

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA

FÉLIX JÚNIOR PANTOJA DE SOUSA

**A EXPERIMENTAÇÃO EM SALA DE AULA PROMOVENDO A ASSOCIAÇÃO
ENTRE TEORIA E PRÁTICA**

ABAETETUBA – PA

2019

FÉLIX JÚNIOR PANTOJA DE SOUSA

**A EXPERIMENTAÇÃO EM SALA DE AULA PROMOVENDO A ASSOCIAÇÃO
ENTRE TEORIA E PRÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Abaetetuba-PA, como requisito final para obtenção do grau de Licenciado Pleno em Física sob orientação do Prof. Dr. José Francisco da Silva Costa.

ABAETETUBA – PA

2019

FÉLIX JÚNIOR PANTOJA DE SOUSA

**A EXPERIMENTAÇÃO EM SALA DE AULA PROMOVENDO A ASSOCIAÇÃO
ENTRE TEORIA E PRÁTICA**

Este trabalho de conclusão de curso foi julgado e aprovado, para a obtenção do título de Licenciado Pleno em Física pelo corpo docente da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Abaetetuba.

Abaetetuba, ____ de _____ de 2019.

Prof. Dr. José Francisco da Silva Costa
UFPA
Orientador

Prof. Dr. Messias de Souza Costa
UFPA
Examinador

Prof. Me. Genivaldo Passos Correa
UFPA
Examinador

AUTORIZAÇÃO DE PUBLICAÇÃO

Aos meus pais, Félix Lagos e Maria das Graças, e a todos os educadores que buscam melhorar sempre sua prática docente.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por estar sempre comigo e por dar-me forças para vencer os obstáculos da vida.

Aos meus pais por todo o amor, carinho e pelo apoio nos momentos bons e ruins.

A todos os meus irmãos pela amizade e por todo tipo de ajuda que contribuíram para a realização desse sonho.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Francisco pelas críticas, sugestões, paciência e confiança.

Aos professores Dr. Marcos Allan; Dr. Gabriel Pasca; Dr. Messias Costa e Dr^a. Cleidilane Sena por contribuírem na minha formação profissional.

Ao engenheiro Me. Fabrício Augusto pela amizade e orientação nas aulas de Laboratório.

Ao professor Me. Rodrigo Vaz por fazer-me refletir, em suas disciplinas, sobre a importância da busca de estratégias de ensino de Física mais estimulantes.

Aos colegas de classe pela amizade e constante compartilhamento de experiências e conhecimentos, que só contribuíram para a minha formação profissional.

Aos funcionários da E. E. E. F. M. