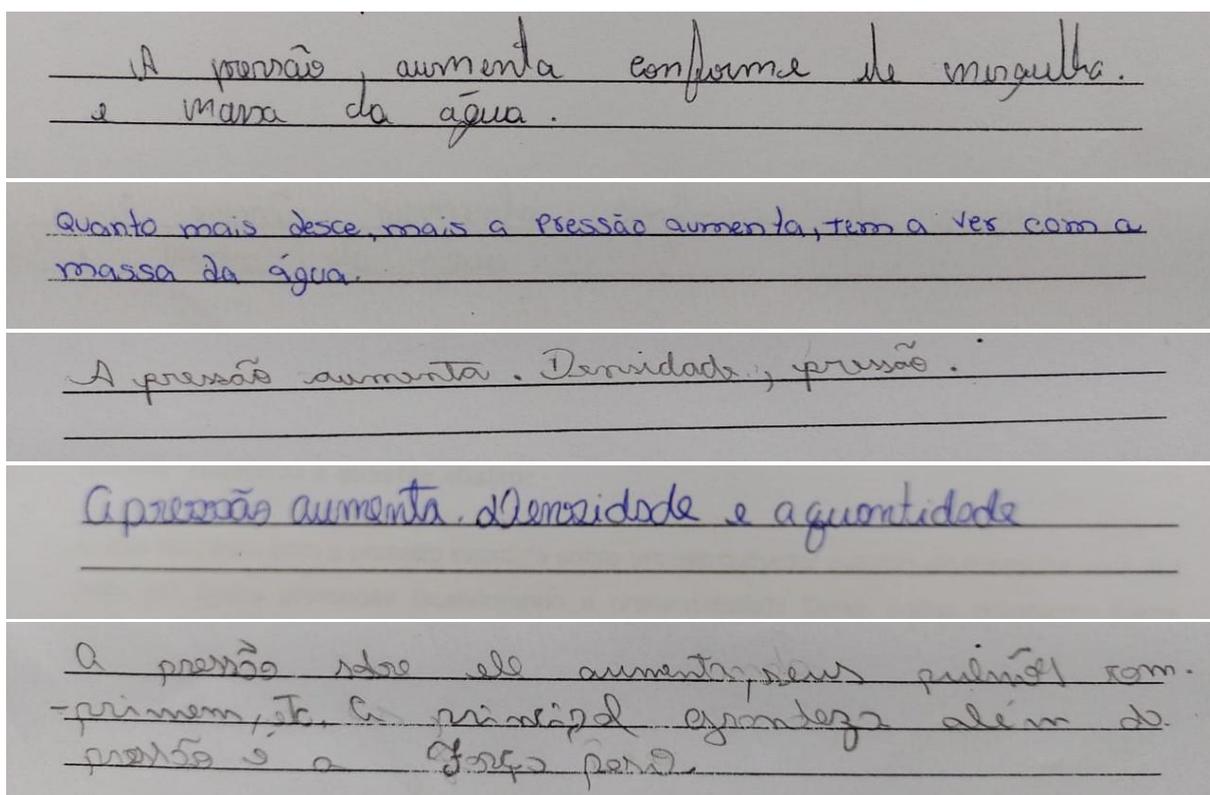
A pressão aumenta à medida que o mergulhador desce; bem a ver com a força e o volume da água.

Aumenta. Gravidade, massa

A pressão aumenta. Densidade

A pressão aumenta e o pulmão e o corpo comprime; pressão atmosférica, gravidade

A pressão aumenta, Força, densidade



Fonte: Própria autora.

Figura 79 - Exemplos de respostas incoerentes em relação a pergunta sobre o mergulho em águas cada vez mais profundas.

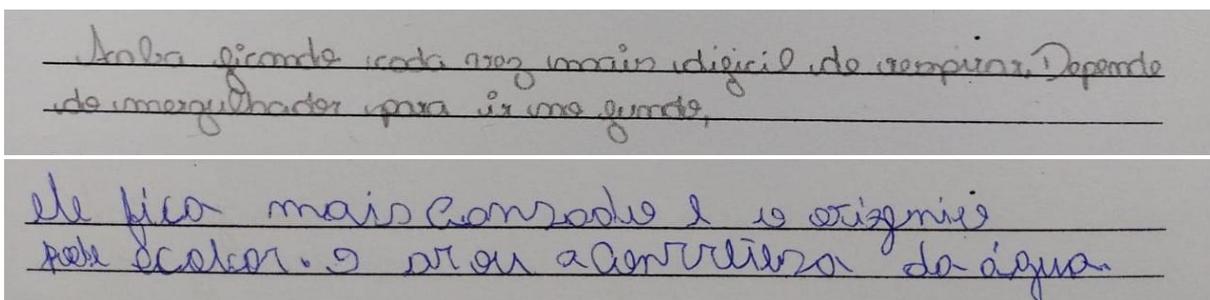
Aula 4 - Atividade 8: Vídeo "Mergulhadores de saturação"

Nomes: _____

Após a exibição do vídeo "Mergulhadores de saturação: Uma profissão perigosa e incrível" responda a questão abaixo:

O que acontece com a pressão exercida sobre um mergulhador quando ele mergulha cada vez mais em águas profundas (aumentando a profundidade)? Quais outras grandezas físicas influenciam no valor dessa pressão?

A SUA CAPACIDADE PULMONAR CAI PELA METADE, OS
PULMÕES PASSARÃO A COMPORTAR,



Fonte: Própria autora.

No momento seguinte, utilizou-se o simulador virtual PhET “Sob Pressão” para a realização da Atividade 9 “Explorando o Simulador Sob Pressão livremente”. Na Figura 80, apresenta-se exemplos de respostas dos alunos sobre quais grandezas físicas eles perceberam, explorando o simulador livremente, que variavam a pressão em um tanque aberto contendo um líquido homogêneo e em equilíbrio. Como o experimento virtual permitia o controle das variáveis: densidade do líquido, gravidade do local, altura (profundidade), e a inserção ou exclusão da pressão atmosférica, os alunos tiveram facilidade em observar as grandezas físicas que variavam o valor da pressão.

Figura 80 - Exemplos de respostas dos alunos, explorando o simulador livremente, sobre quais grandezas físicas variam a pressão em um tanque aberto contendo um líquido homogêneo e em equilíbrio.

Aula 4 - Atividade 9: Explorando o Simulador Sob Pressão livremente

(Nesse momento a dupla de alunos irão explorar o simulador UNDER PRESSURE disponível em

https://phet.colorado.edu/sims/html/under-pressure/latest/under-pressure_pt_BR.html

livremente)

Nomes:

Quais grandezas físicas que vocês perceberam, explorando o simulador, variam a pressão em um fluido?

A pressão vai aumentando por causa da densidade dos fluidos e por causa a profundidade do fluido que vai aumentando a pressão

Quais grandezas físicas que vocês perceberam, explorando o simulador, variam a pressão em um fluido?

Quanto + fundo mais pressão fazia no medidor, e varia com a densidade também, e mudando para Marte a pressão é menor.

Quais grandezas físicas que vocês perceberam, explorando o simulador, variam a pressão em um fluido?

QUANTO MAIOR DENSIDADE, GRAVIDADE E PROFUNDIDADE MAIOR FICAR A PRESSÃO

Quais grandezas físicas que vocês perceberam, explorando o simulador, variam a pressão em um fluido?

no simulador as opções percebidas em que quanto maior a densidade, gravidade e profundidade maior a pressão fica

Quais grandezas físicas que vocês perceberam, explorando o simulador, variam a pressão em um fluido?

Pressão atmosférica, densidade e gravidade

Quais grandezas físicas que vocês perceberam, explorando o simulador, variam a pressão em um fluido?

Gravidade, atmosfera, a densidade de fluido, gravidade.

Quais grandezas físicas que vocês perceberam, explorando o simulador, variam a pressão em um fluido?

atmosfera, gravidade, densidade do fluido

Quais grandezas físicas que vocês perceberam, explorando o simulador, variam a pressão em um fluido?

Profundidade, pressão, gravidade, densidade

Fonte: Própria autora.

5.6 Teorema de Stevin – Experimento simulador virtual

Nesta segunda etapa da 4ª aula deu-se continuidade na utilização do recurso computacional PhET, esta retomada teve um aumento no nível de complexidade para o aprofundamento dos conceitos estudados. Os alunos orientados por um roteiro (Atividade 10), com a minha intervenção, interagiram com o experimento virtual que permitia variar a profundidade de um medidor de pressão para verificar o valor da mesma.

Na Figura 81 mostra-se um exemplo de resposta na qual o aluno percebeu o aumento no valor da pressão lida no medidor de acordo com o aumento da sua profundidade.

Figura 81 - Exemplo de resposta que evidencia a percepção dos alunos em relação ao aumento do valor da pressão com o aumento da profundidade do medidor.

Aula 4 - Atividade 10: Roteiro do experimento virtual "Sob Pressão"
Simulador virtual PhET - UNDER PRESSURE

Nome _____

Objetivos:

- Descrever quais variáveis afetam a pressão no interior de um líquido;
- Descrever como a pressão varia na água de um tanque aberto em função da profundidade.

Procedimentos:

Coloque o medidor de pressão acima do tanque com água, e vai aumentando sua profundidade até chegar no fundo do tanque.

1) Quando variamos (aumentamos) a profundidade do medidor de pressão o que acontece com o valor da pressão?

O valor está aumentando da pressão.

Fonte: Própria autora.

Neste momento os alunos inseriram um medidor de pressão na superfície do tanque com água e outro medidor no fundo do tanque. Na Figura 82, mostra-se que retirando a atmosfera os alunos notaram que a pressão no fundo do tanque dependia somente do líquido.

Figura 82 - Exemplo de resposta que evidencia que os alunos perceberam que a pressão no fundo do tanque, sem a influência da atmosfera, dependia somente do líquido.

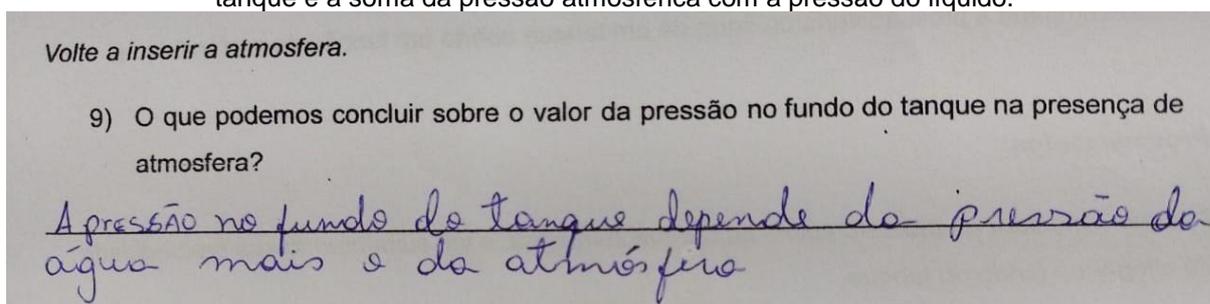
7) Então neste momento (sem atmosfera) a pressão no fundo do tanque está dependo somente do quê?

Da densidade da água e sua pressão

Fonte: Própria autora.

Voltando com a atmosfera, os alunos observaram que o valor da pressão no fundo do tanque aumentava, e concluíram que este valor era a soma da pressão atmosférica mais a pressão da água. Na Figura 83 mostra-se exemplo de resposta da observação do aluno sobre o valor da pressão no fundo do tanque.

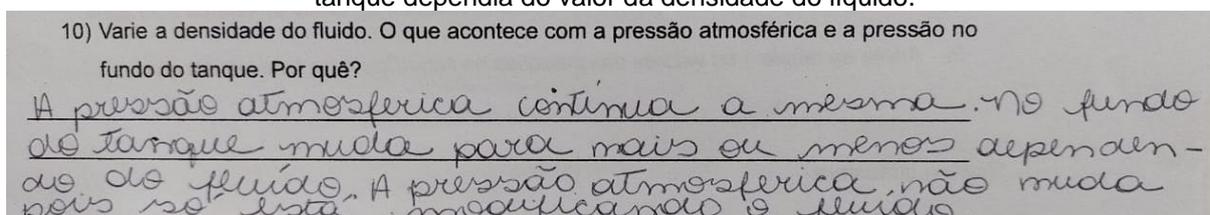
Figura 83 - Exemplo de resposta que evidencia que os alunos concluíram que a pressão no fundo do tanque é a soma da pressão atmosférica com a pressão do líquido.



Fonte: Própria autora.

Variando o tipo de líquido inserido no tanque, os alunos perceberam que a pressão no fundo do tanque aumentava com o aumento da densidade desse líquido e diminuía com a diminuição da densidade. E que a pressão atmosférica na superfície do tanque permanecia a mesma. Na Figura 84 mostra-se exemplo de resposta sobre a variação da densidade do líquido e os valores da pressão atmosférica e no fundo do tanque.

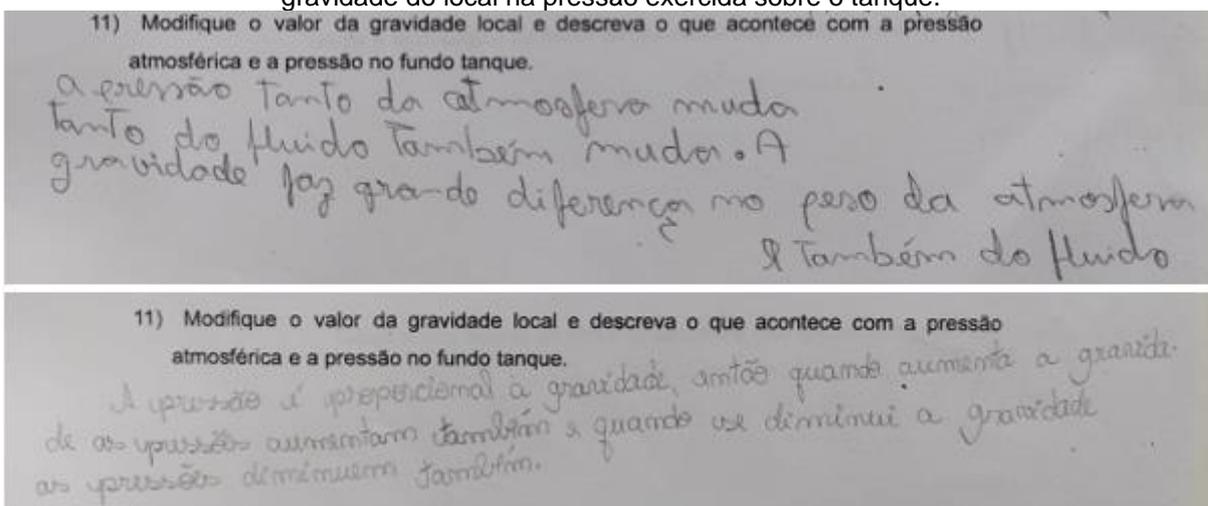
Figura 84 - Exemplo de resposta que evidencia que os alunos perceberam que a pressão no fundo do tanque dependia do valor da densidade do líquido.



Fonte: Própria autora.

Pelas respostas apresentadas na Figura 85, modificando o valor da gravidade os alunos observaram que tanto há variação na pressão da superfície do líquido quanto no fundo do tanque, concluindo assim que a gravidade do local influencia nas pressões.

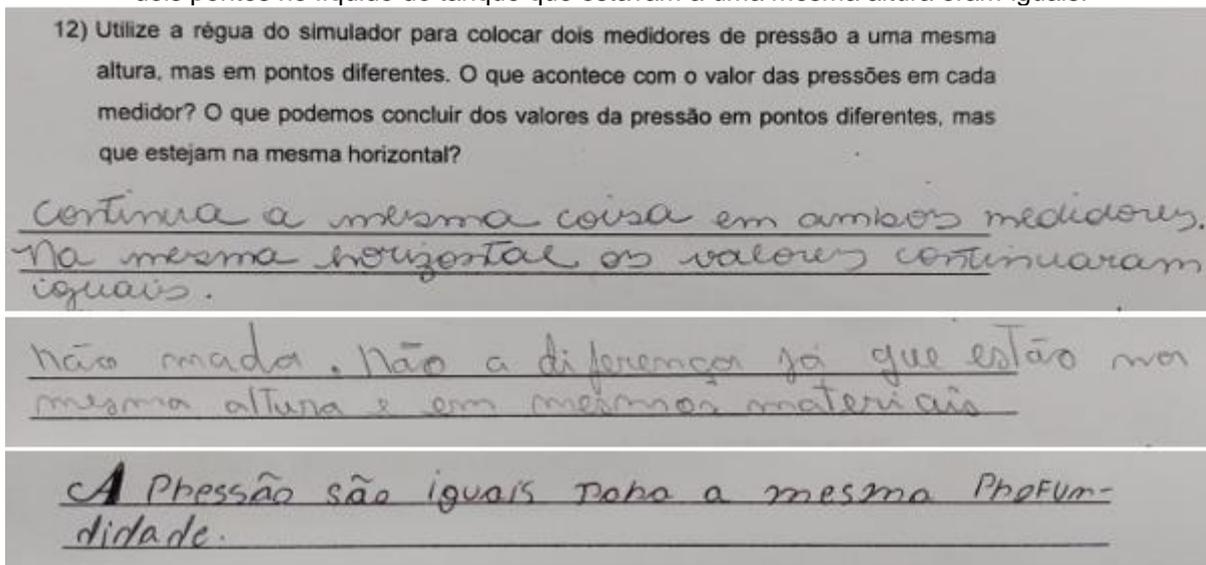
Figura 85 - Exemplos de respostas que evidenciam que os alunos perceberam a influência da gravidade do local na pressão exercida sobre o tanque.



Fonte: Própria autora.

Na Figura 86 mostra-se exemplos de respostas sobre o valor da pressão em pontos diferentes do tanque localizados na mesma altura. Os alunos perceberam que os valores da pressão em pontos diferentes do tanque que tinham a mesma altura eram iguais.

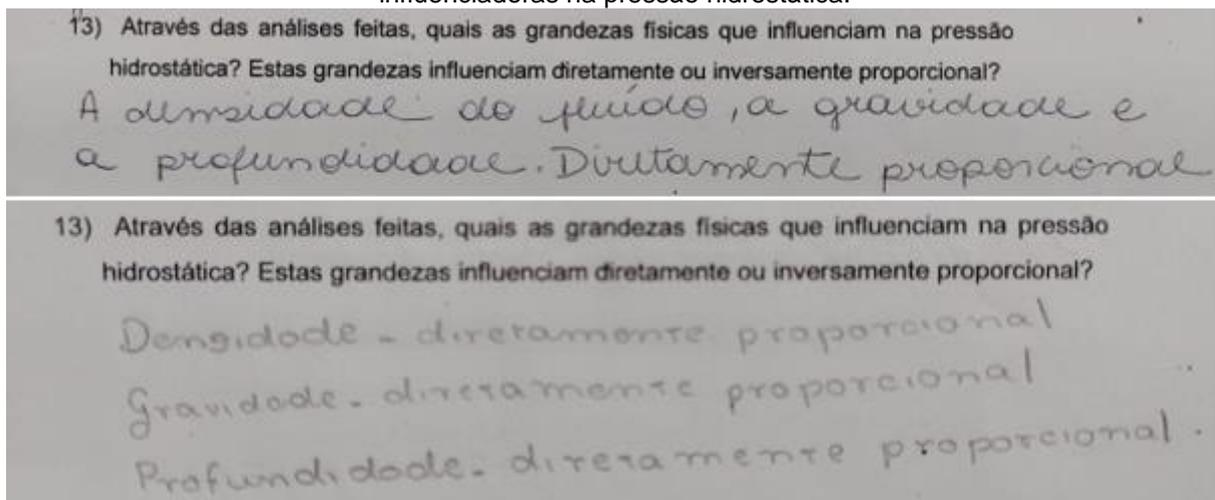
Figura 86 - Exemplos de respostas que evidenciam que os alunos perceberam que a pressão entre dois pontos no líquido do tanque que estavam a uma mesma altura eram iguais.



Fonte: Própria autora.

Pelas respostas apresentadas na Figura 87, percebeu-se que através das análises realizadas no roteiro do experimento virtual os alunos observaram as grandezas físicas que influenciavam na pressão hidrostática e como exerciam essa influência.

Figura 87 - Exemplos que respostas que evidenciam que os alunos perceberam as grandezas físicas influenciadoras na pressão hidrostática.



Fonte: Própria autora.

Após a realização do roteiro do experimento virtual “Sob Pressão” os alunos, com a minha intervenção, tiveram facilidade para modelar a expressão matemática do

Teorema de Stevin e da pressão total no fundo de um recipiente aberto de um líquido homogêneo e em equilíbrio.

5.7 Vasos comunicantes – Experimento mangueira de nível

No início desta aula retomou-se a observação feita utilizando o simulador virtual “Sob Pressão” que de acordo com o teorema de Stevin, todos os pontos no mesmo plano horizontal de um líquido homogêneo, em repouso, estão submetidos a mesma pressão. Com isto apresentou-se aos alunos o sistema de vasos comunicantes e lançou-se o seguinte questionamento: Por que todos os pontos da superfície do líquido, independente do formato de cada tubo que estão se comunicando, se mantêm no mesmo plano horizontal? As respostas dos alunos foram muito próximas do que constataram os alunos:

Aluno A01: “A pressão é a mesma sobre todos os tubos.”

Aluno B01: “É a pressão atmosférica que está agindo nos tubos.”

Professora: “Isso. Se houvesse pressões diferentes em pontos pertencentes ao mesmo plano horizontal, haveria deslocamento de líquido e assim os tubos ficariam com alturas diferentes de líquido. E como vocês observaram na aula anterior, a pressão em um ponto de um líquido homogêneo e em equilíbrio não depende da área, assim no caso dos vasos comunicantes não depende do formato dos tubos.”

Em seguida realizou-se uma atividade experimental utilizando uma mangueira de nível para um suposto assentamento de azulejo em meia parede. O que ocorreu nas turmas foi muito próximo dos registros a seguir:

Professora: “Aluno A02 o que você está precisando fazer para marcar a medida da altura para o assentamento do azulejo na parede?”

Aluno A02: “Estou colocando a água na altura que eu quero o azulejo.”

Turma A: “Aluno A03 coloca o outro pedaço da mangueira na outra parede. Não é pra ficar mexendo. Não mexe a mangueira, deixa ela aí parada na parede!”

Aluno A03: “Ah! Sim. A água está subindo e descendo. Tem que esperar ela parar, né?!.”

Professora: “Isso, e agora?”

Turma A: Marquem aí na parede onde a água ficou paradinha.”

Professora: “Agora peguem a fita métrica para vocês medirem as alturas marcadas. Como serão os valores das alturas?”

Aluno A02: “Acho que ficarão iguais.”

Turma A: “Vão ser iguais sim. Tem que ser, né!”

Aluno A02: “Deu 145 para os dois lados. A pressão é igual nos dois lados do tubo.

Professora: “Isso mesmo. Os dois lados da mangueira estão abertos para a atmosfera, então os dois lados estão sob a mesma pressão do ar. Como os dois lados estão sob a mesma pressão, a água fica no mesmo nível, assim na mesma altura.

Na turma B houve uma diferença de aproximadamente 0,5 cm nas alturas medidas. Os alunos foram questionados sobre esse resultado, ao que responderam:

Aluno B02: “Não sei.”

Aluno B03: “O chão deve estar errado.”

Aluno B04: “É. Um lado deve estar mais baixo.”

Os alunos mostraram uma certa facilidade para medir o nível do assentamento do azulejo na parede. Eles encontraram mais dificuldade em controlar a mangueira de nível para manter o nivelamento da água no lugar marcado para a altura do azulejo na parede. Os alunos perceberam que as pressões nos dois lados do tubo eram iguais, assim a altura do nível da água seria a mesma para os dois lados.

Em seguida, exibiu-se o vídeo intitulado: “Como funcionam as eclusas. O que é eclusa?” Para a introdução do experimento “Vasos comunicantes”, onde realizou-se a seguinte pergunta: “O que vai acontecer se for colocado água no recipiente 1?”. Algumas das hipóteses levantadas pelos os alunos foram:

Aluno A04: “Vai encher até começar a ir para o outro lado.”

Professora: “E a água escoará para o outro recipiente até quando?”

Aluno A05: “Até ficarem no mesmo nível!”

Professora: “Isso. Se não existe mais diferença de pressão entre dois pontos, não haverá mais escoamento de água de um ponto com maior pressão para o de menor pressão.

Aluno B05: “É igual como funciona o canal do Panamá!”

Professora: “Isso mesmo.”

A experiência da resolução de uma situação-problema, após a introdução de um organizador prévio, com a minha intervenção promovendo um diálogo com e entre os alunos foi de grande importância para acrescentar um novo conhecimento aos alunos.

5.8 Princípio de Pascal: Aplicabilidades e Jogo hidráulico

Esta aula iniciou-se com a exposição de um “Elevador hidráulico”, após a explicação do funcionamento do equipamento hidráulico realizou-se o experimento, onde os alunos levantaram as seguintes hipóteses sobre o fenômeno observado:

Aluno A01: “Não aconteceu nada, professora!”

Aluno A02: “Agora ele desceu. É porque uma seringa é mais fina que a outra.”

Aluno A03: “É alguma coisa com a pressão nas duas seringas!?”

Aluno B01: “Porque ali tem uma área maior que a seringa pequena, por isso que ali tem dificuldade para descer.”

Aluno B02: “Na área menor a pressão se concentra mais, então a força vai ser maior. Na outra a força meio que se dispersa.”

Os alunos perceberam que o fenômeno acontecia por causa da diferença nas áreas dos êmbolos das seringas, e que essa situação influenciava na pressão, mas não souberam explicar a observação da maneira correta. Com isso, realizou-se uma aula expositiva participativa para a explicação dos conceitos físicos relacionados ao Princípio de Pascal e suas aplicabilidades com a participação de um aluno manuseando o equipamento elevador hidráulico.

Utilizou-se nessa aula o jogo “Bolinha no labirinto hidráulico” que se mostrou de suma importância para o processo de ensino e aprendizagem se tornar mais interessante e prazeroso. Os alunos puderam verificar seus novos conhecimentos adquiridos realizando um teste de perguntas e respostas de forma dinâmica e divertida. O

interesse dos alunos pela construção do equipamento e sua dinâmica de funcionamento foi notório.

5.9 Empuxo: Laboratório de investigação

Esta aula iniciou-se de maneira dialógica com o lançamento das seguintes perguntas para a turma: i) O que é mais fácil, segurar um tijolo dentro de uma piscina ou fora dela? Por quê? O que está acontecendo? ii) Se mergulharmos uma bola em uma piscina e a empurrarmos para baixo, o que vamos sentir?

Para a primeira pergunta obteve-se as seguintes respostas:

Aluno A01: “Dentro da piscina é mais fácil porque ele fica mais leve.”

Aluno B01: “Dentro é mais fácil. Porque a densidade da água e do tijolo são diferentes.”

Aluno B02: “Dentro da água é mais fácil porque ele boia.”

Aluno B03: “É porque a piscina iguala nosso peso ao do objeto.”

Em relação à segunda pergunta algumas das respostas foram:

Aluno A02: “A bola parece que fica um pouco mais pesada.”

Aluno A03: “A gente empurra e parece que ela fica querendo voltar, tipo como se fosse uma mola.”

Aluno B04: “Ela não afunda. Ela vai querer subir.”

Para as respostas da primeira pergunta percebeu-se que os alunos sabiam que o objeto dentro da piscina parece ficar com um menor peso, e que a densidade do líquido influenciava nesta questão. Em relação à segunda pergunta os alunos demonstraram que percebiam uma certa dificuldade para empurrar uma bola para baixo em uma piscina, pois sentiam a mesma querendo voltar. Com essas respostas iniciou-se uma aula expositiva participativa sobre o princípio de Arquimedes, na qual os alunos adquiriram conhecimento sobre este novo conceito com o objetivo de iniciarem um laboratório de investigação (Atividade 11) que os tornaram capazes de perceberem e entenderem o conceito de empuxo na prática.

Iniciou-se assim o primeiro experimento “Balança equilibrada”, no qual a balança se desequilibrava ao introduzir a pedra pendurada em seu braço na água. Mostra-se na Figura 88, exemplos de respostas que os alunos entenderam que ao introduzir um objeto em um líquido, ele fica submetido a uma força para cima, que é a chamada força de empuxo. E que o volume de líquido deslocado pelo objeto tem um peso igual ao valor da força de empuxo, os alunos chegaram a essa conclusão ao observarem o retorno do equilíbrio da balança com a introdução da água deslocada no copo do seu braço.

Figura 88 - Exemplos de respostas que evidenciam que os alunos entendem que corpos submersos em um líquido sofrem uma força para cima chamada empuxo, e que o volume de líquido deslocado pelo corpo tem peso igual ao valor da força de empuxo.

Aula 7 - Atividade 11: Laboratório de investigação

Nome: _____

Experimento 1: “Balança equilibrada”

Quando a esfera é introduzida na água o que acontece com o braço da balança? Por quê?

O que tinha arca vai decair. Por causa do empuxo atuando na pedra.

Que volume de água é esse recolhido no copinho?

O volume de água que a pedra desloca.

Se essa água recolhida no copinho for colocada no copo que está na balança, o que acontecerá? O que podemos concluir com isso?

Os pesos serão iguais. Que o empuxo tem o mesmo peso da água deslocada, por isso que quando coloca o copinho com água as balanças igualaram, e como se o empuxo não estivesse atuando.

Experimento 1: "Balança equilibrada"

Quando a esfera é introduzida na água o que acontece com o braço da balança? Por quê?

O lado da água vai descer, porque a água vai ajudar a diminuir o peso com o empuxo

Que volume de água é esse recolhido no copinho?

O volume que a pedra ocupa

Se essa água recolhida no copinho for colocada no copo que está na balança, o que acontecerá? O que podemos concluir com isso?

ficará igual dos dois lados, o empuxo é igual ao peso da água deslocada

Experimento 1: "Balança equilibrada"

Quando a esfera é introduzida na água o que acontece com o braço da balança? Por quê?

→ o lado que tem a pedra.
Ele sobe, pois a força de empuxo empurra ele para cima

Que volume de água é esse recolhido no copinho?

O volume referente ao volume ~~empurrado~~ de água deslocado pela pedra

Se essa água recolhida no copinho for colocada no copo que está na balança, o que acontecerá? O que podemos concluir com isso?

A balança fica em equilíbrio. O valor do empuxo é igual o peso do líquido deslocado

Experimento 1: "Balança equilibrada"

Quando a esfera é introduzida na água o que acontece com o braço da balança? Por quê?

O lado que tem água vai abaixar, pois a força de empuxo empurra a pedra pra cima.

Que volume de água é esse recolhido no copinho?

É o volume de água que a pedra deslocou do copo.

Se essa água recolhida no copinho for colocada no copo que está na balança, o que acontecerá? O que podemos concluir com isso?

Mantém a força em equilíbrio, pois o peso da água empurra e o mesmo da água deslocada pela pedra.

Fonte: Própria autora.

Em seguida realizou-se o experimento "Afunda ou flutua". Na Figura 89, tem-se exemplos de respostas que os alunos entenderam que corpos imersos em líquidos mais densos que estes corpos, eles flutuarão. E que um corpo flutuando em equilíbrio na superfície de um líquido está submetido a uma força de empuxo com o mesmo valor da força peso desse corpo. Também pelas respostas dos alunos ficou evidenciado que os mesmos conseguiram observar a comprovação com o experimento que o valor do peso do líquido deslocado pelo corpo flutuando em sua superfície é igual ao valor do peso desse corpo.

Figura 89 - Exemplos de respostas que evidenciam que os alunos conseguiram entender como um corpo pode flutuar em equilíbrio na superfície de um líquido.

Experimento 2: Afunda ou flutua

O que acontece quando esse corpo (menos denso que o líquido) é colocado na água, ele afunda ou flutua?

Flutua.

Esse corpo de peso X está em equilíbrio flutuando no líquido, o que podemos observar sobre o empuxo e o peso do corpo?

O empuxo e o peso do corpo estão iguais.

Qual é a semelhança entre o líquido deslocado para o copinho e o corpo?

Eles tem o mesmo peso.

Experimento 2: Afunda ou flutua

O que acontece quando esse corpo (menos denso que o líquido) é colocado na água, ele afunda ou flutua?

O corpo flutua por ser menos denso que a água.

Esse corpo de peso X está em equilíbrio flutuando no líquido, o que podemos observar sobre o empuxo e o peso do corpo?

O empuxo tem o mesmo valor do peso do corpo.

Qual é a semelhança entre o líquido deslocado para o copinho e o corpo?

Os pesos são iguais.

Experimento 2: Afunda ou flutua

O que acontece quando esse corpo (menos denso que o líquido) é colocado na água, ele afunda ou flutua?

Flutua.

Esse corpo de peso X está em equilíbrio flutuando no líquido, o que podemos observar sobre o empuxo e o peso do corpo?

A força de empuxo tem o mesmo (empuxo) valor do peso do corpo.

Qual é a semelhança entre o líquido deslocado para o copinho e o corpo?

Eles tem o mesmo valor de peso.

Experimento 2: Afunda ou flutua

O que acontece quando esse corpo (menos denso que o líquido) é colocado na água, ele afunda ou flutua?

Flutua

Esse corpo de peso X está em equilíbrio flutuando no líquido, o que podemos observar sobre o empuxo e o peso do corpo?

O empuxo que empurra ele para cima e o mesmo valor do peso que puxa ele para baixo.

Qual é a semelhança entre o líquido deslocado para o copinho e o corpo?

Ele tem o mesmo valor.

Fonte: Própria autora.

5.10 Empuxo e o Princípio de Arquimedes

Nesta aula deu-se continuidade ao conceito de empuxo. Realizou-se inicialmente uma aula expositiva participativa, na qual os alunos com a minha intervenção culminaram na expressão matemática da equação do empuxo. Ficou evidenciado que os alunos tiveram facilidade para o desenvolvimento da equação do empuxo com a utilização dos conceitos de empuxo, peso e densidade aprendidos nas aulas anteriores.

Em seguida utilizou-se um vídeo intitulado “Empuxo e o Princípio de Arquimedes”, no qual lançou-se a seguinte pergunta: “Quando um cubo de gelo flutuante derrete em um copo com água o nível da água aumenta, diminui ou continua o mesmo?”

Enquanto o experimento do copo com cubos de gelo e água era desenvolvido na aula, os alunos levantaram suas hipóteses sobre o que iria ocorrer (Atividade 12). Dos 59 alunos participantes desta atividade somente 18 conseguiram acertar a pergunta percebendo que o nível de água permaneceria o mesmo. Mostra-se na Figura 90, exemplos de respostas no qual o aluno percebeu que o volume do gelo que derreteu diminuiu ocupando o espaço da água deslocada pela parte do cubo de gelo que estava imersa, e com isso concluíram que o nível de água permaneceria o mesmo.

Figura 90 - Exemplos de respostas que evidenciam que os alunos perceberam a diminuição do volume do gelo que derreteu, ocupando o espaço da água deslocada pela parte do gelo que estava submersa.

Aula 8 - Atividade 12: Vídeo – “Empuxo e o Princípio de Arquimedes”

Nome: _____

Quando um cubo de gelo flutuante derrete em um copo com água, o nível da água aumenta, diminui ou continua o mesmo? Por quê?

Se o gelo flutuante derreter, não vai fazer muita diferença para o nível das águas. Quando o gelo derrete o volume de água resultante desse derretimento é igual ao volume de água que o cubo de gelo deslocava. Então o volume de água não aumenta com o derretimento do gelo.

O experimento corroborou com a sua resposta?

Sim.

Quando um cubo de gelo flutuante derrete em um copo com água, o nível da água aumenta, diminui ou continua o mesmo? Por quê?

Continua o mesmo, porque o gelo sólido tem mais volume.

O experimento corroborou com a sua resposta?

Sim.

Quando um cubo de gelo flutuante derrete em um copo com água, o nível da água aumenta, diminui ou continua o mesmo? Por quê?

*O nível da água permanece a mesma pois quando o gelo derrete
o espaço que ocupava o volume do gelo que estava submerso*

O experimento corroborou com a sua resposta?

Sim

Fonte: Própria autora.

De acordo com os exemplos de respostas dos alunos na Figura 91, percebeu-se que o nível da pergunta realizada no experimento foi de alta complexidade para os mesmos. Os alunos tiveram dificuldade para perceberem que a massa do cubo de gelo, como ele boia, é igual a massa de água deslocada por ele para produzir um empuxo igual ao seu peso. Assim ao derreter aconteceu a diminuição do seu volume com o aumento da sua densidade, ocupando o espaço da água deslocada, mantendo o nível da água o mesmo.

Figura 91 - Exemplos de respostas que evidenciam que os alunos acharam a pergunta realizada sobre o experimento de alta complexidade, dificultando perceberem que o nível da água continuaria o mesmo.

Aula 8 - Atividade 12: Vídeo – “Empuxo e o Princípio de Arquimedes”

Nome:

Quando um cubo de gelo flutuante derrete em um copo com água, o nível da água aumenta, diminui ou continua o mesmo? Por quê?

Eu acho que aumenta o nível da água porque uma parte do cubo de gelo está fora da água, quando derreter aumentará o nível de água de acordo com a parte externa.

O experimento corroborou com a sua resposta?

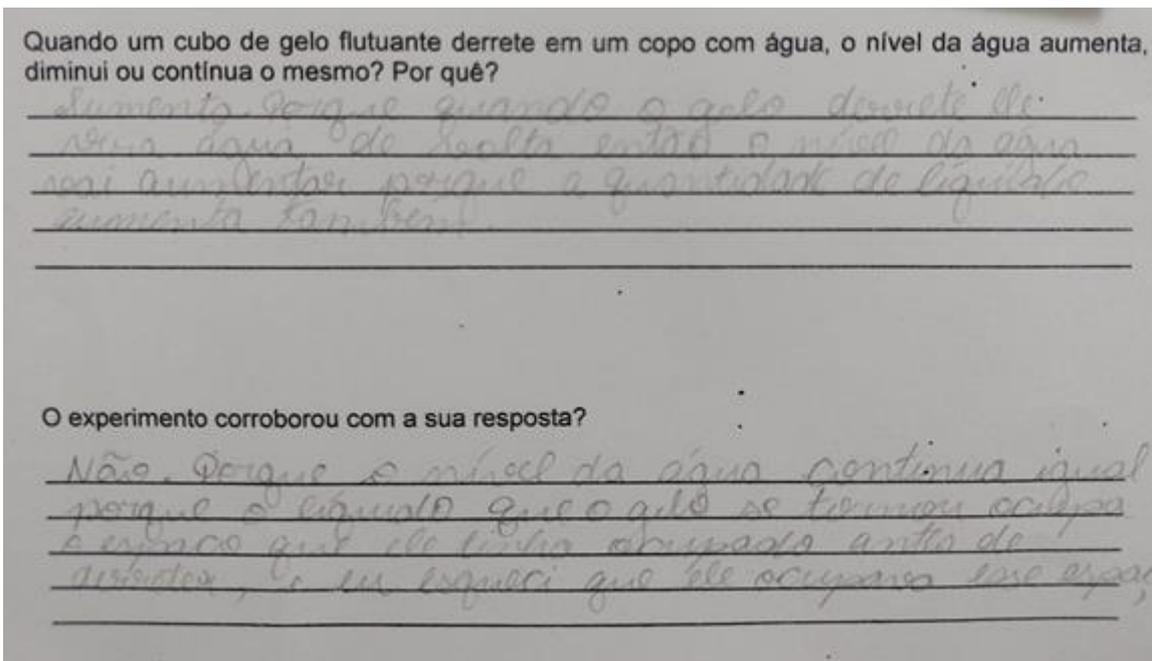
Não concordou pois eu pensei que a parte externa do gelo que está boiando aumentaria a água.

Quando um cubo de gelo flutuante derrete em um copo com água, o nível da água aumenta, diminui ou continua o mesmo? Por quê?

Aumenta, pois a quantidade de água aumenta.

O experimento corroborou com a sua resposta?

Não. Ele continua o mesmo, pois o gelo derretendo toma lugar da massa de água que ele deslocou.



Fonte: Própria autora.

Apesar da maioria dos alunos terem errado a resposta, esta pergunta de alta complexidade mostrou-se muito benéfica para a ampliação dos conhecimentos adquiridos pelos estudantes, gerada através da discussão levantada na turma com as hipóteses dos alunos.

Em seguida utilizou-se novamente o gerador de nuvem de palavras online (Atividade 13). Na Figura 92, apresenta-se as nuvens de palavras das turmas, na qual os alunos puderam observar as suas novas concepções em relação ao conceito físico de pressão, com isso, os mesmos perceberam que mudaram seus pensamentos sobre a palavra “Pressão”, percebendo-a não somente como um conceito sentimental construído no seu cotidiano.

Apresenta-se os percentuais médios de acertos de cada turma em cada questão na Tabela 3. Na questão 2, a qual abordava o conteúdo de pressão atmosférica e diferença de pressão, as turmas apresentaram um baixo percentual de acertos, devido a permanência da dificuldade de analisarem os efeitos da diferença de pressão em um fenômeno. Já na questão 9 que também se tratava da pressão atmosférica os alunos tiveram um maior percentual de acertos, devido saberem o que era a pressão atmosférica e sua dependência com a altitude.

A única questão do pós-teste na qual os alunos tiveram um pior percentual de acertos, comparado com o pré-teste, foi a Q4 sobre densidade. Mesmo com a utilização dos materiais instrucionais ao se trabalhar com o conceito de densidade, onde os alunos apresentavam uma concepção alternativa estabelecida em sua estrutura cognitiva, a questão trazendo o material ferro fez com que os alunos não analisassem o enunciado corretamente considerando em seus pensamentos como semelhantes o conceito de densidade e peso.

Comparando com o pré-teste as questões Q3, Q5, Q6, Q7 e Q8 do pós-teste, que se referem respectivamente aos conteúdos de empuxo, pressão exercida por uma força sobre uma superfície, vasos comunicantes e princípio de Pascal, apresentaram um maior percentual de acertos. Isso mostra a contribuição dos materiais instrucionais para o aprendizado e aprimoramento dos conhecimentos dos alunos.

Tabela 3 - Porcentagem de acertos dos pós-teste das turmas TA e TB.

| Turmas | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q5 | Q6 | Q7 | Q8 | Q9 |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| TA | 54% | 31% | 77% | 54% | 69% | 69% | 54% | 69% | 85% |
| TB | 38% | 38% | 63% | 13% | 100% | 50% | 75% | 63% | 63% |

Fonte: Própria autora.

6. CONCLUSÃO

Objetivou-se com esta pesquisa uma investigação para examinar as contribuições da utilização de diferentes materiais instrucionais no favorecimento da Aprendizagem Significativa sobre os conceitos de Hidrostática. A metodologia fundamentava-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel na perspectiva de Moreira, e para isso aplicou-se uma UEPS.

As aulas foram ministradas numa época de disseminação mundial do vírus SARS-CoV-2, o que gerou a pandemia da Covid-19, resultando numa mudança no sistema de ensino que atingiu diretamente a aplicação do produto educacional produzido nesta pesquisa. A pandemia afetou a aplicação da UEPS em vários aspectos, tais como, prejuízos no ensino formal e efeitos negativos nas questões emocionais.

Com o retorno das aulas presenciais em meados do 2º trimestre de 2021, os alunos e professores tiveram que seguir protocolos de biossegurança para diminuir a propagação do vírus, o que gerou em turmas divididas em dois grupos, par e ímpar, para a realização do revezamento das aulas. O intervalo entre as aulas para cada grupo era de uma semana. A partir da 4ª aula a orientação para o revezamento acabou, assim facilitou para os alunos a continuidade da aquisição de novos conhecimentos.

Nas análises dos resultados dos pré-testes, observou-se a presença de concepções alternativas em relação aos conceitos de pressão, força, densidade e peso. Por exemplo, que a força possui o mesmo significado físico de pressão, e que acontece o mesmo para os conceitos físicos de densidade e peso. Além disso, percebeu-se que a maioria dos alunos associavam a ideia de pressão somente a sentimentos emocionais do nosso cotidiano.

Com estes resultados buscou-se realizar uma UEPS composta por várias atividades com diferentes materiais instrucionais com os quais o aluno pudesse interagir de maneira ativa no processo de construção dos conceitos a serem aprendidos, observando fenômenos, interpretando-os e reformulando novos conhecimentos em sua estrutura cognitiva.

Primeiramente verificou-se o entendimento dos alunos sobre a ideia de pressão, utilizando materiais instrucionais para a construção desse conceito, e em seguida

analisou-se os conceitos de pressão atmosférica e densidade. Momento que propiciou um esclarecimento para os estudantes sobre a diferença entre densidade e peso, apesar da insistência em suas ideias intuitivas, os alunos realizando as atividades propostas, apresentaram ocorrência de evolução na reformulação desses conceitos.

Em seguida, os conceitos trabalhados nessa pesquisa, sobre os fenômenos que ocorrem em Hidrostática, passaram pelo teorema de Stevin, pelo o princípio de Pascal e pelo teorema de Arquimedes. Com a utilização de materiais instrucionais que enriqueceram as discussões de situações-problema como, mergulho de profundidade, funcionamento de eclusas, prensas hidráulicas e flutuabilidade de objetos, observou-se na análise qualitativa das atividades realizadas na UEPS evidência de que os estudantes apreenderam progressivamente os conceitos trabalhados, sabendo identificá-los, relacioná-los e aplicá-los nos roteiros das atividades propostas. Propiciou-se, com a realização das atividades, o trabalho colaborativo e as grandes discussões que priorizaram a interação e a negociação de significados numa relação alunos-professora-materiais instrucionais, na qual a professora fez a mediação incentivando a autonomia e a liberdade para os alunos expressarem seus pensamentos, dando opiniões e levantando hipóteses sobre os conceitos trabalhados.

O resultado satisfatório deste trabalho não veio somente das aplicações de atividades diversificadas, mas do que essas atividades geraram nas atitudes dos alunos que estavam, em sua maioria, com baixa autoestima, desanimados e ansiosos após um ano e meio afastados do ensino presencial devido ao isolamento social gerado na pandemia. Estas atividades diferenciadas estimularam nos alunos a curiosidade em saber, o interesse em participar e a predisposição para aprenderem expressando suas ideias.

Nos roteiros das atividades experimentais e nas grandes discussões geradas devido aos conceitos físicos aprendidos, os alunos se dispuseram com mais ânimo para relacionarem (diferenciando e integrando) os novos conhecimentos à sua estrutura cognitiva, enriquecendo-a e modificando-a, para darem significados a esses conhecimentos.

Já na resolução de exercícios tradicionais como, os propostos pelo livro-texto e os do pós-teste, notou-se nos alunos um esgotamento emocional, devido ao momento pandêmico, para a realização dessas atividades. Os sintomas de ansiedade em

alguns alunos afetaram a resolução destes exercícios, fazendo com que os mesmos não tivessem paciência e atenção para lerem as perguntas adequadamente.

Apesar deste ocorrido, observou-se que os materiais instrucionais foram potencialmente significativos, facilitando para os alunos o desenvolvimento correto dos conceitos de Hidrostática. Nas atividades propostas pela UEPS os alunos tiveram oportunidades de externarem e compartilharem as suas ideias, participando na construção dos conceitos aprendidos dando significado as expressões matemáticas que regem o estudo da Hidrostática, favorecendo assim a ocorrência de Aprendizagem Significativa.

A metodologia utilizada neste trabalho inseriu os alunos no processo de ensino-aprendizagem, fazendo os mesmos perceberem o valor da sua participação na construção dos conhecimentos e a olharem a Física como uma ciência fundamental que explica a natureza ao qual estão inseridos, diminuindo assim a distância entre o aluno e o conhecimento científico. Ficou evidente que esse trabalho mostrou para os alunos que a ciência realizada através de observações, análises e conclusões não é coisa somente para cientistas que ficam em laboratórios, e sim, algo que fazemos o tempo inteiro.

Diante das contribuições apresentadas desta proposta de ensino, percebe-se a pertinência da aplicação da UEPS em uma aula que possa oportunizar um espaço privilegiado para a experimentação, comunicação de ideias e o aprofundamento dos estudos, assim utilizá-la na disciplina Eletiva para culminar em uma Mostra Científica de Hidrostática realizada pelos alunos, seria ideal para se aprofundar nos conteúdos ministrados.

Com essa formação, observou-se a importância do curso de Mestrado no desempenho profissional do professor. A realização deste trabalho, embasado na Teoria da Aprendizagem Significativa, mostrou-se um excelente meio de ensino e aprendizagem para a professora e os alunos. Os alunos mostrando disposição para a participação ativa na construção dos conceitos, e a professora sendo mediadora incentivando os alunos a aprenderem a partir dos seus próprios questionamentos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, David P. ***Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva***. 1ª Edição. Lisboa: Paralelo Editora, 2003.

BARRETO, Benigno; XAVIER, Claudio. ***Física Aula por Aula, volume 1- Mecânica***. 3ª Edição. São Paulo: Editora FTD, 2016.

BNCC - ***Base Nacional Comum Curricular***. Educação é a Base. Ensino Médio. Ministério da Educação. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 10 de maio de 2021.

BRASIL, ***A Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*** a. Brasília: MEC; SEB; DICEI, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em 19 jan. 2021.

BRASIL, ***Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias***. Brasília: MEC, 2000 <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/pcn/ciencian.pdf>. Acesso em 19 jan. 2021.

CARVALHO JÚNIOR, G. D. ***As concepções de Ensino de Física e a Construção da Cidadania***. Disponível em: <<file:///D:/Documentos%20do%20Usu%C3%A1rio%20-%20Sheila/Downloads/Dialnet-AsConcepcoesDeEnsinoDeFisicaEAConstrucaoDaCidadani-5165620.pdf>>. Acesso em 10 de jan. de 2021.

CURRÍCULO BÁSICO ESCOLA ESTADUAL. Ensino Médio: Volume 02 – Área de Ciências da Natureza. Secretaria da Educação do Estado do Espírito Santo – Vitória: SEDU, 2009. Disponível em: <<https://sedu.es.gov.br/Media/sedu/pdf%20e%20Arquivos/Ensino%20M%C3%A9dio%20-%20Volume%2002%20-%20Ci%C3%Aancias%20da%20Natureza.pdf>>. Acesso em 15 de maio de 2021.

FAMÍLIA BUGIGANGA GAMES. **DIY Como Fazer um Jogo de Labirinto de Papelão.** 18 de set. de 2019. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=HqNhvQYujSA>>. Acesso em: 22 de jun. de 2021.

FARMÁCIA ESTÉTICA. **Conheça os tipos de injeções e suas formas de aplicação.** 17 de maio de 2016. Disponível em: <<https://farmaciaestetica.com.br/conheca-os-tipos-de-injecoes-e-suas-formas-de-aplicacao/#.YNsU8ehKjIW>>. Acesso em: 29 de jun. de 2021.

GALERA DA FISICA. **Mec: O princípio de Arquimedes.** 02 de out. de 2014. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=99uQFnZMXCE>>. Acesso em: 15 de maio de 2021.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física, volume 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica.** 10ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2020.

MANUAL DO MUNDO. **Faça em casa um PAC-MAN hidráulico!** 17 de jul. de 2018. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=KQyPh8bLy9s>>. Acesso em: 21 de jun. de 2021.

MEDEIROS, R. L. **A Hidrostática Ensinada Através de Experimentações em Sala de Aula.** Dissertação de Mestrado – Ensino de Física, Universidade Federal de Goiás. Polo de Catalão – Goiás, p. 149. 2020.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Matriz De Referência Enem.** Disponível em: <https://download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf>. Acesso em: 15 de jan. de 2021.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares.** 1ª Edição. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS.** Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>>. Acesso em: 05 de nov. de 2020.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de Física Básica, volume 2: Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor.** 5ª Edição. São Paulo: Blucher, 2014.

OKUNO, Emico; CALDAS, Ibêre Luiz; CHOW, Cecil. ***Física para Ciências Biológicas e Biomédicas***. Editora HARBRA Ltda. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1982.

ORIENTAÇÕES CURRICULARES – FÍSICA. ***EscoLar: Atividades Pedagógicas Não Presenciais***. Ensino Médio. Governo do Estado do Espírito Santo. Secretaria de Estado da Educação. 3º trimestre, 2021. Disponível em: <<https://curriculo.sedu.es.gov.br/curriculo/wp-content/uploads/2021/08/FISICA-EM-3%C2%B0-TRIMESTRE.pdf>>. Acesso em: 24 de ago. de 2021.

SOUZA, Ednilson S. R.; SANTO, Adilson O. E. ***Um olhar sobre a teoria da modelagem no ensino de física***. Disponível em: <<http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R0106-1.pdf>>. Acesso em: 20 de maio de 2021.

● APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu,.....,RG....., responsável pelo(a) aluno(a)..... dou meu consentimento livre e esclarecido para o aluno participar como voluntário (a) do projeto de pesquisa que tem como objetivo avaliar _____. Esta pesquisa é de responsabilidade do Prof. Dr. _____ e da discente _____, do Programa de Mestrado Nacional em Ensino de Física, na UFES.

Assinando este termo estou ciente de que:

- Este estudo tem como principal objetivo avaliar qualitativamente as dificuldades conceituais em Física, referente ao conteúdo de _____, dos alunos da EEEFM “_____”.
- Durante este estudo serão aplicados testes. Esses testes não irão interferir nas notas trimestrais dos alunos, serão apenas testes diagnósticos e não serão identificados.
- Obtive todas as informações necessárias para poder decidir conscientemente sobre a minha participação no referido estudo.
- Estou livre para interromper, a qualquer momento, minha participação na pesquisa sem sofrer qualquer forma de retaliação.
- Meus dados pessoais serão mantidos em sigilo.
- Autorizo divulgação da imagem do (a) aluno (a) em fotos e vídeos exclusivamente para fins acadêmicos. Sim Não
- Os resultados gerais obtidos nesta pesquisa serão utilizados apenas para alcançar os objetivos propostos, incluída sua publicação em congresso, em revista científica especializada ou trabalho de conclusão de curso.

Informações complementares

Orientador do Projeto:

Prof. Dr.

Telefone: +55 (27)

e-mail:

Serra,..... de maio de 2019.

Pesquisadora responsável: Nome do Mestrando

e-mail:

Assinatura do responsável

● APÊNDICE B – PRÉ-AULA

Atividade 1

Pressão

O que é pressão? O que você pensa sobre pressão?

(Escreva uma ou duas palavras sem se preocupar se está ou não escrevendo algo conceitualmente correto, o mais importante é a sua participação!!!)

Atividade 2

E.E.E.F.M. BELMIRO TEIXEIRA PIMENTA

Física – 1º Ano

Pré-aula – Atividade 2: Pré-teste – Hidrostática

Nome: _____ Turma: _____ Data: ____/____/____.

Leia com atenção as questões e marque somente uma alternativa para cada questão!

1ª Questão

(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.

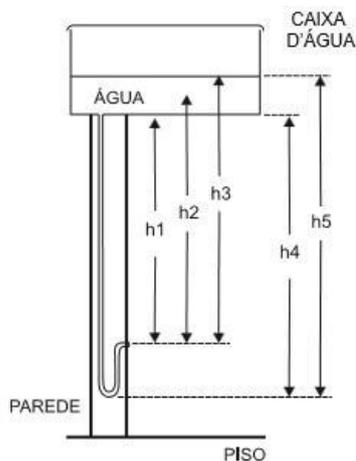
Uma das formas de prevenir o problema de compactação do solo é substituir os pneus dos tratores por pneus mais

- 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.

2ª Questão

(ENEM 2012) O manual que acompanha uma ducha higiênica informa que a pressão mínima da água para o seu funcionamento apropriado é de 20 kPa. A figura mostra a instalação hidráulica com a caixa d'água e o cano ao qual deve ser conectada a ducha.



Representação esquemática da instalação hidráulica de uma caixa d'água

O valor da pressão da água na ducha está associado à altura

- a) h1.
- b) h2.
- c) h3.
- d) h4.
- e) h5.

3ª Questão

(IFES 2015) Abaixo apresentamos uma tabela da densidade de diversas substâncias.

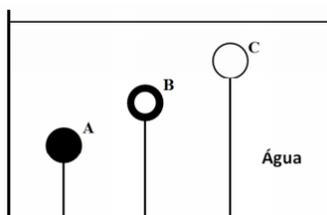
| Substância | Densidade (g/cm ³) |
|------------|--------------------------------|
| Gelo | 0,9 |
| Água | 1,0 |
| Óleo | 0,9 |
| Álcool | 0,8 |
| Querosene | 0,8 |
| Glicerina | 1,2 |

Com base nas informações contidas na tabela assinale a alternativa CORRETA:

- a) O gelo flutuará quando colocado no álcool.
- b) O gelo flutuará quando colocado no querosene.
- c) O gelo flutuará quando colocado na glicerina.
- d) O gelo flutuará quando colocado em uma mistura de óleo e querosene.
- e) O gelo flutuará quando colocado em uma mistura de água e álcool.

4ª Questão

(IFES 2014) Três esferas de madeira de mesmo raio são presas por fios ao fundo de um recipiente contendo água. As esferas estão completamente submersas, os fios são ideais e possuem tamanhos diferentes. A esfera A é completamente maciça e as esferas B e C são ocas. Porém, a esfera C possui uma casca de madeira mais fina que a esfera B.

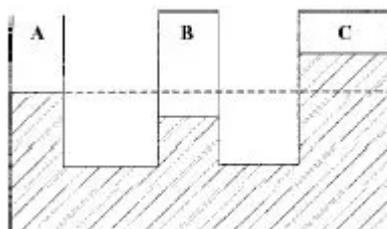


Sobre essa situação podemos afirmar que:

- O empuxo da esfera A é maior que o empuxo da esfera C
- O empuxo é igual para todas as esferas
- As tensões sobre os fios são iguais para todas as esferas
- A tensão no fio da esfera A é maior que a tensão no fio da esfera C
- O empuxo depende da massa de cada esfera

5ª Questão

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



Se p_A a pressão atmosférica ambiente, p_B e p_C as pressões do ar confinado nos ambientes B e C, pode-se afirmar que é válida a relação:

- $p_A = p_B > p_C$.
- $p_A > p_B = p_C$.
- $p_A > p_B > p_C$.
- $p_B > p_A > p_C$.
- $p_B > p_C > p_A$.

6ª Questão

(CPS-SP) No início do século XX, a indústria e o comércio da cidade de São Paulo possibilitaram uma qualidade de vida melhor para seus habitantes. Um dos hábitos saudáveis, ligados à higienização bucal, foi a utilização de tubos de pasta dental e as respectivas escovas de dente.



Considerando um tubo contendo pasta dental de densidade homogênea, uma pessoa resolve apertá-lo. A pressão exercida sobre a pasta, dentro do tubo, será:

- a) maior no fundo do tubo, se apertar no fundo.
- b) menor no fundo do tubo, se apertar perto do bico de saída.
- c) maior no meio do tubo, se apertar no meio.
- d) menor no fundo do tubo, se apertar no meio.
- e) igual em todos os pontos, qualquer que seja o local apertado.

● APÊNDICE C – ATIVIDADES EXPERIMENTAIS I

Atividade 3

Aula 1 – Atividade 3 – Desafio: Perfurando um bombom sem danificá-lo

Nome: _____ Data: ____/____/____

(Escreva suas observações em cada situação)

▪ 1ª Tentativa:

- O que o aluno está precisando fazer para conseguir perfurar o bombom?

- Qual grandeza física está relacionada com essa situação?

- Ele está precisando aumentar ou diminuir essa grandeza?

▪ 2ª Tentativa.

- Qual a diferença entre o 1º e o 2º objeto perfurante?

- Qual grandeza física está relacionada com essa situação?

- Para conseguir um bom êxito nesse desafio essa grandeza precisa aumentar ou diminuir?

▪ 3ª Tentativa.

- O aluno conseguiu cumprir o desafio?

- Descreva o que o aluno precisou fazer e qual a característica do objeto que o levou ao sucesso no desafio:

Atividade 4

Aula 1 – Atividade 4 – Pressão de dois tijolos sobre uma mesa

Nome: _____ Data: ___/___/___

Situação-problema

Dois tijolos iguais, colocados em posições diferentes, exercem sobre a superfície horizontal da mesa uma força de mesma intensidade. Em relação à pressão exercida pelo tijolo sobre a mesa, ela se mantém igual nas duas posições? Por quê?

Atividade 5

Aula 1 - Atividade 5 – Atividade colaborativa sobre as situações expostas

Nomes:

Escreva o pensamento comum do grupo, em atividade colaborativa, sobre as questões das situações expostas.

Desafio

Situação-problema

Após observarem a pressão exercida por cada tijolo sobre a superfície maleável.

Quais palavras escritas na nuvem sobre pressão se relacionam com o desafio e a situação-problema?

A pressão sobre uma superfície depende do valor de quais grandezas físicas? E como elas se relacionam com a pressão?

Atividade 6

Aula 2 - Atividade 6: Quem pesa mais?

Nome: _____ Data: ___/___/___

- Desenhe uma bola feita de areia com 1 kg de massa.

- Desenhe uma bola feita de algodão que também tenha 1 kg de massa.

- Os seus desenhos estão coerentes com as porções das massas de algodão e areia medidas pela professora?

- Qual a diferença entre os 94 g de areia e as 94 g de algodão?

- Por que existe essa diferença? Qual a diferença entre as moléculas da massa de areia e da massa de algodão?

● APÊNDICE D – ATIVIDADE CONCEITUAL I

Atividade 7

Aula 3 - Atividade 7: Exercícios propostos do livro-texto

Livro-texto: Barreto, Benigno; Xavier, Claudio. *Física Aula por Aula - Mecânica*. Volume 1. Editora FTD. 3ª Edição. São Paulo. 2016. Capítulo 15.

Nome: _____ Turma: _____ Data: ____/____/____

Página: 255

1. Um pintor saiu de uma loja segurando dois galões de tinta idênticos, um em cada mão. Após ter caminhado alguns metros, percebeu que a alça dos galões era feita de arame muito fino e estava cortando sua mão. Pegou um pedaço de pano e enrolou várias vezes a alça de um dos galões. Continuou caminhando e percebeu que a mão direita, que sustentava o galão cuja alça estava envolvida pelo pano, sentia menos dor do que a mão esquerda, que sustentava a alça sem pano. Você atribui essa diferença ao fato de:
 - a) o peso sustentado pela mão esquerda ser maior do que o da direita.
 - b) a alça enrolada no pano ter uma área de contato maior; logo a pressão exercida pelo galão sobre a mão direita é menor.
 - c) os pesos serem iguais; portanto as pressões sobre as duas mãos também são iguais.
 - d) a alça que não está enrolada no pano ter uma área de contato menor; logo a pressão exercida pelo galão sobre a mão esquerda é menor.
 - e) embora os pesos serem diferentes, as pressões sobre as duas mãos serem iguais.

Página: 256

2. Um carpinteiro, ao manusear um prego, coloca-o entre os dedos polegar e indicador, de tal forma que a “cabeça” do prego fica presa ao indicador e a ponta ao polegar. Responda às perguntas:
 - a) A força que o polegar exerce sobre o prego é igual à força exercida pelo indicador?
-

- b) A pressão exercida nos dois dedos é igual? Em qual deles o carpinteiro sentirá mais dor?

Página: 258

8. Em um laboratório, um estudante observa que as bolhas de ar que se formam no fundo de um recipiente se deslocam para a superfície do líquido, que está em repouso e enche totalmente esse recipiente. Durante o deslocamento, o que se pode afirmar sobre o volume de umas das bolhas?
- a) Em todas as posições do deslocamento, o volume é constante porque a pressão também não varia.
- b) Próximo à superfície, o volume é menor porque a pressão também é menor.
- c) Próximo ao fundo do recipiente, o volume é menor porque a pressão também é menor.
- d) O menor volume apresentado por uma bolha ocorre na metade do deslocamento, pois a menor pressão ocorre nessa altura do recipiente.
- e) Próximo à superfície o volume é maior porque a pressão é menor.

10. Um astronauta necessita de uma roupa especial para fazer a manutenção de equipamentos fora da nave espacial. Explique o que poderia acontecer, caso ocorresse um pequeno furo na roupa, durante a manutenção, e ele conseguisse ficar um bom tempo sem precisar respirar.

Página: 260

11. Durante uma atividade experimental, três cubos de mesmo tamanho (volume), maciços e homogêneos, são colocados sobre uma bancada com a seguinte informação: "As massas dos cubos A, B e C são respectivamente 4 g, 3 g e 2 g". Identifique qual dos cubos tem maior massa específica e qual deles tem a menor.

● APÊNDICE E - SIMULADOR VIRTUAL

Atividade 8

Aula 4 - Atividade 8: Vídeo “Mergulhadores de saturação”

Nome: _____

Após a exibição do vídeo “Mergulhadores de saturação: Uma profissão perigosa e incrível” responda a questão abaixo:

O que acontece com a pressão exercida sobre um mergulhador quando ele mergulha cada vez mais em águas profundas (aumentando a profundidade)? Quais outras grandezas físicas influenciam no valor dessa pressão?

Atividade 9

Aula 4 - Atividade 9: Explorando o Simulador Sob Pressão livremente

(Nesse momento a dupla de alunos irão explorar o simulador UNDER PRESSURE disponível em https://phet.colorado.edu/sims/html/under-pressure/latest/under-pressure_pt_BR.html livremente)

Nome: _____

Quais grandezas físicas que vocês perceberam, explorando o simulador, variam a pressão em um fluido?

Atividade 10

Aula 5 - Atividade 10: Roteiro do experimento virtual "Sob Pressão" *Simulador virtual PhET - UNDER PRESSURE*

Nome: _____

Objetivos:

- Descrever quais variáveis afetam a pressão no interior de um líquido;
- Descrever como a pressão varia na água de um tanque aberto em função da profundidade.

Procedimentos:

Coloque o medidor de pressão acima do tanque com água, e vai aumentando sua profundidade até chegar no fundo do tanque.

- 1) Quando variamos (aumentamos) a profundidade do medidor de pressão o que acontece com o valor da pressão?

- 2) Qual o valor da pressão na superfície do tanque com água? Que pressão é esta?

Coloque um medidor na superfície do tanque e outro medidor no fundo do tanque com água.

- 3) Anote na tabela 1 os valores das pressões na superfície e no fundo do tanque.

Retire a atmosfera.

- 4) O que acontece com a pressão no fundo do tanque com a água?

- 5) Qual o valor da pressão no fundo do tanque? Anote na tabela 1.

- 6) O que acontece com a pressão na superfície? Por que isso acontece? Anote o valor na tabela 1.

- 7) Então neste momento (sem atmosfera) a pressão no fundo do tanque está dependo somente do quê?

- 8) De quanto é a diferença da pressão no fundo do tanque antes e depois de retirar a atmosfera? Anote na tabela 1. Que valor é esse?

Volte a inserir a atmosfera.

- 9) O que podemos concluir sobre o valor da pressão no fundo do tanque na presença de atmosfera?
-

Tabela 1

| | Com atmosfera | Sem atmosfera | Diferença |
|----------------------|---------------|---------------|-----------|
| | Pressão (atm) | Pressão (atm) | |
| Superfície do tanque | | | |
| Fundo do tanque | | | |

- 10) Varie a densidade do fluido. O que acontece com a pressão atmosférica e a pressão no fundo do tanque. Por quê?
-
-

- 11) Modifique o valor da gravidade local e descreva o que acontece com a pressão atmosférica e a pressão no fundo tanque.
-

- 12) Utilize a régua do simulador para colocar dois medidores de pressão a uma mesma altura, mas em pontos diferentes. O que acontece com o valor das pressões em cada medidor? O que podemos concluir dos valores da pressão em pontos diferentes, mas que estejam na mesma horizontal?
-
-

- 13) Através das análises feitas, quais as grandezas físicas que influenciam na pressão hidrostática (pressão no interior de um líquido em repouso)? Estas grandezas influenciam diretamente ou inversamente proporcional?
-
-

● APÊNDICE F - ATIVIDADES EXPERIMENTAIS II

Atividade 11

Aula 8 - Atividade 11: Laboratório de investigação

Nome: _____

Experimento 1: “Balança equilibrada”

Quando a esfera é introduzida na água o que acontece com o braço da balança? Por quê?

Que volume de água é esse recolhido no copinho?

Se essa água recolhida no copinho for colocada no copo que está na balança, o que acontecerá? O que podemos concluir com isso?

Experimento 2: Afunda ou flutua

O que acontece quando esse corpo (menos denso que o líquido) é colocado na água, ele afunda ou flutua?

Esse corpo de peso X está em equilíbrio flutuando no líquido, o que podemos observar sobre o empuxo e o peso do corpo?

Qual é a semelhança entre o líquido deslocado para o copinho e o corpo?

Atividade 12

Aula 9 - Atividade 12: Vídeo – “Empuxo e o Princípio de Arquimedes”

Nome: _____

Quando um cubo de gelo flutuante derrete em um copo com água, o nível da água aumenta, diminui ou continua o mesmo? Por quê?

O experimento corroborou com a sua resposta?

- **APÊNDICE G - ATIVIDADE CONCEITUAL II**

Atividade 13**Aula 9 – Atividade 13: Nuvem de palavras “Pressão”*****Pressão***

Escreva três palavras que estejam relacionadas com a grandeza física “Pressão”:

● APÊNDICE H – PÓS-TESTE

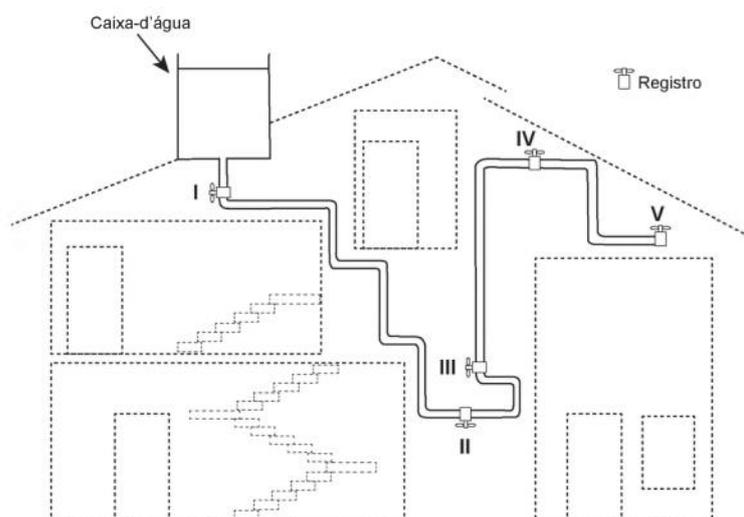
Atividade 14

Atividade 14: Pós-teste Hidrostática

Nome: _____ Turma: _____ Data: ____/____/____

1ª Questão

(ENEM 2018) 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 concluiu 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

2ª Questão

(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.

3ª Questão

(ENEM 2015) Sabe-se que nas proximidades dos polos do planeta Terra é comum a formação dos *icebergs*, que são grandes blocos de gelo, flutuando nas águas oceânicas. Estudos mostram que a parte de gelo que fica emersa durante a flutuação corresponde a aproximadamente 10% do seu volume total. Um estudante resolveu simular essa situação introduzindo um bloquinho de gelo no interior de um recipiente contendo água, observando a variação de seu nível desde o instante de introdução até o completo derretimento do bloquinho.

Com base nessa simulação, verifica-se que o nível da água no recipiente

- a) subirá com a introdução do bloquinho de gelo e, após o derretimento total do gelo, esse nível subirá ainda mais.
- b) subirá com a introdução do bloquinho de gelo e, após o derretimento total do gelo, esse nível descerá, voltando ao seu valor inicial.
- c) subirá com a introdução do bloquinho de gelo e, após o derretimento total do gelo, esse nível permanecerá sem alteração.
- d) não sofrerá alteração com a introdução do bloquinho de gelo, porém, após seu derretimento, o nível subirá devido a um aumento em torno de 10% no volume de água.
- e) subirá em torno de 90% do seu valor inicial com a introdução do bloquinho de gelo e, após seu derretimento, o nível descerá apenas 10% do valor inicial.

4ª Questão

(IFES 2009) Um bloco de ferro flutua, parcialmente imerso, em um recipiente contendo mercúrio, por que:

- a) o volume do mercúrio deslocado é maior que o volume do bloco de ferro.
- b) o peso total do mercúrio é maior que o peso total do bloco de ferro.
- c) o ferro está numa temperatura mais alta.
- d) o mercúrio tem densidade maior que o ferro.
- e) o mercúrio tem densidade menor que o ferro.

5ª Questão

É desejado produzir uma grande pressão sobre uma placa metálica para que ela possa ser perfurada por um prego. Dessa forma, podemos:

- a) diminuir a densidade do prego.
- b) aumentar a área de contato do prego com a placa metálica.
- c) diminuir a área de contato do prego com a placa metálica.
- d) diminuir a força aplicada sobre o prego.
- e) aumentar o volume do prego.

6ª Questão

(Acafe) O bisturi é um instrumento cirúrgico de corte utilizado para fazer incisões, ou seja, cortes no corpo, geralmente em um ato cirúrgico. Existem bisturis de diversos tamanhos de cabo e tipos de lâminas, como mostra a figura abaixo.



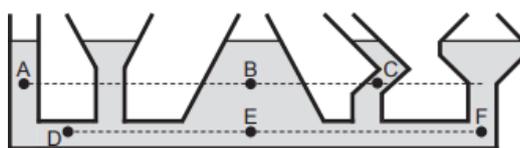
Um médico escolhe um bisturi com a finalidade de fazer facilmente uma incisão no corpo de uma paciente. Nessa situação, assinale a alternativa correta que completa, em sequência, as lacunas da frase a seguir.

O médico deve escolher um bisturi com a lâmina _____, pois isso fará com que ele obtenha _____ no local para fazer a incisão.

- a) mais afiada - maior força
- b) menos afiada - maior pressão
- c) mais afiada - maior pressão
- d) mais afiada - maior área de contato

7ª Questão

(PUC-RS) INSTRUÇÃO: Para responder à questão, analise a figura abaixo, que representa um recipiente com cinco ramos abertos à atmosfera, em um local onde a aceleração gravitacional é constante, e complete as lacunas do texto que segue. As linhas tracejadas, assim como o fundo do recipiente, são horizontais.



Considerando que o recipiente está em equilíbrio mecânico e contém um fluido de massa específica constante, afirma-se que a pressão exercida pelo fluido no _____ é _____ pressão exercida pelo fluido no _____.

- a) ponto A – menor que a – ponto D
- b) ponto A – menor que a – ponto C
- c) ponto B – igual à – ponto E
- d) ponto D – menor que a – ponto F
- e) ponto D – igual à – ponto C

8ª Questão

(UEFS) No freio hidráulico de um automóvel, a pressão exercida pelo motorista no pedal de freio é transmitida até as rodas do veículo através de um fluido. A transmissão do acréscimo da pressão exercida em um ponto de um fluido a todos os pontos do fluido e das paredes internas do recipiente que o contém é explicada pelo

- a) Princípio da inércia.
- b) Teorema de Stevin.
- c) Princípio de Pascal.
- d) Teorema de Arquimedes.
- e) Princípio dos vasos comunicantes.

9ª Questão

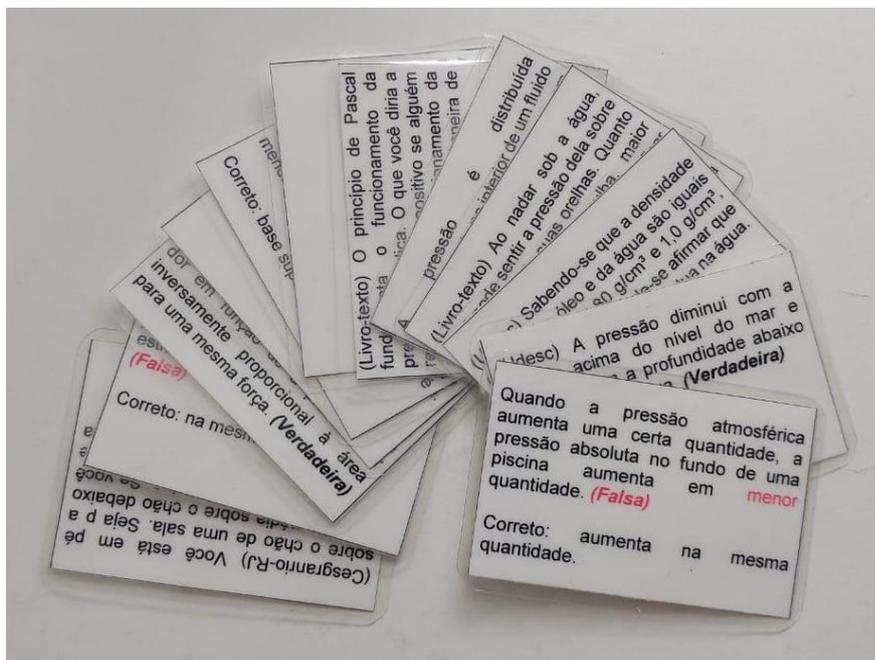
(UFRGS) Selecione a alternativa que apresenta as palavras que preenchem corretamente as lacunas nas afirmações seguintes:

- 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

● APÊNDICE I – JOGO “LABIRINTO HIDRÁULICO”: CARTAS DE AFIRMATIVAS

a) Cartas para as perguntas do jogo didático “Labirinto hidráulico”.



Fonte: Própria autora.

b) As afirmativas das cartas para a pergunta: “Essa afirmativa é falsa ou verdadeira?”.

A pressão é distribuída uniformemente no interior de um fluido homogêneo, incompressível e em equilíbrio. **(Verdadeira)**

(Udesc) A pressão diminui com a altitude acima do nível do mar e aumenta com a profundidade abaixo da interface ar-água. **(Verdadeira)**

A hidrostática estuda os fluidos em repouso por meio de variáveis como pressão, volume e densidade. **(Verdadeira)**

(Acafe-SC) Um prego é colocado entre dois dedos que produzem a mesma força, de modo que a ponta do prego é pressionada por um dedo e a cabeça do prego pelo outro. O dedo que pressiona o lado da ponta sente dor em função de a pressão ser inversamente proporcional à área para uma mesma força. **(Verdadeira)**

(Livro-texto) Ao nadar sob a água, você pode sentir a pressão dela sobre os tímpanos de suas orelhas. Quanto mais fundo você mergulha, maior torna-se a pressão. Podemos justificar a origem dessa pressão pelo peso dos fluidos que estão diretamente acima da pessoa, água mais ar, e que a comprimem. **(Verdadeira)**

(Udesc) Sabendo-se que a densidade do gelo, do óleo e da água são iguais a $0,92 \text{ g/cm}^3$, $0,80 \text{ g/cm}^3$ e $1,0 \text{ g/cm}^3$, respectivamente, pode-se afirmar que o gelo afunda no óleo e flutua na água. **(Verdadeira)**

(Udesc) O elevador hidráulico é baseado no Princípio de Pascal. **(Verdadeiro)**

Dois pontos de um fluido em repouso possuem mesma pressão, se estiverem em altura diferentes. **(Falsa)**

Correto: na mesma altura.

(Livro-texto) Uma lata cilíndrica, submersa na água de um lago, em equilíbrio. A pressão exercida pela água na superfície externa da lata é menor na base inferior. **(Falsa)**

Correto: base superior.

Quando a pressão atmosférica aumenta uma certa quantidade, a pressão absoluta no fundo de uma piscina aumenta em menor quantidade. **(Falsa)**

Correto: aumenta na mesma quantidade.

(Cesgranrio-RJ) Você está em pé sobre o chão de uma sala. Seja p a pressão média sobre o chão debaixo das solas dos seus sapatos. Se você suspende um pé, equilibrando-se numa perna só, essa pressão média passa a ser $p/2$. **(Falsa)**

Correto: $2p$

(Livro-texto) O princípio de Pascal fundamenta o funcionamento da prensa hidráulica. O que você diria a respeito desse dispositivo se alguém afirmasse que o funcionamento da prensa hidráulica é uma maneira de multiplicar energia? **(Falso)**

Correto: multiplica força.

A pressão exercida por um fluido em repouso é chamada de pressão atmosférica e é proporcional à profundidade do fluido. **(Falsa)**

Correto: pressão hidrostática

Fonte: Própria autora.

- **APÊNDICE J – APRESENTAÇÃO DE IMAGENS PARA AS AULAS EXPOSITIVAS PARTICIPATIVAS**

a) Imagens para a aula expositiva participativa sobre pressão atmosférica.

Como vimos na aula passada...

$$p \text{ (pressão)} = \frac{F \text{ (força)}}{A \text{ (área)}}$$



E nós vivemos mergulhados em uma imensa massa de ar, que é a nossa atmosfera. O ar, como qualquer substância próxima à Terra, é atraído por ela, isto é, o ar tem peso.

Pressão atmosférica

A Terra está imersa em uma enorme camada de ar denominada **atmosfera**, que possui massa e está sujeita à ação do campo gravitacional terrestre. Portanto, o ar tem peso e exerce pressão sobre os corpos nele imersos, denominado **pressão atmosférica**.

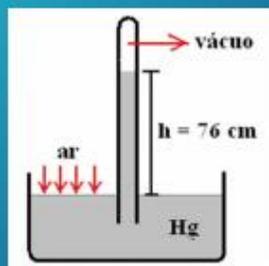


Fonte: <https://www.gestaoeducacional.com.br/pressao-atmosferica-o-que-e/>

Unidades de medida da pressão atmosférica:

1 atmosfera é a unidade de medida de pressão equivalente a uma coluna de mercúrio de 76 cm de altura sobre a sua base.

- 1 atm = 76 cmHg = 760 mmHg
- 1 atm = $1,013 \cdot 10^5$ N/m²



Experimento realizado pelo físico Evangelista Torricelli.

Fonte: <http://www.preparaexam.com/fisica/pressao-atmosferica.htm>

Valores aproximados da pressão atmosférica em relação à altitude:

| Altitude (m) | p_{atm} (cmHg) |
|---------------------|------------------|
| 0 (nível do mar) | 76 |
| 500 | 72 |
| 1000 | 67 |
| 2000 | 60 |
| 3000 | 53 |
| 4000 | 47 |
| 5000 | 41 |
| 6000 | 36 |

A pressão atmosférica diminui com o aumento da altitude!



Fonte: <https://www.gestaeducacional.com.br/pressao-atmosferica-o-que-e/>

Os sintomas mais comuns são dificuldade de respirar, taquicardia com frequências cardíacas superiores a 100/min, mal-estar generalizado, dores de cabeça, náusea, vômito, insônia etc. *Esses efeitos se devem essencialmente a diminuição da pressão atmosférica, o que é consequência da diminuição da densidade do ar.*

Efeitos da Altitude

| Altitude | Mudanças funcionais no corpo humano |
|-----------------------|--|
| Abaixo de 3 000 m | Não existem efeitos detectáveis no desempenho da respiração, e o ritmo cardíaco, em geral, não se altera. |
| Entre 3 000 e 4 600 m | Região de "hipoxia compensada" em que aparece um pequeno aumento nos ritmos cardíaco e respiratório, e uma pequena perda de eficiência na execução de tarefas complexas. |
| Aos 5 000 m | A pressão parcial de O_2 é aproximadamente a metade da pressão parcial ao nível do mar. Ou seja, só existe metade da quantidade de O_2 com relação ao nível do mar. Esse efeito é chamado <i>hipoxia</i> , isto é, baixo fornecimento de oxigênio. |

Efeitos da Altitude

| Altitude | Mudanças funcionais no corpo humano |
|-----------------------|---|
| Entre 4 600 e 6 100 m | As frequências respiratória e cardíaca aumentam drasticamente; pode aparecer a perda de julgamento crítico e controle muscular, e também entorpecimento dos sentidos. Estados emocionais podem variar desde a letargia até grandes excitações com euforia ou mesmo com alucinações. Esse é o estado de "hipoxia manifesta". |
| Entre 6 100 e 7 600 m | Essa é a região de "hipoxia crítica". Os sintomas são perda rápida do controle neuromuscular, da consciência seguida de parada respiratória, e finalmente morte. |

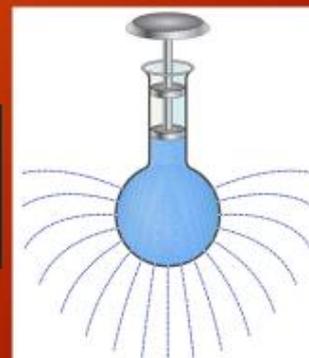
Fonte: Okano, Emiko; Caldas, Ibêre Lutz; Chow, Cecil. Física para Ciências Biológicas e Biomédicas. Editora HARBERA Ltda. São Paulo. [1982, p. 312 e 313].

Fonte: Própria autora.

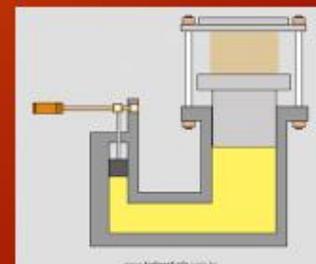
b) Imagens para a aula expositiva participativa sobre princípio de Pascal.

Princípio de Pascal

Se um ponto qualquer de um líquido homogêneo e incompressível, em equilíbrio, sofre uma variação de pressão Δp , todos os pontos desse líquido serão submetidos a essa mesma variação.



Aplicabilidade: Pressas hidráulicas

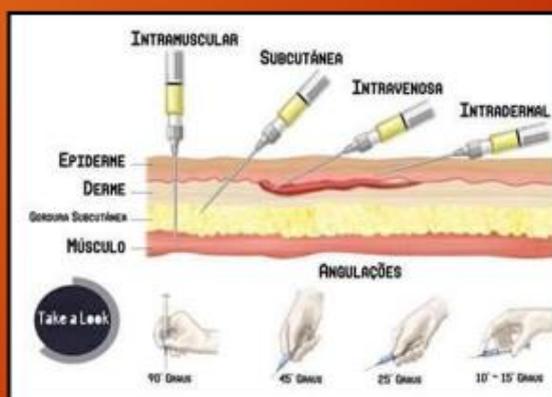


Sistemas multiplicadores de força

¿Cómo funciona una prensa hidráulica?

Vídeo intitulado "Como funciona uma prensa hidráulica". Disponível no endereço: <https://www.youtube.com/watch?v=fXMPoKtiUbU>

Aplicabilidade: Injeção



As quatro formas principais de se aplicar injeções

Intramuscular

Esse tipo de injeção é aplicado em uma posição de 90 graus. Ela entra reta na vertical na pele e tem o objetivo de aplicar a substância diretamente no músculo. A famosa injeção de Benzetacil é aplicada dessa forma. Também é usada para antibióticos para tratar infecções.



Subcutânea

Essa injeção tem 45 graus de inclinação e seu objetivo é aplicar o produto, medicamento ou substância na parte de gordura subcutânea da pele. Usada geralmente para aplicação de insulina.



Intravenosa

Essa é aquela injeção que geralmente enfermeiros aplicam quando vamos tomar soro e eles precisam atingir nossa veia. Ela deve ser aplicada com 25 graus de inclinação e atinge a segunda camada, logo abaixo da nossa pele. É usada para aplicação de soro e antibióticos.



Intradermal

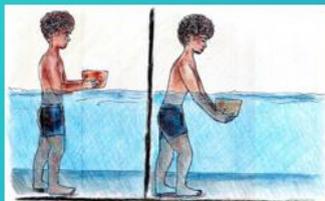
Essa é a injeção aplicada na camada mais superficial de nossa pele. Ela precisa ser feita com 10 a 15 graus de inclinação e não deve atingir a derme, onde se encontram veias e vasos. Ela é a mais superficial de todas as injeções. É usada para testes de alergia ou vacina BCG.

Fonte: <https://farmaciaestetica.com.br/conheca-os-tipos-de-injecoes-e-suas-formas-de-aplicacao/#.YNsU8ehKGIW>

Fonte: Própria autora.

c) Imagens para a aula expositiva participativa sobre empuxo.

O que é mais fácil, segurar um tijolo dentro de uma piscina ou fora dela? Por quê? O que está acontecendo?

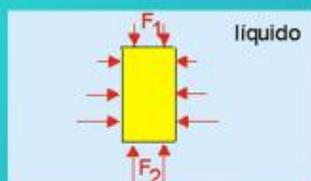


Se mergulharmos uma bola em uma piscina e empurramos para baixo, o que vamos sentir?

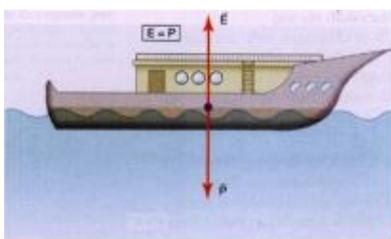
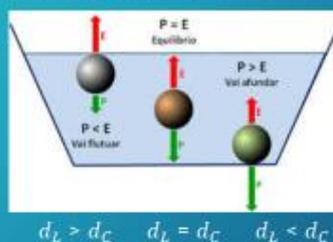


Empuxo

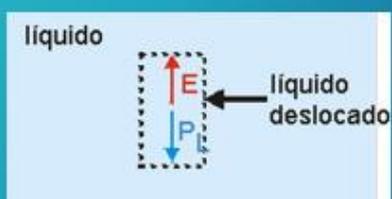




Um corpo de densidade d_C é imerso totalmente em um líquido de densidade d_L e, em seguida, é abandonado.



Teorema de Arquimedes: Em um corpo em contato com um fluido em equilíbrio, o empuxo é uma força vertical orientada de baixo para cima, cuja intensidade é igual à do peso do volume de fluido deslocado.



Fonte: Própria autora.

● APÊNDICE K – CONSTRUÇÃO DOS EXPERIMENTOS E DO JOGO DIDÁTICO

a) *Massa da Superfície maleável – 1ª Aula*

Materiais:

- Bicarbonato de sódio;
- Água boricada;
- Cola branca;
- Espuma de barbear.

Modo de preparo:

- Dilua uma colher de chá de bicarbonato de sódio em meio copo de água boricada, mexa até dissolver e reserve (mistura);



Fonte: Própria autora.

- Em uma tigela média, coloque 500 g de cola branca. Adicione a mistura e mexa bem;



Fonte: Própria autora.

- Em seguida adicione o creme de barbear. Misture bem, e aos poucos adicione água boricada e/ou espuma de barbear para obter a consistência desejada.



Fonte: Própria autora.

b) Encapando os tijolos – 1ª Aula

Materiais:

- Dois tijolos iguais;
- Filme de PVC transparente esticável.

Modo de preparo:

- Para a massa da superfície maleável não grudar nos tijolos, encape-os.



Fonte: Própria autora.

c) ***Elevador hidráulico – 7ª Aula***

Materiais:

- Madeira de pinus;
- Furadeira com broca chata para madeira;
- Estilete;
- 1 seringa de 20 ml;
- 1 seringa de 5 ml;
- 2 tampas de plástico com diâmetro de 8 cm;
- Mangueira para aquário com 35 cm de comprimento;
- Cola super bonder;
- Parafusos e pregos.
- Tarugo de ferro de 812 g (para utilizar no elevador hidráulico)

Montagem:

- Furar a madeira de pinus com a broca chata para o encaixe das duas seringas, e montar a base do elevador hidráulico com as medidas abaixo;



Fonte: Própria autora.

- Raspar a base do êmbolo com estilete para colar na tampa plástica com mais facilidade;



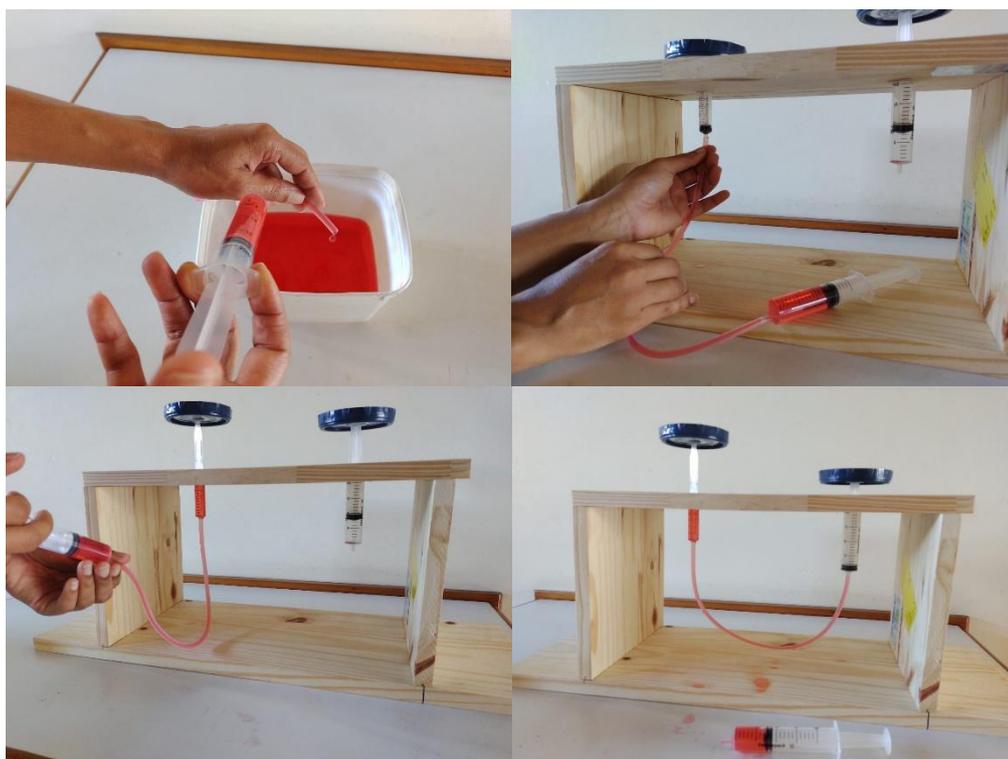
Fonte: Própria autora.

- Encaixar as seringas nos furos e colá-las na madeira para ficarem firmes;



Fonte: Própria autora.

- Inserir água colorida na mangueira para aquário para encaixa-la na seringa;



Fonte: Própria autora.

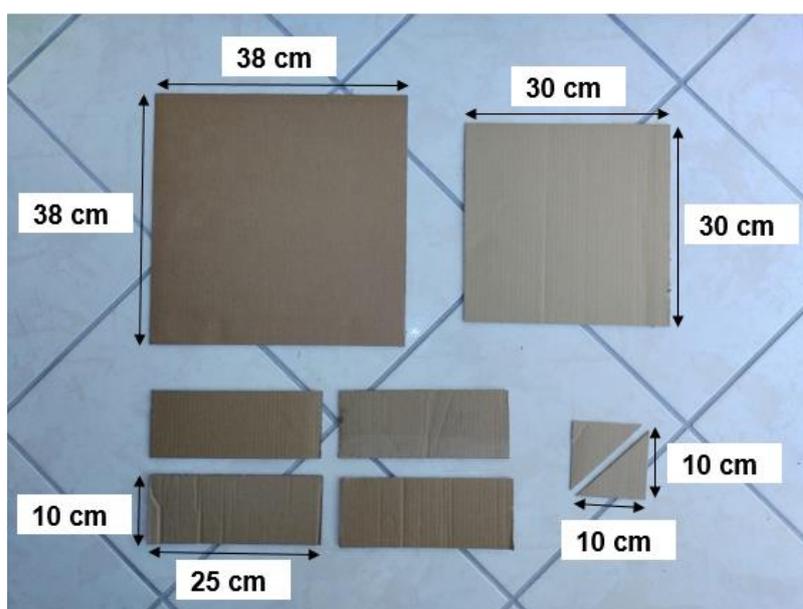
d) **Labirinto hidráulico – 7ª Aula**

Materiais:

- Caixas grandes de papelão;
- Estilete;
- Tesourinha de unha;
- Cola quente;
- 4 seringas de 5 ml (para o controle);
- 4 seringas de 10 ml (para a base);
- 1 seringa de 20 ml para encher as mangueiras com água colorida;
- 2 m de mangueira de aquário;
- Corante (azul, amarelo, vermelho e verde) para fins alimentícios;
- Tinta guache branca (para misturar com cada corante, assim a água não fica com um colorido transparente);
- 1 bolinha de gude.

Medidas do papelão para a base:

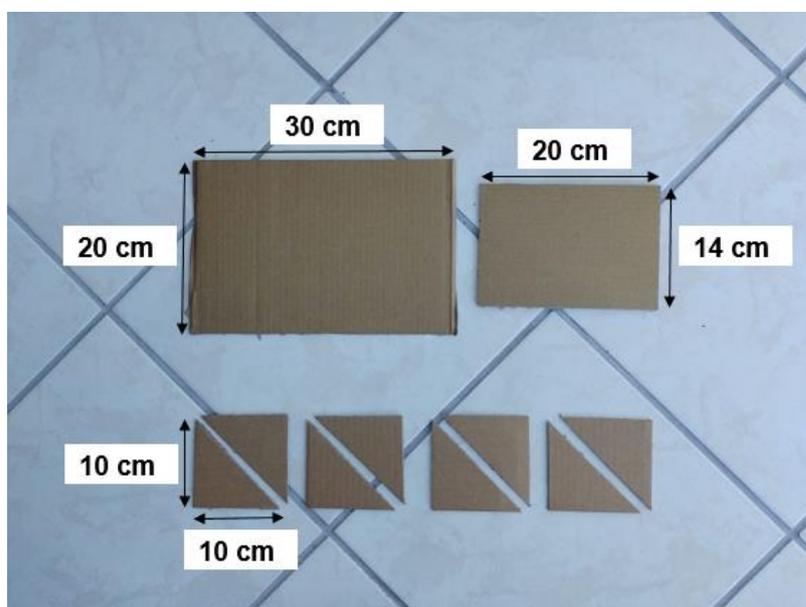
- (1x) 38,0 cm x 38,0 cm
- (4x) 10,0 cm x 25,0 cm
- (1x) 30,0 cm x 30,0 cm
- (1x) 10,0 cm x 10,0 cm (cortar na diagonal para fazer 2 triângulos)



Fonte: Própria autora.

Medidas do papelão para o controle:

- (1x) 20,0 cm x 30,0 cm
- (1x) 14,0 cm x 20,0 cm
- (4x) 10,0 cm x 10,0 cm (cortar na diagonal para fazer 8 triângulos)



Fonte: Própria autora.

Montagem:

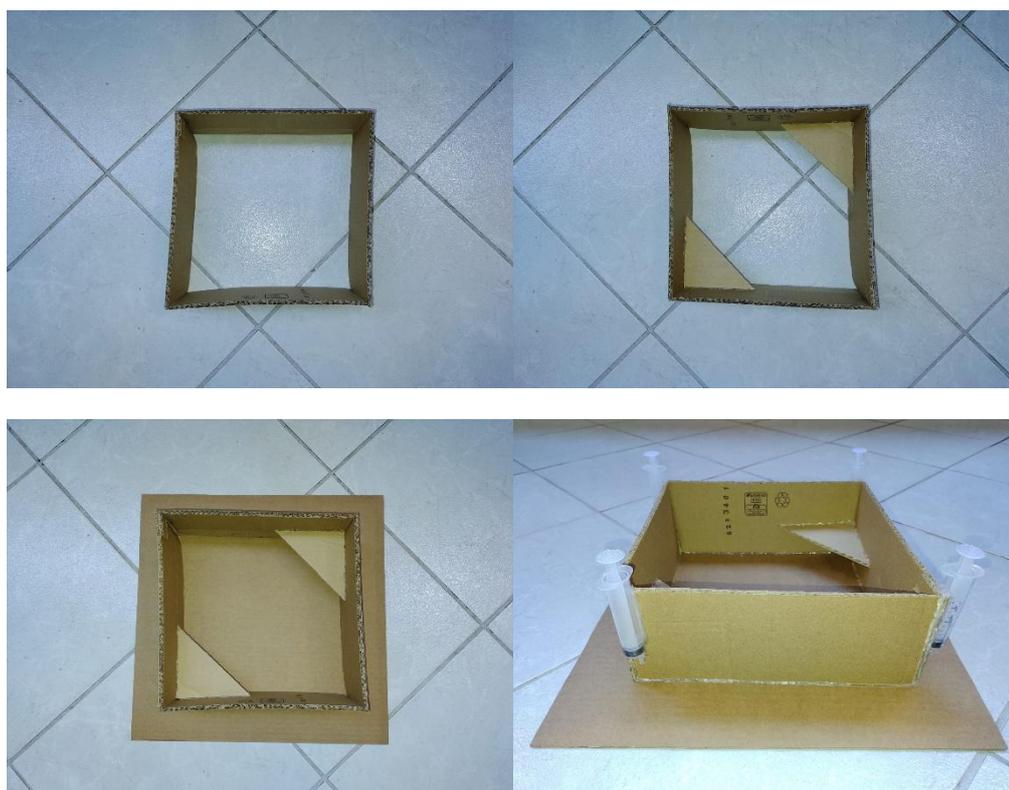
- Montagem do labirinto no papelão (30 cm x 30 cm). Marque com caneta os buracos e as paredes do labirinto. Depois corte os buracos e cole as paredes do labirinto nas suas marcações.





Fonte: Própria autora.

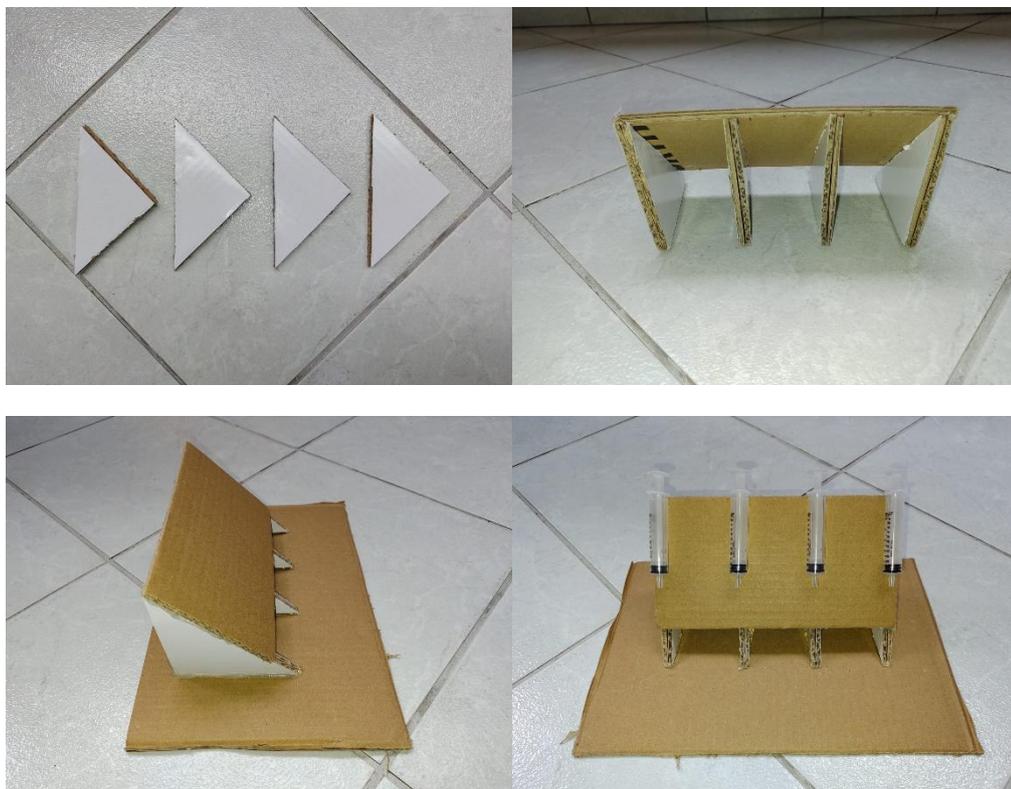
- Montagem da base do labirinto: com as 4 placas de papelão (10 cm x 25 cm) fazer um quadrado, depois utilizar os 2 triângulos (10 cm x 10 cm) para alinhar o quadrado. Em seguida, colar o quadrado na base de papelão (38 cm x 38 cm), e colar uma seringa de 10 ml em cada quina do quadrado (deixando uns 2 cm sem encostar a aba no papelão).



Fonte: Própria autora.

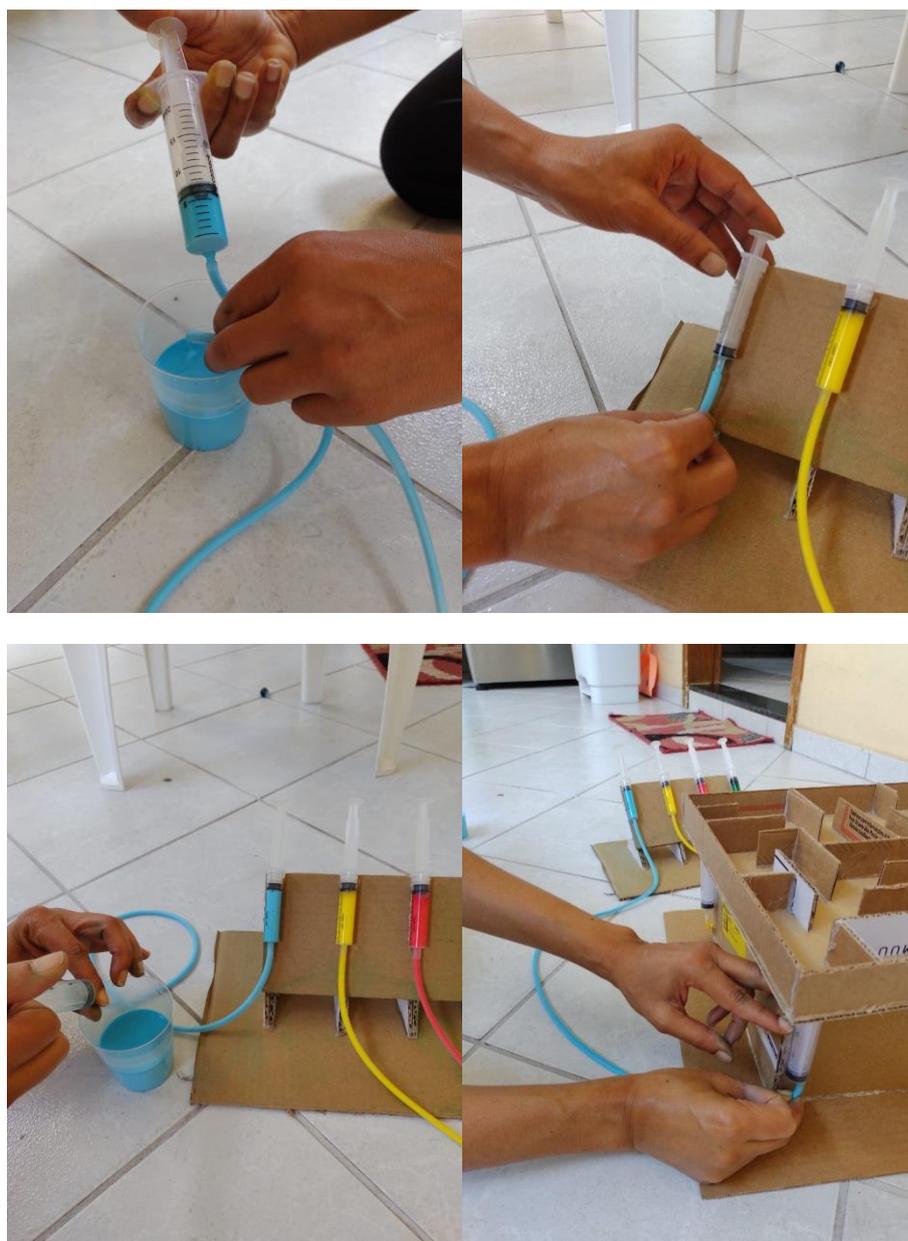
- Montagem do controle: faça quatro pares de triângulos retângulos (10 cm x 10 cm cortados na diagonal), depois cole a hipotenusa desses triângulos no

retângulo (14 cm x 20 cm), e esse conjunto será colado em cima do quadrado (25 cm x 25 cm). Em seguida, cole as seringas de 5 ml na direção de cada um dos triângulos retângulos (encostando a aba no papelão).



Fonte: Própria autora.

- Para encher a mangueira com água colorida (o ideal é que não tenha nenhuma bolha de ar) utilize uma seringa de 20 ml e conecte na mangueira enchendo-a até a boca. Conecte essa mangueira na seringa do controle e preenche-a de água colorida, em seguida conecte a outra ponta da mangueira na seringa da base do labirinto.



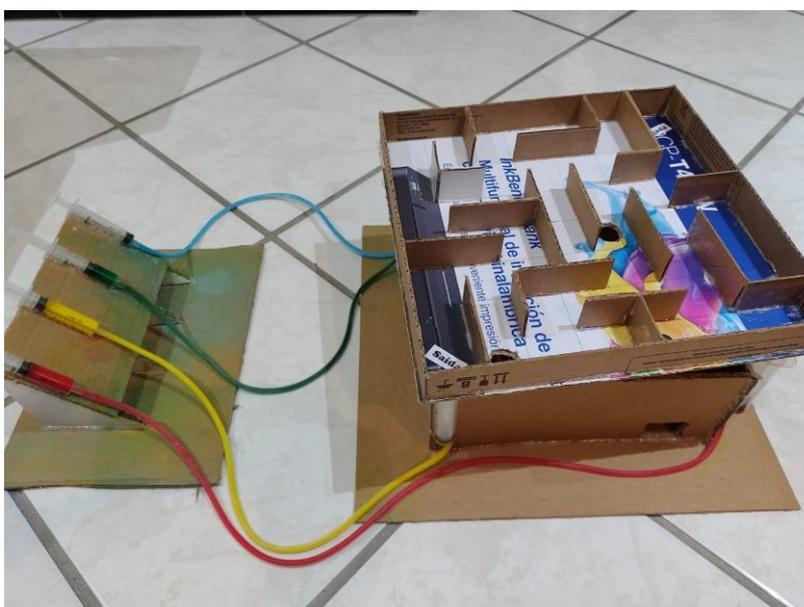
Fonte: Própria autora.

- Raspe as elevações dos êmbolos (para a cola aderir melhor) das seringas da base para colar o labirinto.



Fonte: Própria autora.

- Como na figura abaixo, faça uma abertura na lateral da base do labirinto para pegar a bolinha de gude quando cair no buraco. O labirinto hidráulico está pronto!



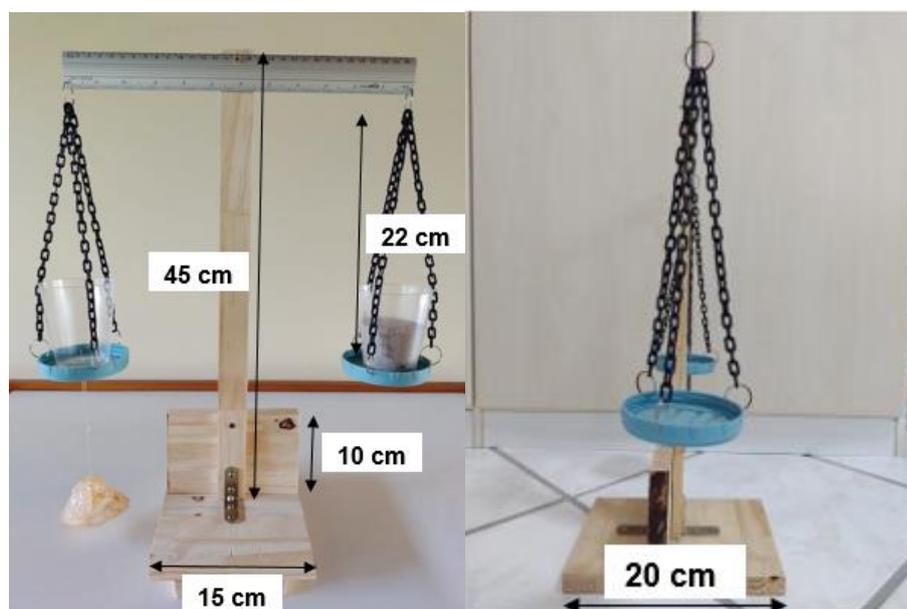
Fonte: Própria autora.

e) **Balança equilibrista – 8ª Aula**

Materiais:

- Madeira de pinus;
- Furadeira (furar a régua e as tampas para encaixar as argolas);
- 1,40 m de corrente de polímero para basculante;
- 2 tampas de plástico de 9 cm de diâmetro;
- 1 régua de alumínio de 30 cm;
- 8 argolas para chaveiro;
- 1 parafuso pequeno para parafusar a régua na madeira;
- 2 cantoneiras L reforço;
- 8 parafusos (para parafusar a cantoneira na madeira).

➤ Fure uma das tampas no centro para pendurar a pedra, e monte a balança conforme as medidas abaixo.



Fonte: Própria autora.

- **APÊNDICE L – PRODUTO EDUCACIONAL**

UEPS PARA A CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS FÍSICOS RELACIONADOS À HIDROSTÁTICA NO ENSINO MÉDIO

Sheila Borges Gonçalves

Rodrigo Dias Pereira



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

SHEILA BORGES GONÇALVES

RODRIGO DIAS PEREIRA

MARCIA REGINA SANTANA PEREIRA

UEPS PARA A CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS FÍSICOS
RELACIONADOS À HIDROSTÁTICA NO ENSINO MÉDIO

VITÓRIA - ES
2022

SUMÁRIO

| | | |
|-------|--|----|
| 1. | APRESENTAÇÃO | 5 |
| 1.1 | Introdução | 6 |
| 1.2 | Objetivos da UEPS | 7 |
| 2. | CONCEITOS FÍSICOS NECESSÁRIOS À COMPREENSÃO DOS FENÔMENOS DA HIDROSTÁTICA | 8 |
| 2.1 | Pressão | 8 |
| 2.2 | Densidade e massa específica | 9 |
| 2.3 | Teorema de Stevin | 10 |
| 2.4 | Princípio de Pascal | 12 |
| 2.5 | Princípio de Arquimedes | 13 |
| 3. | PLANEJAMENTO E SEQUÊNCIA DAS AULAS | 15 |
| 3.1 | Atividades propostas para aula diagnóstica: Pré-aula | 15 |
| 3.2 | Atividades propostas para 1ª aula | 20 |
| 3.3 | Atividades propostas para 2ª aula | 25 |
| 3.3.1 | Atividades experimentais: “Água subindo” e “Refrescando a mente” | 25 |
| 3.3.2 | Atividade: “Quem pesa mais?” | 27 |
| 3.3.3 | Atividade experimental: “Flutua ou afunda” | 30 |
| 3.4 | Atividade proposta para 3ª aula | 33 |
| 3.5 | Atividade proposta para 4ª aula | 36 |
| 3.5.1 | Atividade de simulação computacional | 38 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.6 | Atividade proposta para 5ª aula | 42 |
| 3.6.1 | Situação-problema: Mangueira de nível | 43 |
| 3.6.2 | Atividade demonstrativa: Vasos Comunicantes | 43 |
| 3.7 | Atividade proposta para 6ª aula | 45 |
| 3.7.1 | Atividade lúdica: Jogo da bolinha no labirinto hidráulico | 47 |
| 3.8 | Atividade proposta para 7ª aula | 51 |
| 3.8.1 | Laboratório de investigação: Empuxo | 51 |
| 3.9 | Atividade proposta para 8ª aula | 60 |
| 3.10 | Atividade proposta para aula diagnóstica: Pós-teste | 63 |
| 4. | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 67 |

1. APRESENTAÇÃO

Prezados(as) colegas de docência,

Este Produto Educacional é um dos resultados da pesquisa realizada no curso de Mestrado Nacional em Ensino de Física (PPGEnFis) ofertado pela Sociedade Brasileira de Física (SBF) em parceria com a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

Este trabalho embasou-se nos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (2003) sobre a perspectiva de Marco Antonio Moreira (2011) e suas contribuições na construção e elaboração de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS).

Ausubel propõe que aprender significativamente é enriquecer e reorganizar os conhecimentos especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva dos estudantes permitindo dar significado a um novo conhecimento.

Segue-se com esta sequência de ensino os procedimentos da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa proposta por Moreira, sendo assim, fundamentava-se na Aprendizagem Significativa, fornecendo passos para a construção de um material instrucional potencialmente significativo que possui como características a valorização dos conhecimentos prévios dos estudantes e a aplicação de situações-problema com nível crescente de complexidade dos conceitos ensinados, objetivando facilitar a aprendizagem significativa.

Este material instrucional consiste em uma UEPS que aborda o estudo dos conceitos que envolvem os fenômenos da Hidrostática em uma perspectiva predominante conceitual culminando na construção das equações que norteiam este conhecimento.

A UEPS desenvolveu-se considerando três etapas: o pré-teste, a aplicação da sequência de ensino utilizando os materiais instrucionais e o pós-teste.

O pré-teste, primeira etapa, teve como objetivo analisar e observar os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao conceito de pressão e os fenômenos relacionados à Hidrostática. Na segunda etapa realizou-se a aplicação da sequência de ensino utilizando os materiais instrucionais. O objetivo foi verificar se a relação entre os

alunos e o material produzido, diante da mediação da professora, promoveu contribuições no compartilhamento e na compreensão dos conceitos estudados, fornecendo significados aos conhecimentos prévios dos estudantes, enriquecendo-os e modificando-os, para obter conhecimentos mais elaborados. Na terceira etapa aplicou-se o pós-teste, uma avaliação individual, com o objetivo de verificar a aprendizagem.

O professor que optar pela utilização deste material, contará com uma organização sequencial de ensino que valoriza a aplicação de situações-problema para o desenvolvimento de aulas dialógicas que oportunizam os alunos a expressarem suas ideias para a participação na construção dos conceitos a serem aprendidos.

Que este produto educacional possa ter a competência de favorecer um ensino interessante e agradável que resulte em uma aprendizagem significativa e prazerosa para todos os envolvidos nesse processo.

1.1 INTRODUÇÃO

Uma das maiores reclamações dos alunos é que os conteúdos da disciplina de Física são difíceis e aprendê-los está fora do seu alcance. Esta situação está muito relacionada com a forma que os conteúdos são ministrados, parecendo que o professor é o único detentor do conhecimento, e que o aluno está na sala de aula somente para absorver de maneira passiva, memorizando as informações, sem contribuir com suas ideias para a construção do conhecimento. Isso leva o aluno a pensar que não possui conhecimento suficiente para acompanhar e contribuir com o desenvolvimento da aula lecionada pelo professor, assim, os estudantes acabam ficando desmotivados para expor suas ideias.

Este Material Instrucional (MI) aborda o tema Hidrostática que descreve fenômenos relacionados a situações do dia a dia como, utilizar uma seringa de injeção para tomar vacina e beber refrigerante utilizando canudo ou situações extremas de alta pressão, no fundo dos oceanos, e de baixa pressão na alta altitude, podendo despertar grande interesse nos alunos.

Assim, elaborou-se esse MI com estratégias diversificadas para o ensino deste tema utilizando várias situações-problema que possam ajudar a despertar nos alunos a predisposição para aprender, fazendo os mesmos exporem suas ideias para relacioná-las aos novos conhecimentos a serem aprendidos. Deste modo, o objetivo

do MI é ser utilizado como apoio para facilitar a aprendizagem do tema Hidrostática, para isso o papel do professor é de organizar o ensino de modo a ser mediador da predisposição do aluno para querer relacionar de maneira interativa o novo conhecimento a ser incorporado à sua estrutura cognitiva a fim de atingir, segundo Ausubel, os processos de Diferenciação Progressiva e a Reconciliação Integradora, modificando, enriquecendo e elaborando para dar significado a esse conhecimento, assim consolidando-o.

1.2 Objetivos da UEPS

Este material pretende fornecer uma organização sequencial de ensino embasada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel que envolva os alunos participantes na construção dos conceitos físicos relacionados à Hidrostática a partir das ideias existentes na sua própria estrutura cognitiva.

Espera-se que o(a) professor(a) que optar pela utilização dessa UEPS possa:

- Utilizar as várias situações-problema sobre Hidrostática que compõem esse material instrucional para despertar ideias já existentes na estrutura de conhecimento do aluno para o mesmo querer relacioná-las com o novo conhecimento a ser aprendido.
- Estimular o aluno a buscar respostas diante das situações-problema expostas com o intuito de fazê-los participar da construção dos conceitos físicos da Hidrostática culminando na modelagem das equações que regem esse contexto na intencionalidade de alcançar uma aprendizagem significativa.

2. PRINCIPAIS CONCEITOS FÍSICOS NECESSÁRIOS À COMPREENSÃO DOS FENÔMENOS DA HIDROSTÁTICA

O termo Hidrostática com base na etimologia da palavra refere-se a *hidro* = água + *estática* = estado de repouso. Desta maneira, o estudo da Hidrostática está associado a um fluido em repouso.

Halliday, Resnick e Walker (2020, p. 60) afirmam que “Um **fluido**, ao contrário de um sólido, é uma substância que pode escoar. Os fluidos assumem a forma do recipiente em que são colocados; eles se comportam dessa forma porque não resistem a forças paralelas à superfície”.

Para desenvolver o estudo dos fluidos (líquidos e gases) é necessário o conhecimento de duas grandezas: a pressão e a densidade (massa específica).

2.1 Pressão

Define-se a pressão de uma força \vec{F} perpendicular a uma superfície, e distribuída sobre uma área A, da seguinte maneira:

Pressão p , da força F , sobre a área A, é a relação entre o módulo de F e o valor da área A, isto é: $p = \frac{F}{A}$. (MÁXIMO; ALVARENGA; GUIMARÃES, 2016, p. 235)

A Figura 1 mostra bombons que foram perfurados por objetos de diâmetros diferentes. O bombom perfurado com o objeto pontiagudo não ficou danificado com a perfuração, pois a pressão que ele exerceu sobre o bombom, em comparação com os outros objetos, foi maior devido à sua menor área de atuação.

Figura 1 – Bombons perfurados por objetos de diâmetros diferentes.



Fonte: Própria autora.

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de pressão será N/m^2 , denominada **pascal** e abreviada como **Pa**.

2.2 Densidade e massa específica

Os materiais, algodão e areia, sobre as balanças da Figura 2, possuem a mesma massa, mas volumes diferentes. A grandeza física que relaciona a massa m de um corpo e seu volume V é a densidade.

Figura 2 – Os volumes ocupados por 94 g de areia e 94 g de algodão.



Fonte: Própria autora.

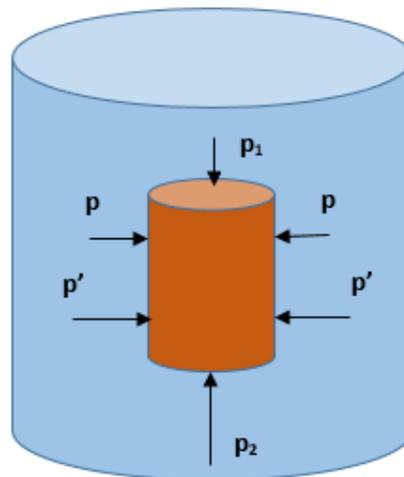
Barreto, Xavier (2016, p. 259) afirmam que “A **densidade absoluta** ou **massa específica** de uma substância homogênea é determinada pela relação entre a massa **m** de uma amostra dessa substância e o seu respectivo volume **V**, a uma temperatura fixa: μ

No SI a unidade de medida de **massa específica** é o quilograma por metro cúbico (kg/m^3).

2.3 Teorema de Stevin

Os corpos imersos em um líquido ficam sujeitos à pressão exercida por esse líquido em todas as direções (Figura 3).

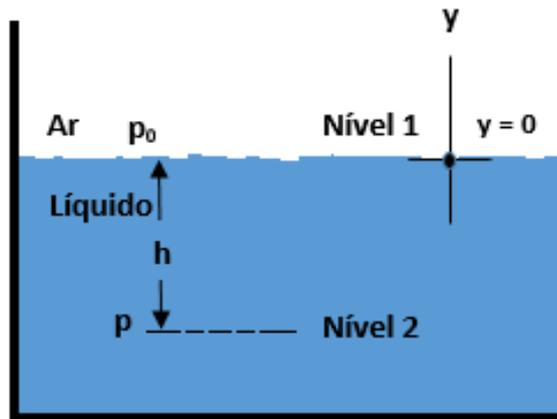
Figura 3 – Corpo imerso em um líquido homogêneo de densidade μ e em equilíbrio estático.



Fonte: Própria autora.

Se desejarmos conhecer a pressão **p** a uma profundidade **h** abaixo da superfície de um líquido homogêneo, em equilíbrio e de densidade μ . Escolhe-se o nível 1 como a superfície, o nível 2 como uma distância **h** abaixo do nível 1 e p_0 como a pressão atmosférica na superfície (Figura 4).

Figura 4 – A pressão p aumenta com a profundidade h abaixo da superfície do líquido.



Fonte: Própria autora.

De acordo com a lei de Stevin tem-se que a variação da pressão com a profundidade é:

$$p - p_0 = \mu gh \quad (1)$$

Pela “lei de Stevin: a pressão no interior do fluido aumenta linearmente com a profundidade”. (NUSSENZVEIG, 2014, p. 18).

Obtém-se assim a pressão na profundidade h com:

$$p = p_0 + \mu gh \quad (2)$$

Observando-se a Eq. (2) e segundo Halliday, Resnick e Walker (2020, v. 2, p. 64) “A pressão em um ponto de um fluido em equilíbrio estático depende da profundidade do ponto, mas não da dimensão horizontal do fluido ou do recipiente”.

2.4 Princípio de Pascal

O princípio de Pascal foi enunciado em 1652 por Blaise Pascal e afirma que:

“Uma variação de pressão aplicada a uma fluido incompressível contido em um recipiente é transmitida integralmente a todas as partes do fluido e às paredes do recipiente”. (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2020, p. 67).

Assim, quando se aperta a base do êmbolo de uma seringa de injeção para injetar o medicamento no paciente, está sendo colocado em prática o princípio de Pascal (Figura 5).

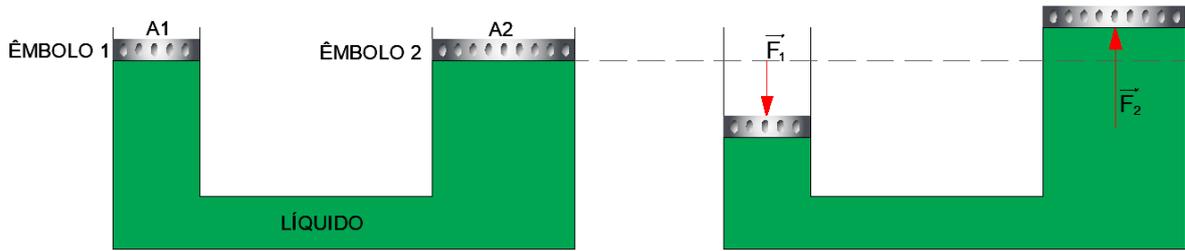
Figura 5 – Uma das aplicabilidades do princípio de Pascal: seringa de injeção.



Ilustração: Mackson Ferreira Alves.

E uma das aplicabilidades mais importantes desse princípio é a encontrada em máquinas hidráulicas. Essas máquinas podem funcionar como um dispositivo multiplicar de forças, como as prensas hidráulicas (Figura 6).

Figura 6 – Representação simplificada de uma prensa hidráulica.



Fonte: Própria autora.

Com os acréscimos de pressão sob os êmbolos sendo iguais tem-se que $\Delta p_1 = \Delta p_2$, então $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$, assim segue-se que

$$F_2 = F_1 \cdot \frac{A_2}{A_1} \quad (3)$$

A Eq. (3) mostra que o módulo da força F_2 é maior que o módulo da força F_1 se $A_2 > A_1$, como na Figura 6. Assim sendo, a prensa hidráulica funciona como um dispositivo multiplicador de forças.

2.5 Princípio de Arquimedes

Sempre se acha mais fácil segurar alguém no colo dentro de uma piscina do que fora dela, pois a pessoa aparenta ficar mais “leve”. Verifica-se atuando na pessoa uma força de sustentação. Essa força exercida pelo líquido sobre a pessoa é chamada de empuxo, possui direção vertical e sentido para cima.

No século III a.C., o filósofo, matemático e físico Arquimedes enunciou o seguinte princípio:

“Quando um corpo está total ou parcialmente submerso em um fluido, uma força de empuxo exercida pelo fluido age sobre o corpo. A força é dirigida para cima e tem um módulo igual ao peso $m_f g$ do fluido deslocado pelo corpo”. (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2020, p. 70).

De acordo com o princípio de Arquimedes, o módulo da força de empuxo é dado por

$F_E = P_{\text{fluido deslocado pelo corpo}}$, então

$$F_E = m_{\text{fluido deslocado pelo corpo}} \cdot g \quad (\text{força de empuxo}) \quad (4)$$

Pela definição de densidade tem-se que $m = \mu \cdot V$, assim segue-se que

$$F_E = \mu \cdot V_{\text{fluido deslocado pelo corpo}} \cdot g \quad (5)$$

A Eq. (4) da força de empuxo se aplica a qualquer fluido e não depende da forma do corpo imerso no fluido.

3. PLANEJAMENTO E SEQUÊNCIA DAS AULAS

3.1 Atividades propostas para aula diagnóstico: Pré-aula

Objetivo: Identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conceito de pressão e os conceitos de Hidrostática para a abordagem adequada da UEPS.

Nesta etapa preparatória, sugerimos ao professor iniciar exibindo para os alunos um vídeo (6 minutos) de uma matéria jornalística sobre cadeiras de roda anfíbias que ajudam pessoas com dificuldade de mobilidade, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=4HtANun5ZoY>, no qual é mostrado para os alunos a principal diferença da cadeira de rodas normal para a anfíbia. Em seguida o professor fará a seguinte pergunta: “Por que a cadeira anfíbia precisa ter rodas largas? Qual grandeza física está associada a essa situação?”

Ainda nesta etapa, o professor escreve a palavra “Pressão” no quadro e pergunta para a turma, a) o que é pressão? b) o que vocês pensam sobre pressão? Cada aluno irá escrever algo livremente, em poucas palavras, sem se preocupar se está ou não escrevendo conceitualmente correto, o mais importante é estimular a participação dos estudantes na atividade. Nessa proposta utilizamos o gerador de nuvem de palavras online *WordArt.com* para anotar o que foi escrito por cada aluno (Atividade 1), criando uma nuvem de palavras que evidencia as mais mencionadas, que iremos expor no quadro através do projetor multimídia, mas o professor pode utilizar outro recurso digital que faça a mesma função.

Atividade 1

Pré-aula: Nuvem de Palavras

Pressão**O que é pressão? O que você pensa sobre pressão?**

(Escreva uma ou duas palavras sem se preocupar se está ou não escrevendo algo conceitualmente correto, o mais importante é a sua participação!!!)

Nesta mesma aula, sugerimos a aplicação de um pré-teste individual com 6 questões objetivas (Atividade 2) retiradas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), do processo seletivo do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) e de outros exames vestibulares.

MATERIAL DO ALUNO

Atividade 2

Pré-aula: Pré-teste – Hidrostática

Nome: _____ Turma: _____ Data: ____/____/____.

Leia com atenção as questões e marque somente uma alternativa para cada questão!

1ª Questão

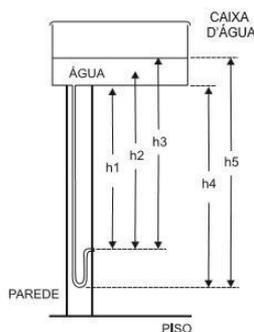
(ENEM 2012) Um dos problemas ambientais vivenciados pela agricultura hoje em dia é a compactação do solo, devida ao intenso tráfego de máquinas cada vez mais pesadas, reduzindo a produtividade das culturas.

Uma das formas de prevenir o problema de compactação do solo é substituir os pneus dos tratores por pneus mais

- largos, reduzindo a pressão sobre o solo.
- estretos, reduzindo a pressão sobre o solo.
- largos, aumentando a pressão sobre o solo.
- estretos, aumentando a pressão sobre o solo.
- altos, reduzindo a pressão sobre o solo.

2ª Questão

(ENEM 2012) O manual que acompanha uma ducha higiênica informa que a pressão mínima da água para o seu funcionamento apropriado é de 20 kPa. A figura mostra a instalação hidráulica com a caixa d'água e o cano ao qual deve ser conectada a ducha.



Representação esquemática da instalação hidráulica de uma caixa d'água

O valor da pressão da água na ducha está associado à altura

- a) h1.
- b) h2.
- c) h3.
- d) h4.
- e) h5.

3ª Questão

(IFES 2015) Abaixo apresentamos uma tabela da densidade de diversas substâncias.

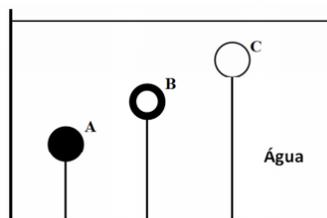
| Substância | Densidade (g/cm ³) |
|------------|--------------------------------|
| Gelo | 0,9 |
| Água | 1,0 |
| Óleo | 0,9 |
| Álcool | 0,8 |
| Querosene | 0,8 |
| Glicerina | 1,2 |

Com base nas informações contidas na tabela assinale a alternativa CORRETA:

- a) O gelo flutuará quando colocado no álcool.
- b) O gelo flutuará quando colocado no querosene.
- c) O gelo flutuará quando colocado na glicerina.
- d) O gelo flutuará quando colocado em uma mistura de óleo e querosene.
- e) O gelo flutuará quando colocado em uma mistura de água e álcool.

4ª Questão

(IFES 2014) Três esferas de madeira de mesmo raio são presas por fios ao fundo de um recipiente contendo água. As esferas estão completamente submersas, os fios são ideais e possuem tamanhos diferentes. A esfera A é completamente maciça e as esferas B e C são ocas. Porém, a esfera C possui uma casca de madeira mais fina que a esfera B.

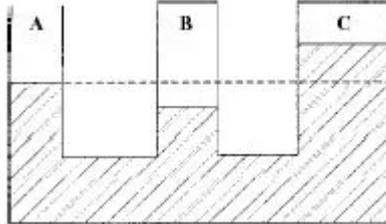


Sobre essa situação podemos afirmar que:

- a) O empuxo da esfera A é maior que o empuxo da esfera C
- b) O empuxo é igual para todas as esferas
- c) As tensões sobre os fios são iguais para todas as esferas
- d) A tensão no fio da esfera A é maior que a tensão no fio da esfera C
- e) O empuxo depende da massa de cada esfera

5ª Questão

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



Se p_A a pressão atmosférica ambiente, p_B e p_C as pressões do ar confinado nos ambientes B e C, pode-se afirmar que é válida a relação:

- a) $p_A = p_B > p_C$.
- b) $p_A > p_B = p_C$.
- c) $p_A > p_B > p_C$.
- d) $p_B > p_A > p_C$.
- e) $p_B > p_C > p_A$.

6ª Questão

(CPS-SP) No início do século XX, a indústria e o comércio da cidade de São Paulo possibilitaram uma qualidade de vida melhor para seus habitantes. Um dos hábitos saudáveis, ligados à higienização bucal, foi a utilização de tubos de pasta dental e as respectivas escovas de dente.



Considerando um tubo contendo pasta dental de densidade homogênea, uma pessoa resolve apertá-lo. A pressão exercida sobre a pasta, dentro do tubo, será:

- a) maior no fundo do tubo, se apertar no fundo.
- b) menor no fundo do tubo, se apertar perto do bico de saída.
- c) maior no meio do tubo, se apertar no meio.
- d) menor no fundo do tubo, se apertar no meio.
- e) igual em todos os pontos, qualquer que seja o local apertado.

3.2 Atividades propostas para 1ª aula

Objetivo: *Apresentar o conceito de pressão com a aplicação das primeiras situações-problema.*

Nesta aula o professor deve começar “lançando” o seguinte desafio para a turma: Quem é capaz de perfurar um bombom sem danificá-lo. Na primeira tentativa o aluno receberá uma rolha de cortiça (ou outro material) de 18 mm de diâmetro. Enquanto o aluno realiza a tentativa, o professor deve lançar algumas perguntas, tais como: O que você está precisando fazer para conseguir perfurar o bombom? Por que o bombom foi amassado e não perfurado? Do que você precisa para conseguir perfurá-lo sem danificar?

Após esta primeira tentativa, o professor deve pedir ao aluno para tentar novamente, porém com uma pequena haste de madeira de 10 mm de diâmetro. Novamente, sugerimos algumas perguntas, tais como: E agora o que ocorreu? O bombom ficou amassado como o anterior? Por quê?

Na última tentativa o professor deve entregar ao aluno um palito de madeira pontiagudo e perguntar: E agora, você vai conseguir? Por quê? (Figura 7).

Figura 7- Perfurando um bombom sem danificá-lo.



Fonte: Própria autora.

MATERIAL DO ALUNO**Atividade 3**

Aula 1 – Desafio: Perfurando um bombom sem danificá-lo

Nome: _____ Data: ____/____/____

(Escreva suas observações em cada situação)

▪ 1ª Tentativa:

- O que o aluno está precisando fazer para conseguir perfurar o bombom?

- Qual grandeza física está relacionada com essa situação?

- Ele está precisando aumentar ou diminuir essa grandeza?

▪ 2ª Tentativa.

- Qual a diferença entre o 1º e o 2º objeto perfurante?

- Qual grandeza física está relacionada com essa situação?

- Para conseguir um bom êxito nesse desafio essa grandeza precisa aumentar ou diminuir?

▪ 3ª Tentativa.

- O aluno conseguiu cumprir o desafio?

- Descreva o que o aluno precisou fazer e qual a característica do objeto que o levou ao sucesso no desafio:

De acordo com a Figura 8, após o desafio dos bombons sugerimos ao professor lançar a seguinte situação-problema (Atividade 4):

MATERIAL DO ALUNO

Atividade 4

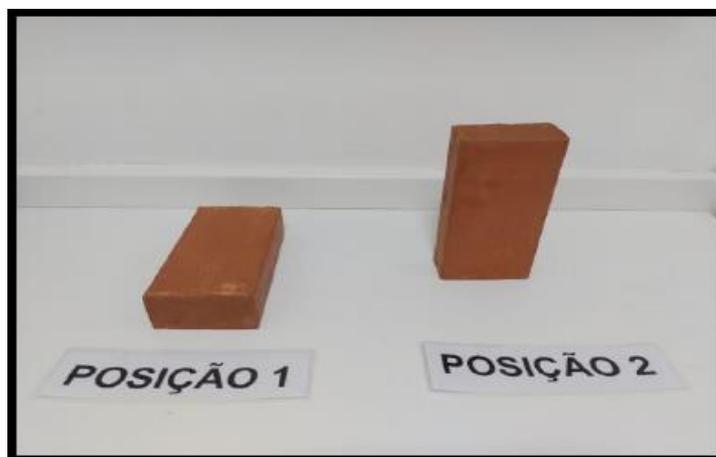
Aula 1 – Pressão de dois tijolos sobre uma mesa

Nome: _____ Data: ___/___/___

Situação-problema

Dois tijolos iguais, colocados em posições diferentes, exercem sobre a superfície horizontal da mesa uma força de mesma intensidade. Em relação à pressão exercida pelo tijolo sobre a mesa, ela se mantém igual nas duas posições? Por quê?

Figura 8 – Pressão de dois tijolos sobre uma mesa.



Fonte: Própria autora.

Em seguida, o professor deverá iniciar a segunda parte da situação-problema. Nesta situação o professor irá colocar os tijolos sobre uma superfície maleável por 30 segundos (Figura 9). Ao final deste tempo os alunos devem ser divididos em grupos de 3 componentes (sugestão) onde debaterão e responderão por escrito suas observações das situações expostas (Atividade 5).

Figura 9 – Pressão dos blocos numa superfície maleável.



Fonte: Própria autora.

MATERIAL DO ALUNO**Atividade 5**

Aula 1 – Atividade colaborativa sobre as situações expostas

Nomes: _____

Escreva o pensamento comum do grupo, em atividade colaborativa, sobre as questões das situações expostas.

Desafio

Situação-problema

Após observarem a pressão exercida por cada tijolo sobre a superfície maleável.

Quais palavras escritas na nuvem sobre pressão se relacionam com o desafio e a situação-problema?

A pressão sobre uma superfície depende do valor de quais grandezas físicas? E como elas se relacionam com a pressão?

3.3 Atividades propostas para 2ª aula

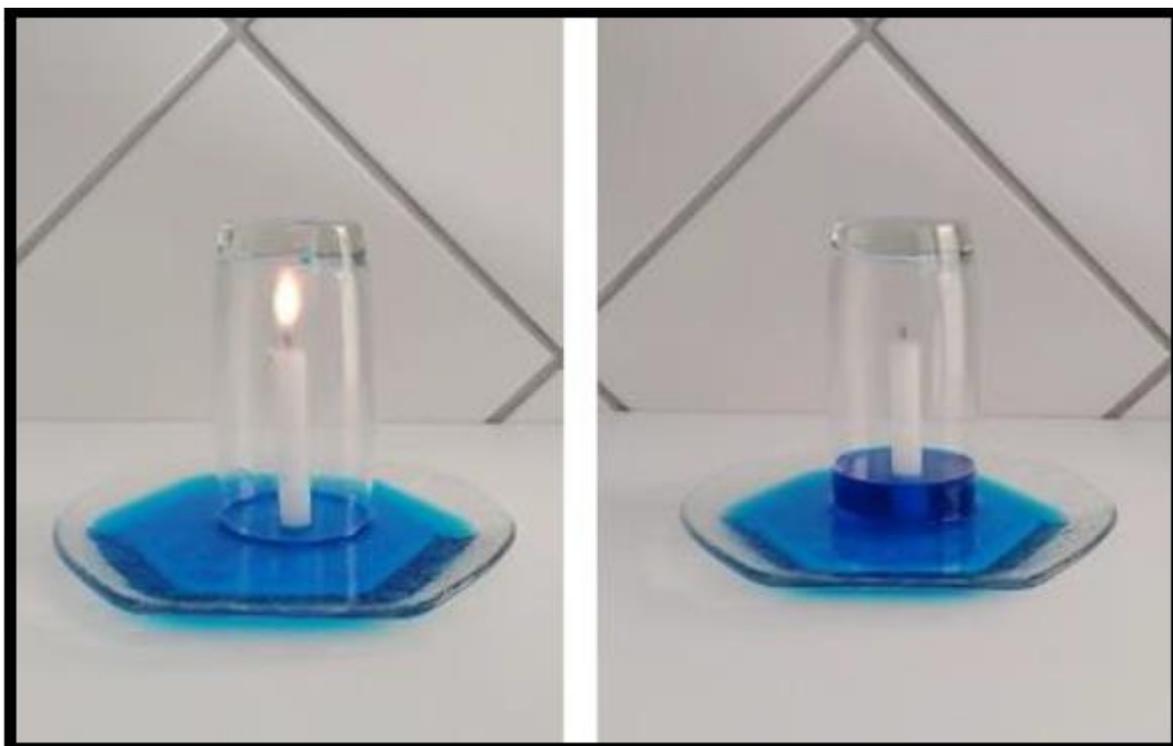
Objetivo: Realizar atividades experimentais para apresentar o conceito de pressão atmosférica e densidade, levantando as primeiras questões sobre o conteúdo. Apresentar situações-problema que fazem uma alusão ao conceito de empuxo.

3.3.1 Atividades experimentais: “Água subindo” e “Refrescando a mente”

Nesta aula, indicamos a realização de práticas experimentais de baixo custo. O experimento sugerido, chamamos de “Água subindo” (Figura 10). Para realizar o experimento o professor deve fazer (ou pedir para um aluno) os seguintes procedimentos:

- Colar uma vela no centro do prato e depositar água com corante no fundo do prato.
- Acender a vela e colocar o copo de vidro com a boca para baixo, deixando a vela dentro do recipiente.

Figura 10 – O efeito da atmosfera. Diferença da pressão interna e externa ao copo.



Fonte: Própria autora.

No primeiro momento, o professor pode deixar a turma levantar suas hipóteses sobre o fenômeno ocorrido, para em seguida explicar o experimento, mostrando para os alunos o efeito da pressão atmosférica.

Na sequência sugerimos um experimento colaborativo, que intitulamos “Refrescando a mente”, onde um aluno, inicialmente, irá beber um suco utilizando um canudinho (Figura 11) e a turma deverá responder as seguintes perguntas: - Como se explica a subida do suco no interior do canudo? Existe uma relação entre o experimento e a situação anterior exposta? O que aconteceu em comum?

Figura 11 – Beber o suco com um canudo.



Fonte: Própria autora.

No momento posterior o mesmo aluno receberá um segundo canudo e irá tentar beber o suco com os dois canudos, um dentro do copo de suco e outro do lado de fora (Figura 12). Antes do aluno começar a tentativa, a turma deverá opinar se ele irá ou não conseguir beber o suco e depois da tentativa deverão justificar o porquê da opinião estar certa ou errada.

Figura 12 – Tentar beber o suco com dois canudos.



Fonte: própria autora.

Dialogando com os alunos sobre o experimento e a situação exposta ao professor deve introduzir o conceito de pressão atmosférica, indagando-os sobre qual grandeza física está atuando nas duas situações para a ocorrência do fenômeno e quem está exercendo essa grandeza?

3.3.2 Atividade: “Quem pesa mais?”

Sequencialmente, peça aos alunos para pensarem na seguinte situação, e todos irão expor o pensamento em forma de desenho (Atividade 6):

- Imagine uma bola feita de areia que tenha 1 kg de massa. Pensou? Desenhe essa bola no seu roteiro da atividade.
- Agora, imagine uma bola feita de algodão que também tenha 1 kg de massa... pense... e desenhe essa bola no seu roteiro.

Após a etapa de desenho, o professor colocará em uma balança 55 g de algodão e depois, em outro recipiente, 55 g de areia (Figura 13). Após estas duas medidas,

colocar os dois recipientes um ao lado do outro e fazer as seguintes perguntas: Essa situação está coerente com o desenho que vocês fizeram? Qual a diferença entre a areia e o algodão? Por que existe essa diferença? Qual a diferença entre as moléculas da massa de areia e da massa de algodão?

Figura 13 – Medindo a massa do algodão e da areia.



Fonte: Própria autora.

MATERIAL DO ALUNO**Atividade 6****Aula 2: Quem pesa mais?**

Nome: _____ Data: ___/___/___

- Desenhe uma bola feita de areia com 1 kg de massa.

- Desenhe uma bola feita de algodão que também tenha 1 kg de massa.

- Os seus desenhos estão coerentes com as porções das massas de algodão e areia medidas pela professora?

- Qual a diferença entre os 55 g de areia e os 55g de algodão?

- Por que existe essa diferença? Qual a diferença entre as moléculas da massa de areia e da massa de algodão?

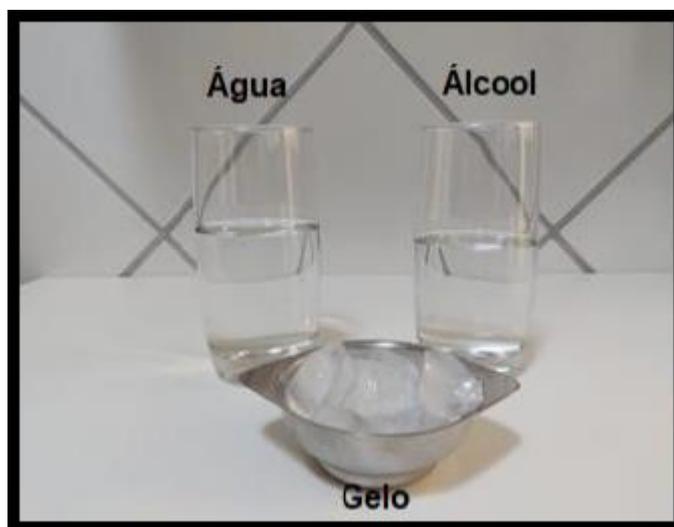
3.3.3 Atividade experimental: “Flutua ou afunda”

Na continuação desta aula, o professor fará outra atividade experimental intitulada: “Flutua ou afunda?” (Figura 14)

Situação-problema (Parte 1):

Escreva no quadro seguintes valores: a densidade da água é 1 g/cm^3 , do gelo é $0,9 \text{ g/cm}^3$ e do álcool é $0,8 \text{ g/cm}^3$ e questione: O que acontecerá se for colocado gelo em um copo com água? E gelo em um copo com álcool?

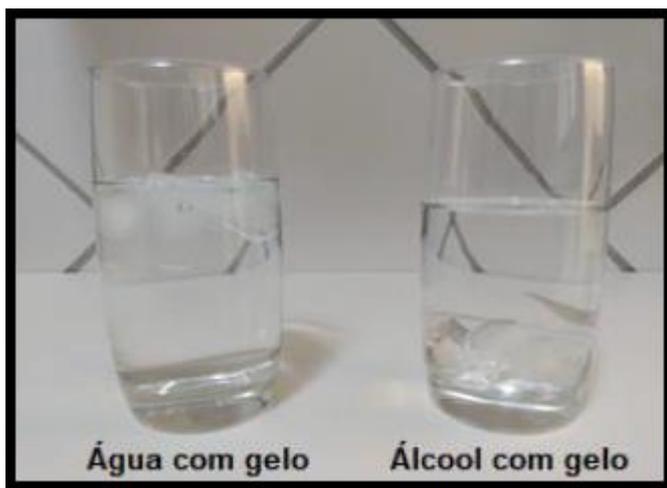
Figura 14 – Um copo com água e outro com álcool.



Fonte: Própria autora.

Na sequência, coloque uns cubos de gelo em cada copo e os alunos deverão responder as seguintes perguntas: O que aconteceu com o gelo em cada uma das situações? Como vocês explicam o ocorrido com o gelo nas duas situações? Que conclusão podemos tirar dessas situações? (Figura 15).

Figura 15 – Cubos de gelo na água e no álcool.

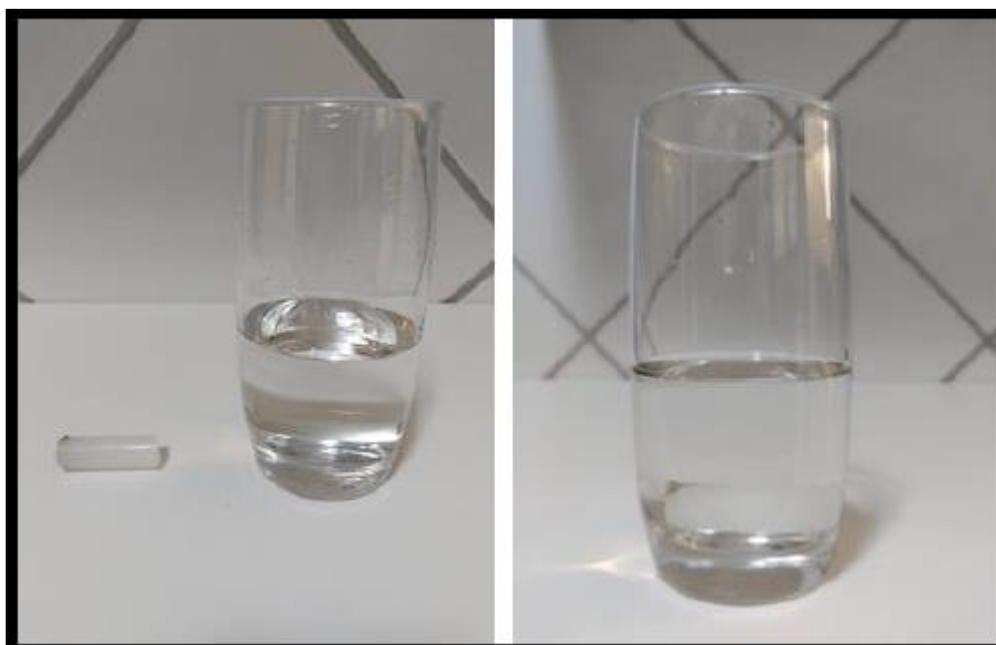


Fonte: Própria autora.

Situação-problema (Parte 2):

Escreva no quadro a seguinte sentença: Considere a densidade da água igual a 1 g/cm^3 , a da parafina $0,9 \text{ g/cm}^3$ e do álcool $0,8 \text{ g/cm}^3$. Pergunte para a turma: O que acontecerá se colocarmos parafina em um copo com álcool? (Figura 16). O que acontece quando adicionamos água no copo? (Figura 17).

Figura 16 – Parafina em um copo com álcool.



Fonte: Própria autora.

Figura 17 – Adicionando água em um copo com álcool e parafina.



Fonte: Própria autora.

Na sequência despeje a água no copo e após observarem o que irá acontecer os alunos deverão responder: Por que agora a parafina flutua? O que aconteceu com o valor da densidade da mistura álcool e água? O que podemos concluir com essa observação? Qual a relação entre a densidade de um líquido e um objeto flutuar nele?

As situações-problema 1 e 2 desta aula serão discutidas com toda a turma em forma de grande grupo com o objetivo de fazer uma alusão ao conceito de empuxo.

3.4 Atividade proposta para 3ª aula

Objetivo: *Sistematizar os conceitos apresentados; consolidar e aprofundar conhecimentos.*

Nesta aula propomos ao professor valorizar o material didático adotado pela escola e utilizá-lo para resolução de exercícios de forma dialogada. Dependendo da necessidade do professor esta aula pode ser substituída por atividades de casa, pois não irá descaracterizar esta proposta.

Os exercícios desta atividade (Atividade 7) são do livro dos autores Benigno Barreto e Claudio Xavier. ***Física Aula por Aula - Mecânica***. Volume 1. Editora FTD. 3ª Edição. São Paulo. 2016. Os exercícios abordam os conceitos de pressão sobre uma superfície, pressão atmosférica e densidade.

Dê um tempo de 25 minutos para os alunos realizarem de maneira individual os exercícios. Em seguida organize as carteiras dos alunos em formato circular na sala de aula para a correção dos exercícios de maneira dialogada com toda a turma, e utilize o quadro quando necessário.

Atividade 7**Aula 3: Exercícios propostos do livro-texto**

Livro-texto: Barreto, Benigno; Xavier, Claudio. *Física Aula por Aula - Mecânica*. Volume 1. Editora FTD. 3ª Edição. São Paulo. 2016. Capítulo 15.

Nome: _____ Turma: _____ Data: ____/____/____

Página: 255

3. Um pintor saiu de uma loja segurando dois galões de tinta idênticos, um em cada mão. Após ter caminhado alguns metros, percebeu que a alça dos galões era feita de arame muito fino e estava cortando sua mão. Pegou um pedaço de pano e enrolou várias vezes a alça de um dos galões. Continuou caminhando e percebeu que a mão direita, que sustentava o galão cuja alça estava envolvida pelo pano, sentia menos dor do que a mão esquerda, que sustentava a alça sem pano. Você atribui essa diferença ao fato de:
- f) o peso sustentado pela mão esquerda ser maior do que o da direita.
 - g) a alça enrolada no pano ter uma área de contato maior; logo a pressão exercida pelo galão sobre a mão direita é menor.
 - h) os pesos serem iguais; portanto as pressões sobre as duas mãos também são iguais.
 - i) a alça que não está enrolada no pano ter uma área de contato menor; logo a pressão exercida pelo galão sobre a mão esquerda é menor.
 - j) embora os pesos serem diferentes, as pressões sobre as duas mãos serem iguais.

Página: 256

4. Um carpinteiro, ao manusear um prego, coloca-o entre os dedos polegar e indicador, de tal forma que a “cabeça” do prego fica presa ao indicador e a ponta ao polegar. Responda às perguntas:
- c) A força que o polegar exerce sobre o prego é igual à força exercida pelo indicador?
- _____

- d) A pressão exercida nos dois dedos é igual? Em qual deles o carpinteiro sentirá mais dor?

Página: 258

9. Em um laboratório, um estudante observa que as bolhas de ar que se formam no fundo de um recipiente se deslocam para a superfície do líquido, que está em repouso e enche totalmente esse recipiente. Durante o deslocamento, o que se pode afirmar sobre o volume de umas das bolhas?
- f) Em todas as posições do deslocamento, o volume é constante porque a pressão também não varia.
- g) Próximo à superfície, o volume é menor porque a pressão também é menor.
- h) Próximo ao fundo do recipiente, o volume é menor porque a pressão também é menor.
- i) O menor volume apresentado por uma bolha ocorre na metade do deslocamento, pois a menor pressão ocorre nessa altura do recipiente.
- j) Próximo à superfície o volume é maior porque a pressão é menor.

11. Um astronauta necessita de uma roupa especial para fazer a manutenção de equipamentos fora da nave espacial. Explique o que poderia acontecer, caso ocorresse um pequeno furo na roupa, durante a manutenção, e ele conseguisse ficar um bom tempo sem precisar respirar.

Página: 260

12. Durante uma atividade experimental, três cubos de mesmo tamanho (volume), maciços e homogêneos, são colocados sobre uma bancada com a seguinte informação: “As massas dos cubos A, B e C são respectivamente 4 g, 3 g e 2 g”. Identifique qual dos cubos tem maior massa específica e qual deles tem a menor.

3.5 Atividade proposta para 4ª aula

Objetivo: Consolidar e aprofundar conhecimento, diferenciando progressivamente e reconciliando integrando para a aquisição de novos conhecimentos. Promover atividade colaborativa em um nível maior de complexidade com a mediação da professora.

Sugerimos iniciar esta aula com a apresentação do vídeo disponível no seguinte endereço: <https://www.youtube.com/watch?v=4UpJSrG3S1M>. Neste vídeo os alunos irão observar o perigo da profissão dos mergulhadores de saturação. Após a exibição do vídeo o professor poderá fazer a seguinte pergunta para toda turma: “Qual o grande perigo que está submetido um mergulhador de saturação?”. Na sequência, pedir aos alunos para se sentarem em dupla e entregar uma folha (Atividade 8) expondo a seguinte situação-problema:

- O que acontece com a pressão exercida sobre um mergulhador quando ele mergulha cada vez mais em águas profundas (aumentando a profundidade)? Quais outras grandezas físicas influenciam no valor dessa pressão?

Atividade 8**Aula 4: Vídeo “Mergulhadores de saturação”**

Nomes: _____

Após a exibição do vídeo “Mergulhadores de saturação: Uma profissão perigosa e incrível” responda a questão abaixo:

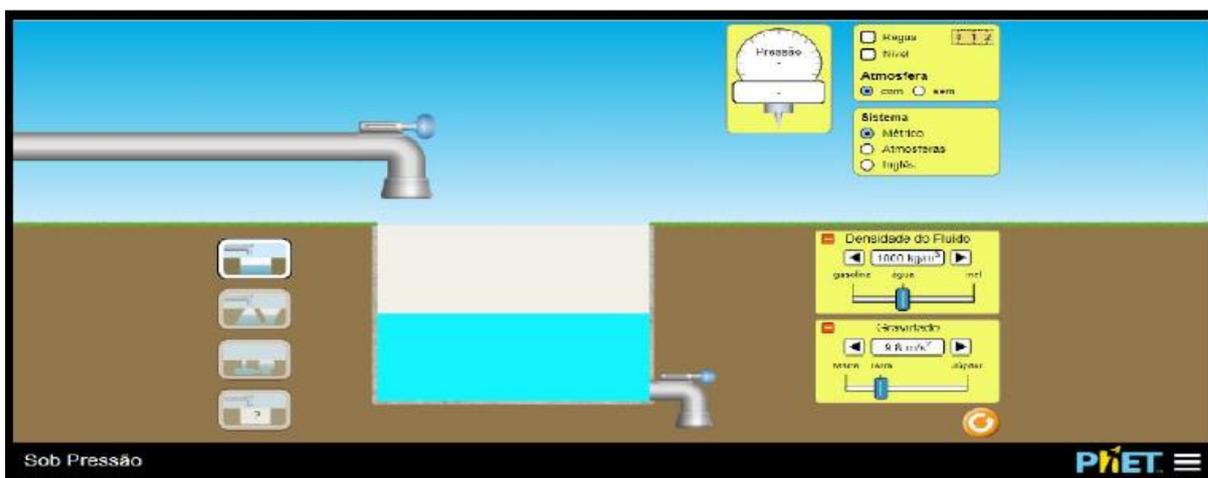
O que acontece com a pressão exercida sobre um mergulhador quando ele mergulha cada vez mais em águas profundas (aumentando a profundidade)? Quais outras grandezas físicas influenciam no valor dessa pressão?

3.5.1 Atividade de simulação computacional

A fim de proporcionar um aprofundamento no conceito de pressão, indicamos a utilização da simulação desenvolvida pelo projeto PhET da Universidade do Colorado (Figura 18). As duplas de alunos irão explorar inicialmente de maneira livre e depois orientados por um roteiro (Atividades 9 e 10). O experimento virtual está disponível em

https://phet.colorado.edu/sims/html/underpressure/latest/underpressure_pt_BR.html.

Figura 18 – Página inicial do Simulador Sob Pressão.



Fonte: PhET Interactive Simulations.

A atividade envolverá socialmente os alunos em trabalho colaborativo, com a mediação da professora, principalmente na aplicação do roteiro experimental. Explorando este simulador virtual os estudantes irão modelar a expressão matemática do Teorema de Stevin.

MATERIAL DO ALUNO

Atividade 9

Aula 4: Explorando o Simulador Sob Pressão livremente

(Nesse momento a dupla de alunos irão explorar o simulador UNDER PRESSURE disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/under-pressure/latest/under-pressure_pt_BR.html livremente)

Nomes: _____

Quais grandezas físicas que vocês perceberam, explorando o simulador, variam a pressão em um fluido?

Atividade 10

Aula 4: Roteiro do experimento virtual “Sob Pressão” *Simulador virtual PhET - UNDER PRESSURE*

Nome: _____

Objetivos:

- Descrever quais variáveis afetam a pressão no interior de um líquido;
- Descrever como a pressão varia na água de um tanque aberto em função da profundidade.

Procedimentos:

Coloque o medidor de pressão acima do tanque com água, e vai aumentando sua profundidade até chegar no fundo do tanque.

- 1) Quando variamos (aumentamos) a profundidade do medidor de pressão o que acontece com o valor da pressão?

- 2) Qual o valor da pressão na superfície do tanque com água? Que pressão é esta?
-

Coloque um medidor na superfície do tanque e outro medidor no fundo do tanque com água.

- 3) *Anote na tabela 1 os valores das pressões na superfície e no fundo do tanque.*

Retire a atmosfera.

- 4) O que acontece com a pressão no fundo do tanque com a água?
-

- 5) Qual o valor da pressão no fundo do tanque? Anote na tabela 1.

- 6) O que acontece com a pressão na superfície? Por que isso acontece? Anote o valor na tabela 1.
-

- 7) Então neste momento (sem atmosfera) a pressão no fundo do tanque está dependendo somente do quê?
-

- 8) De quanto é a diferença da pressão no fundo do tanque antes e depois de retirar a atmosfera? Anote na tabela 1. Que valor é esse?
-

Volte a inserir a atmosfera.

- 9) O que podemos concluir sobre o valor da pressão no fundo do tanque na presença de atmosfera?
-

Tabela 1

| | Com atmosfera | Sem atmosfera | Diferença |
|----------------------|---------------|---------------|-----------|
| | Pressão (atm) | Pressão (atm) | |
| Superfície do tanque | | | |
| Fundo do tanque | | | |

10) Varie a densidade do fluido. O que acontece com a pressão atmosférica e a pressão no fundo do tanque. Por quê?

11) Modifique o valor da gravidade local e descreva o que acontece com a pressão atmosférica e a pressão no fundo tanque.

12) Utilize a régua do simulador para colocar dois medidores de pressão a uma mesma altura, mas em pontos diferentes. O que acontece com o valor das pressões em cada medidor? O que podemos concluir dos valores da pressão em pontos diferentes, mas que estejam na mesma horizontal?

13) Através das análises feitas, quais as grandezas físicas que influenciam na pressão hidrostática (pressão no interior de um líquido em repouso)? Estas grandezas influenciam diretamente ou inversamente proporcional?

3.6 Atividade proposta para 5ª aula

Objetivo: Consolidar e aprofundar conhecimento. Apresentar uma situação-problema para ser resolvida de maneira colaborativa.

Nesta aula o professor irá utilizar um sistema de vasos comunicantes (Figura 19) com o objetivo de mostrar que de acordo com o teorema de Stevin, todos os pontos da superfície de um líquido homogêneo, em repouso, se mantêm, no mesmo plano horizontal.

Figura 19 – Sistema de vasos comunicantes.



Fonte: Própria autora.

Após este primeiro momento, o professor pode fazer a seguinte pergunta para toda a turma: “Por que todos os pontos da superfície do líquido se mantêm no mesmo plano horizontal?”. Os alunos ficarão livres para levantar suas hipóteses.

Em seguida o professor deve explicar o fenômeno e disser aos alunos que esse princípio é utilizado pelos pedreiros para nivelar estruturas sem o auxílio de equipamentos mais sofisticados para em seguida levantar a seguinte situação problema.

3.6.1 Situação-problema: Mangueira de nível

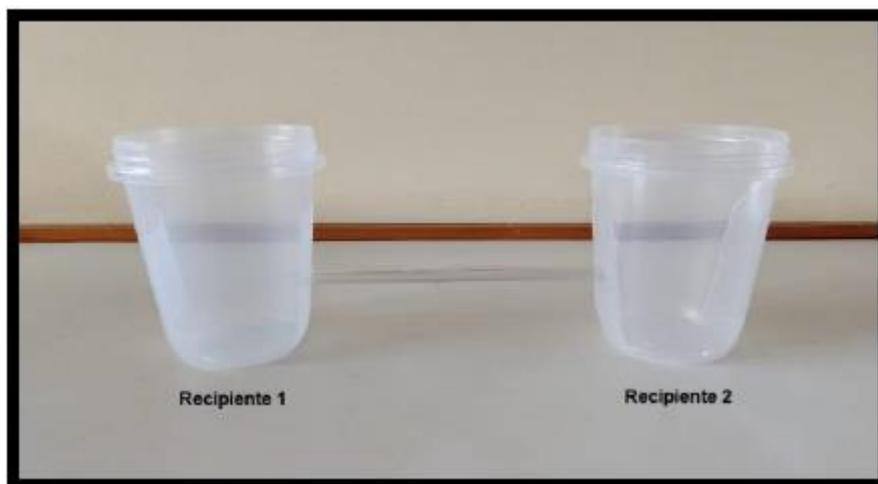
O professor pode convidar dois alunos para tirar o nível da parede da sala de aula para um suposto assentamento de azulejos em meia parede, e incentivar a turma para opinar na medição do nível realizando uma atividade colaborativa em grande grupo.

3.6.2 Atividade demonstrativa: Vasos comunicantes

Neste ponto da aula para a introdução do experimento seguinte o professor pode passar o vídeo (3 minutos) intitulado: “Como funcionam as eclusas. O que é eclusa?” Disponível no endereço (<https://www.youtube.com/watch?v=Em7urCedgso>).

Em seguida o professor fará um experimento com dois recipientes ligados por um tubo (Figura 20).

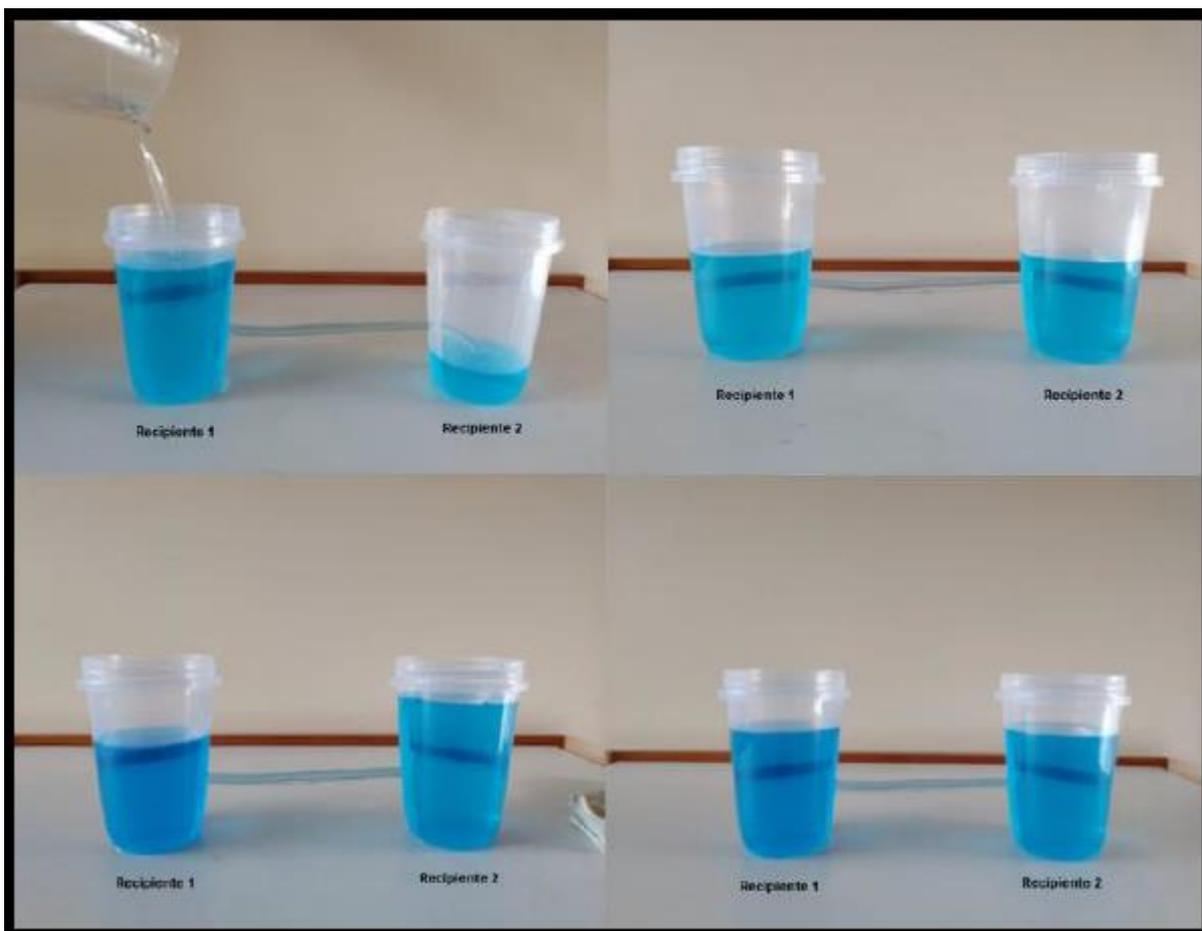
Figura 20 – Experimento Vasos comunicantes.



Fonte: Própria autora.

No primeiro momento o professor apresenta para os alunos os materiais necessários para realização do experimento e faz a seguinte pergunta: “O que vai acontecer se for colocado água no recipiente 1?”. Após a turma levantar suas hipóteses, ele inicia o experimento (Figura 21).

Figura 21 – Vasos comunicantes: a ligação de dois recipientes por duto.



Fonte: Própria autora.

Ao término do experimento, sugerimos ao professor realizar um momento dialógico, onde os alunos podem escrever o que eles observarão e quais são as suas conclusões com relação ao fenômeno. No final da aula pode ser exibido o vídeo (5 minutos) “Sistema de transposição de embarcações: As eclusas de Tucuruí” disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=LDSsZnHS-QU>, para os alunos conhecerem uma das eclusas que o nosso país possui.

3.7 Atividade proposta para a 6ª aula

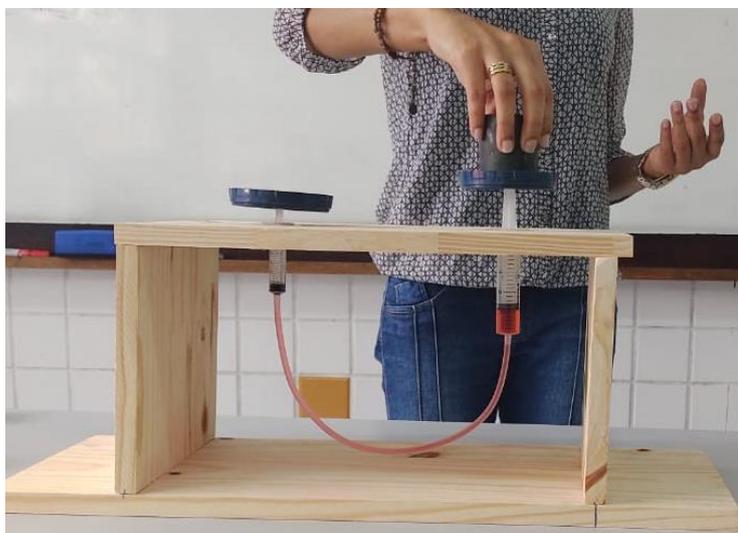
Objetivo: *Consolidar e aprofundar conhecimento. Realizar atividade colaborativa.*

Nesta aula o professor irá utilizar uma seringa de injeção e o experimento elevador hidráulico (Figura 22) para ajudar na compreensão do Princípio de Pascal que estabelece que se um ponto qualquer de um líquido homogêneo e incompressível, em equilíbrio, sofre uma variação de pressão, todos os pontos desse líquido serão submetidos a essa mesma variação.

Durante a execução do experimento demonstrativo, o professor pode fazer algumas perguntas, tais como:

- “Será que este objeto de massa 812 g consegue fazer o êmbolo da seringa maior descer?”
- “E se colocarmos este mesmo objeto na seringa menor, ele vai conseguir fazer o êmbolo descer?”
- “Levando em consideração todos os conceitos aprendidos até o momento sobre pressão, vocês conseguem levantar hipóteses sobre o ocorrido?”

Figura 22 – Elevador hidráulico feito com seringas.



Fonte: Própria autora.

Posteriormente, sugerimos ao professor realizar uma aula expositiva participativa, com um aluno manuseando o elevador hidráulico, para o conhecimento dos conceitos relacionados ao princípio de Pascal e suas aplicabilidades. Sempre que possível, o professor possa mostrar alguma aplicabilidade de conhecimento do aluno, como a seringa de injeção (Figura 23).

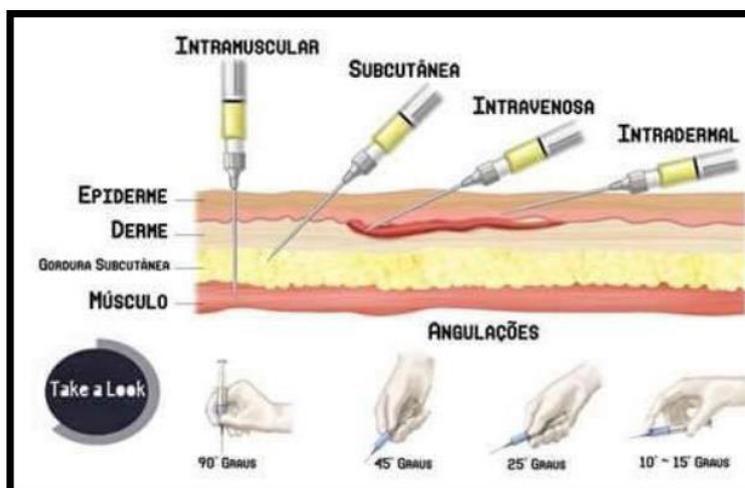
Figura 23 – Aplicabilidade do princípio de Pascal: seringa de injeção.



Fonte: Própria autora.

O professor pode trabalhar com os diferentes tipos de aplicações de injeção (Figura 24). No Quadro 1 apresentamos as principais formas de aplicar uma injeção e suas respectivas indicações.

Figura 24 – Tipos de aplicações de injeções.



Fonte: <https://farmaciaestetica.com.br/conheca-os-tipos-de-injecoes-e-suas-formas-de-aplicacao/#.YNiehOhKjIV>. Acesso em: 29 de jun. de 2021.

Quadro 1 – Injeções e suas aplicações.

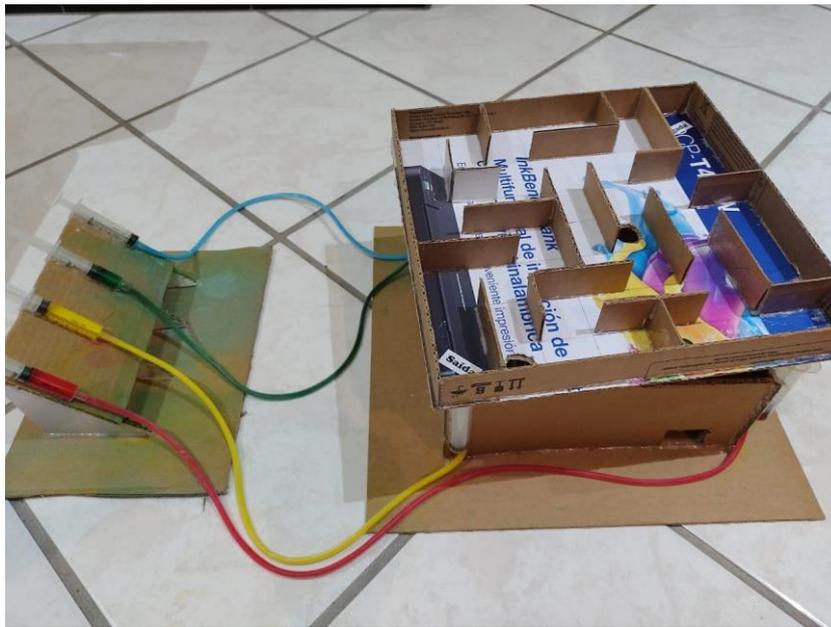
| As quatro formas principais de se aplicar injeções | |
|---|--|
| <i>Intramuscular</i> | Esse tipo de injeção é aplicado em uma posição de 90 graus. Ela entra reta na vertical na pele e tem o objetivo de aplicar a substância diretamente no músculo. A famosa injeção de Benzetacil é aplicada dessa forma. Também é usada para antibióticos para tratar infecções. |
| <i>Subcutânea</i> | Essa injeção tem 45 graus de inclinação e seu objetivo é aplicar o produto, medicamento ou substância na parte de gordura subcutânea da pele. Usada geralmente para aplicação de insulina. |
| <i>Intravenosa</i> | Essa é aquela injeção que geralmente enfermeiros aplicam quando vamos tomar soro e eles precisam atingir nossa veia. Ela deve ser aplicada com 25 graus de inclinação e atinge a segunda camada, logo abaixo da nossa pele. É usada para aplicação de soro e antibióticos. |
| <i>Intradermal</i> | Essa é a injeção aplicada na camada mais superficial de nossa pele. Ela precisa ser feita com 10 a 15 graus de inclinação e não deve atingir à derme, onde se encontram veias e vasos. Ela é a mais superficial de todas as injeções. É usada para estes de alergia ou vacina BCG. |

Fonte: <https://farmaciaestetica.com.br/conheca-os-tipos-de-injecoes-e-suas-formas-de-aplicacao/#.YNsU8ehKjIW>. Acesso em: 29 de jun. de 2021.

3.7.1 Atividade Lúdica: Jogo da bolinha no labirinto hidráulico

Este é um momento em que o professor pode promover uma descontração com a turma e ao mesmo tempo trabalhar com o princípio de Pascal. O professor irá apresentar o “brinquedo” (Figura 25) e os alunos poderão manipula-lo, e a brincadeira será realizada em dupla. A dupla deverá conduzir a bolinha de gude para a saída do labirinto manipulando os êmbolos das seringas, caso a bolinha caia em um dos buracos feitos no caminho, a dupla deverá responder a uma pergunta sobre Hidrostática, se errar, passa a vez do jogo para outra dupla e a pergunta será realizada para a turma. Se acertar, coloca a bolinha no labirinto novamente para achar a saída.

Figura 25 – Jogo “Bolinha no labirinto hidráulico”.



Fonte: Própria autora.

Sugestões de afirmativas sobre os conceitos de Hidrostática para o professor realizar as perguntas de falso e verdadeiro do jogo (Quadro 2).

MATERIAL DO PROFESSOR

Quadro 2 – Sugestões de afirmativas para as cartas de perguntas de falso e verdadeiro do jogo.

| | |
|---|--|
| <p>A hidrostática estuda os fluidos em repouso por meio de variáveis como pressão, volume e densidade. (Verdadeira)</p> | <p>(Udesc) Sabendo-se que a densidade do gelo, do óleo e da água são iguais a $0,92 \text{ g/cm}^3$, $0,80 \text{ g/cm}^3$ e $1,0 \text{ g/cm}^3$, respectivamente, pode-se afirmar que o gelo afunda no óleo e flutua na água. (Verdadeira)</p> |
| <p>A pressão exercida por um fluido em repouso é chamada de pressão atmosférica é proporcional à profundidade do fluido. (Falsa)</p> <p>Correto: pressão hidrostática</p> | <p>(Cesgranrio-RJ) Você está em pé sobre o chão de uma sala. Seja p a pressão média sobre o chão debaixo das solas dos seus sapatos. Se você suspende um pé, equilibrando-se numa perna só, essa pressão média passa a ser $p/2$. (Falsa)</p> <p>Correto: $2p$</p> |
| <p>A pressão é distribuída uniformemente no interior de um fluido homogêneo, incompressível e em equilíbrio. (Verdadeira)</p> | <p>(Acafe-SC) Um prego é colocado entre dois dedos que produzem a mesma força, de modo que a ponta do prego é pressionada por um dedo e a cabeça do prego pelo outro. O dedo que pressiona o lado da ponta sente dor em função de a pressão ser inversamente proporcional à área para uma mesma força. (Verdadeira)</p> |
| <p>Dois pontos de um fluido em repouso possuem mesma pressão, se estiverem em altura diferentes. (Falsa)</p> <p>Correto: na mesma altura.</p> | <p>Quando a pressão atmosférica aumenta uma certa quantidade, a pressão absoluta no fundo de uma piscina aumenta em menor quantidade. (Falsa)</p> <p>Correto: aumenta na mesma quantidade.</p> |

| | |
|--|---|
| <p>(Udesc) A pressão diminui com a altitude acima do nível do mar e aumenta com a profundidade abaixo da interface ar-água. (Verdadeira)</p> | <p>(Livro-texto) Ao nadar sob a água, você pode sentir a pressão dela sobre os tímpanos de suas orelhas. Quanto mais fundo você mergulha, maior torna-se a pressão. Podemos justificar a origem dessa pressão pelo peso dos fluidos que estão diretamente acima da pessoa, água mais ar, e que a comprimem. (Verdadeira)</p> |
| <p>(Livro-texto) Uma lata cilíndrica, submersa na água de um lago, em equilíbrio. A pressão exercida pela água na superfície externa da lata é menor na base inferior. (Falsa)</p> <p>Correto: base superior.</p> | <p>(Livro-texto) O princípio de Pascal fundamenta o funcionamento da prensa hidráulica. O que você diria a respeito desse dispositivo se alguém afirmasse que o funcionamento da prensa hidráulica é uma maneira de multiplicar energia? (Falso)</p> <p>Correto: multiplica força.</p> |
| <p>(Udesc) O elevador hidráulico é baseado no Princípio de Pascal. (Verdadeiro)</p> | |

Fonte: Própria autora.

3.8 Atividade proposta para 7ª aula

Objetivo: Consolidar e aprofundar conhecimento. Promover atividade colaborativa em nível mais alto de complexidade.

3.8.1 Laboratório de investigação: Empuxo

Nesta aula, propomos um laboratório de investigação com o objetivo de os alunos serem capazes de:

- Conhecer a relação entre força de empuxo e a força peso de um fluido deslocado por um corpo;
- Conhecer a relação entre força de empuxo e a força peso de um corpo que está flutuando em um fluido.

A seguir descreveremos as etapas constituintes do laboratório de investigação:

Etapa 1 - Descrição do problema

Expondo as figuras abaixo no quadro através do projetor multimídia o professor inicia a aula dialógica com as seguintes perguntas para toda a turma:

Pergunta 01 - O que é mais fácil, segurar um tijolo dentro de uma piscina ou fora dela? Por quê? O que está acontecendo? (Figura 26)

Figura 26 – Objeto suspenso fora e dentro da água.

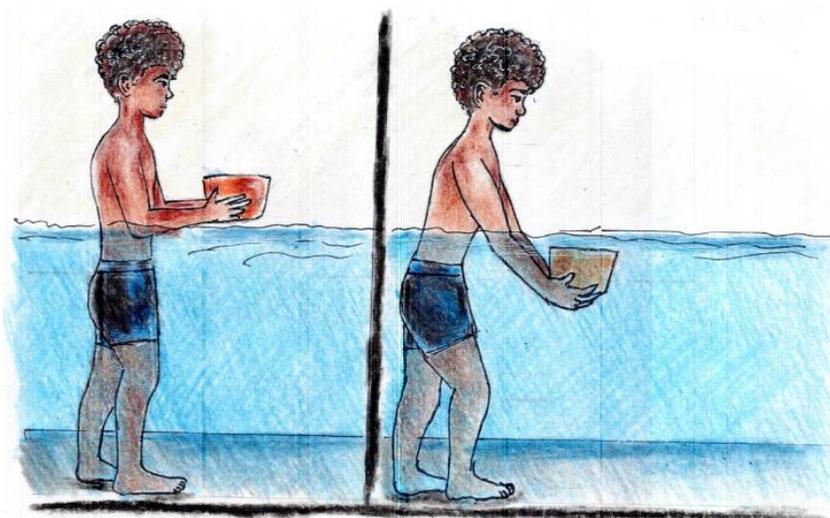


Ilustração: Mackson Ferreira Alves.

Pergunta 02 - Se mergulharmos uma bola em uma piscina e empurrarmos para baixo, o que vamos sentir? (Figura 27)

Figura 27 – Mergulhando uma bola em um líquido.



Ilustração: Mackson Ferreira Alves.

Diante das hipóteses levantadas pelos alunos, sugerimos ao professor realizar uma aula expositiva participativa sobre o princípio de Arquimedes com o objetivo de oferecer um embasamento teórico para os alunos iniciarem a etapa seguinte: O laboratório de investigação.

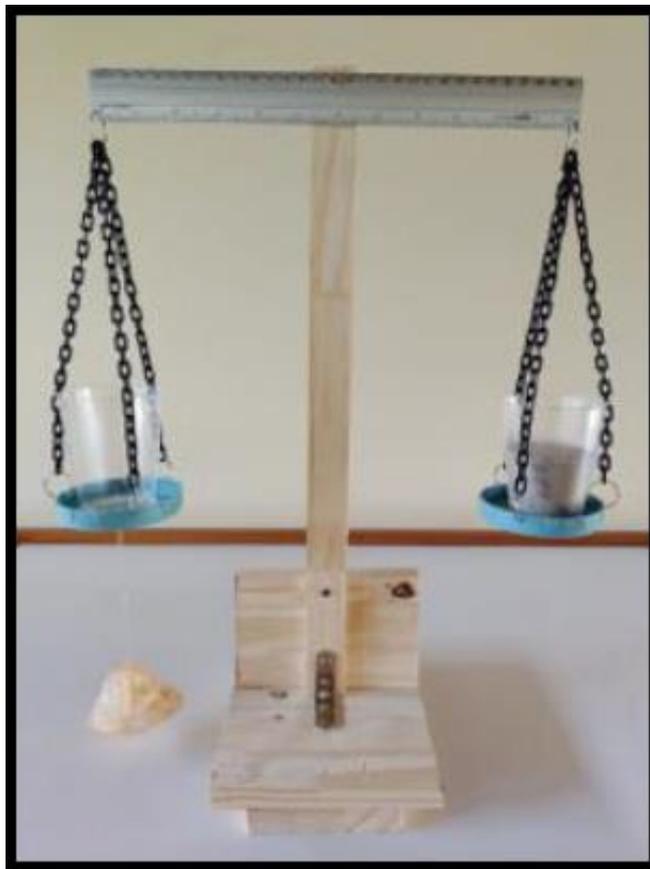
Etapa 2 – Laboratório de investigação

Nesta etapa o professor realizará dois experimentos de forma demonstrativa e ao final de cada experimento os alunos deverão responder algumas perguntas (Atividade 11).

Experimento 1: Balança equilibrista

No primeiro experimento será apresentado uma balança de “braço”, onde de um lado (braço direito) colocamos um copinho cheio de areia e do outro (braço esquerdo) um copinho vazio com uma pedra presa na parte de baixo. Inicialmente o sistema estará em equilíbrio (Figura 28).

Figura 28 – Balança de braço em equilíbrio estático.



Fonte: Própria autora.

Na sequência a pedra que está ligada ao braço esquerdo da balança será mergulhada em um recipiente com água (Figura 29). Ao entrar no recipiente com água a pedra irá fazer com que o nível da água dentro do recipiente “suba”.

Figura 29 – Força de empuxo “atuando”.



Fonte: Própria autora.

Na próxima etapa iremos retirar água do recipiente até que o nível da água retorne para a posição que estava antes de colocarmos a pedra. O volume de água retirado será reservado no copinho vazio que estava no braço direito da balança (Figura 30).

Figura 30 – Água sendo deslocada pela pedra.



Fonte: Própria autora.

Por último o copinho contendo o volume de água deslocado pela pedra, será colocado no suporte do braço esquerdo da balança, que novamente estará na posição de equilíbrio (Figura 31).

Figura 31 – Retorno da água deslocada: equilíbrio.



Fonte: Própria autora.

Como dito anteriormente, os alunos deverão responder as seguintes perguntas:

- Quando a esfera é introduzida na água o que acontece com o braço da balança? Por quê?
- Que volume de água é este recolhido no copinho?
- Se esta água recolhida no copinho for colocada no copo que está na balança, o que acontecerá? O que podemos concluir com isso?

Experimento 2: Afunda ou flutua

Inicialmente colocaremos sobre a mesa um recipiente parcialmente cheio de água, onde será inserido um bloquinho de madeira (Figura 32). Sem fazer qualquer tipo de explicação será perguntado aos alunos:

- O que acontece quando esse corpo (menos denso que o líquido) é colocado na água, ele afunda ou flutua?
- Este corpo de peso X está em equilíbrio flutuando no líquido, o que podemos observar sobre o empuxo e o peso do corpo?

Figura 32 – Corpo flutuando na água.



Fonte: Própria autora.

Na sequência utilizaremos um recipiente com ladrão completamente cheio de água até rente ao ladrão e colocaremos o mesmo bloquinho de madeira dentro do recipiente. Um pequeno recipiente estará debaixo do recipiente com ladrão e irá recolher toda a água que irá “sair” do recipiente quando o bloquinho de madeira for colocado (Figura 33). Ao final dos alunos deverão responder a seguinte pergunta:

- Qual é a semelhança entre o líquido deslocado para o copinho e o corpo?

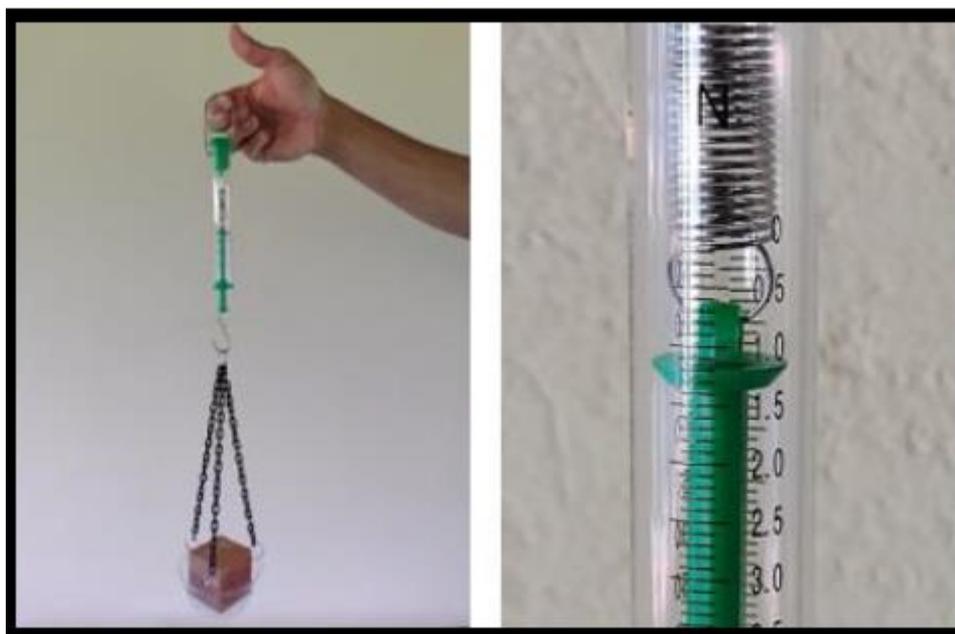
Figura 33 – O corpo deslocando água ao entrar no recipiente.



Fonte: Própria autora.

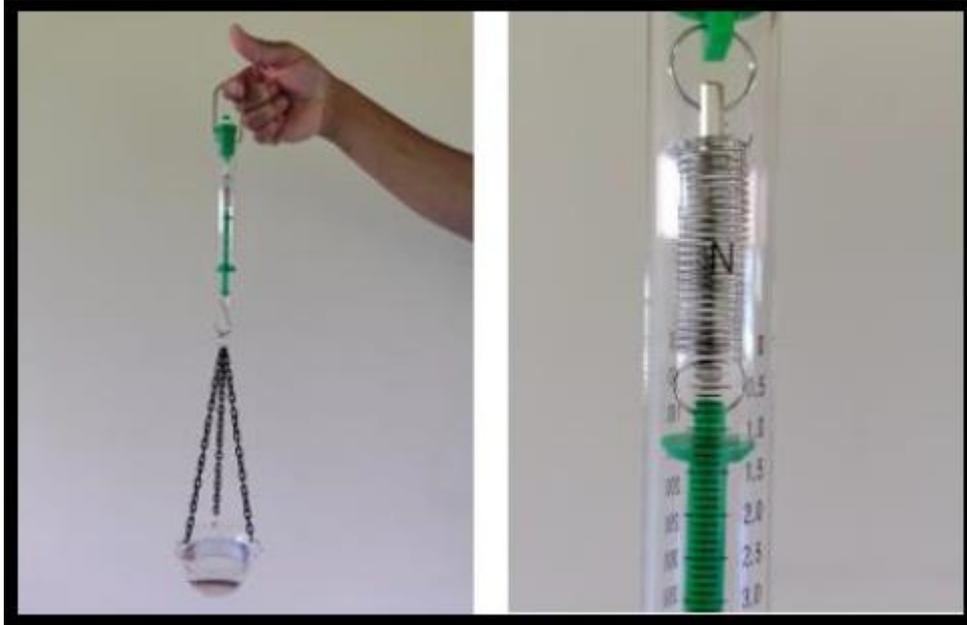
Na última parte, mediremos o peso do bloco de madeira (Figura 34) e o peso do volume de água deslocado (Figura 35) com o uso de um dinamômetro.

Figura 34 – Medindo o peso do corpo.



Fonte: Própria autora.

Figura 35 – Medindo o peso da água deslocada.



Fonte: Própria autora.

MATERIAL DO ALUNO**Atividade 11****Aula 7: Laboratório de investigação**

Nome: _____

Experimento 1: “Balança equilibrista”

Quando a esfera é introduzida na água o que acontece com o braço da balança? Por quê?

Que volume de água é este recolhido no copinho?

Se esta água recolhida no copinho for colocada no copo que está na balança, o que acontecerá? O que podemos concluir com isso?

Experimento 2: Afunda ou flutua

O que acontece quando este corpo (menos denso que o líquido) é colocado na água, ele afunda ou flutua?

Este corpo de peso X está em equilíbrio flutuando no líquido, o que podemos observar sobre o empuxo e o peso do corpo?

Qual é a semelhança entre o líquido deslocado para o copinho e o corpo?

3.9 Atividade proposta para 8ª aula

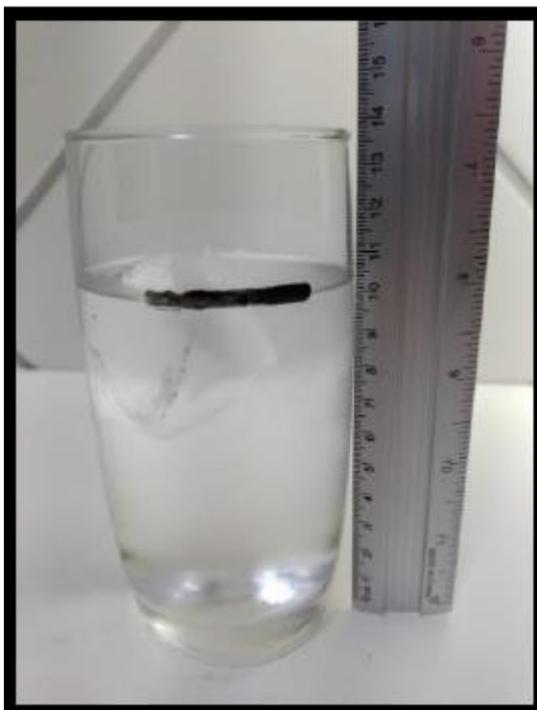
Objetivo: *Apresentar uma situação-problema com um nível mais elevado de complexidade e observar evidência de aprendizagem significativa dos conteúdos trabalhados.*

Sugerimos ao professor iniciar com uma aula expositiva participativa para dar continuidade ao conceito de empuxo, e assim desenvolver a expressão matemática que rege esse conteúdo com os alunos.

Em seguida, indicamos a exibição de um vídeo intitulado “Empuxo e o Princípio de Arquimedes”, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=57qs91GBscU>. Entretanto, antes da exibição do vídeo indicamos uma última atividade demonstrativa (Atividade 12), na qual o professor mostra um copo com água e uma pedra de gelo (Figura 36) e marca a altura do nível da água no copo, na sequência faz a seguinte pergunta:

- Quando um cubo de gelo flutuante derrete em um copo com água o nível da água aumenta, diminui ou continua o mesmo?

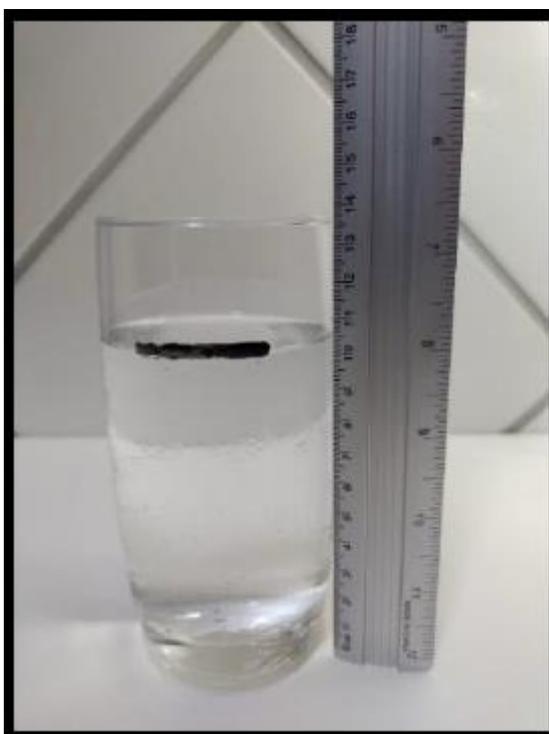
Figura 36 – Nível da água em um copo com cubo de gelo.



Fonte: Própria autora.

Após a pergunta, o professor exibe o vídeo e ao final retoma a pergunta inicial para a devida discussão com os alunos, inicialmente eles irão expressar as suas hipóteses sobre o ocorrido de maneira individual (Atividade 12), logo após acontecerá uma discussão sobre o ocorrido e o professor irá medir, novamente, o nível de água no copo (Figura 37), assim os alunos irão poder observar se o experimento corroborou ou não com suas respostas.

Figura 37 – Nível da água no copo após o derretimento do cubo de gelo.



Fonte: Própria autora.

MATERIAL DO ALUNO**Atividade 12****Aula 8: Vídeo – “Empuxo e o Princípio de Arquimedes”**

Nome: _____

Quando um cubo de gelo flutuante derrete em um copo com água, o nível da água aumenta, diminui ou continua o mesmo? Por quê?

O experimento corroborou com a sua resposta?

Novamente, indicamos o gerador de nuvem de palavras online *WordArt.com* para anotar as palavras que correspondem ao conceito de pressão para os alunos (Atividade 13), criando uma nuvem de palavras que será exposta através do projetor multimídia, no qual os alunos irão observar a própria visão deles antes e depois da aplicação da UEPS que tem por finalidade obter evidências de uma aprendizagem significativa.

MATERIAL DO ALUNO**Atividade 13****Aula 8: Nuvem de palavras “Pressão”*****Pressão***

Escreva três palavras que estejam relacionadas com a grandeza física “Pressão”:

3.10 Atividade proposta para aula diagnóstica: Pós-teste

Objetivo: Verificar aprendizagem.

Nesta última etapa é indicado que o professor utilize uma atividade avaliativa individual. Fica como sugestão a utilização de 9 questões objetivas e conceituais, adquiridas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), do processo seletivo do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) e de outros exames vestibulares (Atividade 14). Através dos resultados dos pré e pós-teste iremos procurar obter evidências de uma aprendizagem significativa.

MATERIAL DO ALUNO

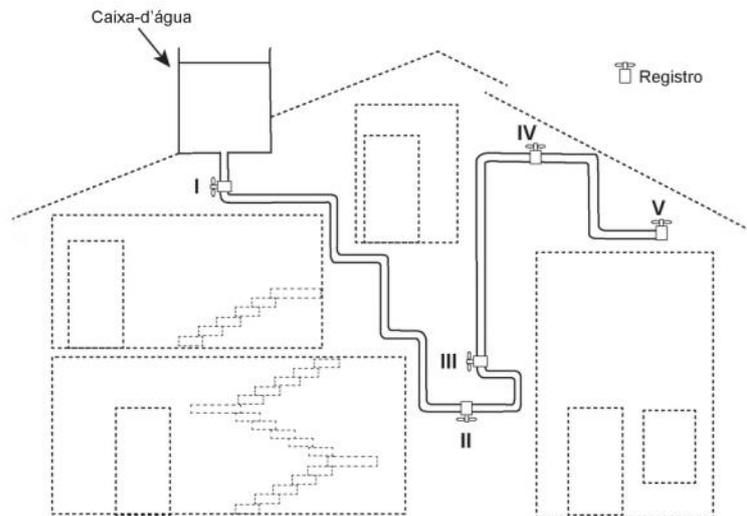
Atividade 14

Aula 9: Pós-teste Hidrostática

Nome: _____ Turma: _____ Data: ____/____/____

1ª Questão

(ENEM 2018) 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 concluiu que o vazamento está ocorrendo no registro submetido à maior pressão hidrostática.



Em qual registro ocorria o vazamento?

- f) I
- g) II
- h) III
- i) IV
- j) V

2ª Questão

(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.

3ª Questão

(ENEM 2015) Sabe-se que nas proximidades dos polos do planeta Terra é comum a formação dos *icebergs*, que são grandes blocos de gelo, flutuando nas águas oceânicas. Estudos mostram que a parte de gelo que fica emersa durante a flutuação corresponde a aproximadamente 10% do seu volume total. Um estudante resolveu simular essa situação introduzindo um bloquinho de gelo no interior de um recipiente contendo água, observando a variação de seu nível desde o instante de introdução até o completo derretimento do bloquinho.

Com base nessa simulação, verifica-se que o nível da água no recipiente

- f) subirá com a introdução do bloquinho de gelo e, após o derretimento total do gelo, esse nível subirá ainda mais.
- g) subirá com a introdução do bloquinho de gelo e, após o derretimento total do gelo, esse nível descerá, voltando ao seu valor inicial.
- h) subirá com a introdução do bloquinho de gelo e, após o derretimento total do gelo, esse nível permanecerá sem alteração.
- i) não sofrerá alteração com a introdução do bloquinho de gelo, porém, após seu derretimento, o nível subirá devido a um aumento em torno de 10% no volume de água.
- j) subirá em torno de 90% do seu valor inicial com a introdução do bloquinho de gelo e, após seu derretimento, o nível descerá apenas 10% do valor inicial.

4ª Questão

(IFES 2009) Um bloco de ferro flutua, parcialmente imerso, em um recipiente contendo mercúrio, por que:

- a) o volume do mercúrio deslocado é maior que o volume do bloco de ferro.
- b) o peso total do mercúrio é maior que o peso total do bloco de ferro.
- c) o ferro está numa temperatura mais alta.
- d) o mercúrio tem densidade maior que o ferro.
- e) o mercúrio tem densidade menor que o ferro.

5ª Questão

É desejado produzir uma grande pressão sobre uma placa metálica para que ela possa ser perfurada por um prego. Dessa forma, podemos:

- a) diminuir a densidade do prego.
- b) aumentar a área de contato do prego com a placa metálica.
- c) diminuir a área de contato do prego com a placa metálica.
- d) diminuir a força aplicada sobre o prego.
- e) aumentar o volume do prego.

6ª Questão

(Acafe) O bisturi é um instrumento cirúrgico de corte utilizado para fazer incisões, ou seja, cortes no corpo, geralmente em um ato cirúrgico. Existem bisturis de diversos tamanhos de cabo e tipos de lâminas, como mostra a figura abaixo.



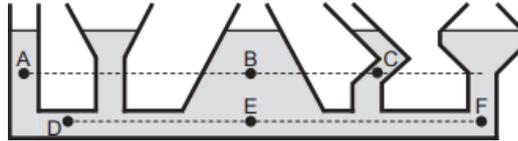
Um médico escolhe um bisturi com a finalidade de fazer facilmente uma incisão no corpo de uma paciente. Nessa situação, assinale a alternativa correta que completa, em sequência, as lacunas da frase a seguir.

O médico deve escolher um bisturi com a lâmina _____, pois isso fará com que ele obtenha _____ no local para fazer a incisão.

- e) mais afiada - maior força
- f) menos afiada - maior pressão
- g) mais afiada - maior pressão
- h) mais afiada - maior área de contato

7ª Questão

(PUC-RS) INSTRUÇÃO: Para responder à questão, analise a figura abaixo, que representa um recipiente com cinco ramos abertos à atmosfera, em um local onde a aceleração gravitacional é constante, e complete as lacunas do texto que segue. As linhas tracejadas, assim como o fundo do recipiente, são horizontais.



Considerando que o recipiente está em equilíbrio mecânico e contém um fluido de massa específica constante, afirma-se que a pressão exercida pelo fluido no _____ é _____ pressão exercida pelo fluido no _____.

- f) ponto A – menor que a – ponto D
- g) ponto A – menor que a – ponto C
- h) ponto B – igual à – ponto E
- i) ponto D – menor que a – ponto F
- j) ponto D – igual à – ponto C

8ª Questão

(UEFS) No freio hidráulico de um automóvel, a pressão exercida pelo motorista no pedal de freio é transmitida até as rodas do veículo através de um fluido. A transmissão do acréscimo da pressão exercida em um ponto de um fluido a todos os pontos do fluido e das paredes internas do recipiente que o contém é explicada pelo

- f) Princípio da inércia.
- g) Teorema de Stevin.
- h) Princípio de Pascal.
- i) Teorema de Arquimedes.
- j) Princípio dos vasos comunicantes.

9ª Questão

(UFRGS) 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

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, David P. ***Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva***. 1ª Edição. Lisboa: Paralelo Editora, 2003.

BARRETO, Benigno; XAVIER, Claudio. ***Física Aula por Aula, volume 1- Mecânica***. 3ª Edição. São Paulo: Editora FTD, 2016.

FARMÁCIA ESTÉTICA. ***Conheça os tipos de injeções e suas formas de aplicação***. 17 de maio de 2016. Disponível em: <<https://farmaciaestetica.com.br/conheca-os-tipos-de-injecoes-e-suas-formas-de-aplicacao/#.YNsU8ehKjIW>>. Acesso em: 29 de jun. de 2021.

GALERA DA FÍSICA. ***Mec: O princípio de Arquimedes***. 02 de out. de 2014. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=99uQFnZMXCE>>. Acesso em: 15 de maio de 2021.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. ***Fundamentos de Física, volume 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica***. 10ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2020.

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz; Guimarães, Carla. ***Física Contexto e Aplicações, volume 1 – Ensino Médio***. 2ª Edição. São Paulo: Scipione, 2016.

MOREIRA, Marco Antonio. ***Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares***. 1ª Edição. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. ***Unidades de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS***. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>>. Acesso em: 05 de nov. de 2020.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. ***Curso de Física Básica, volume 2: Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor***. 5ª Edição. São Paulo: Blucher, 2014.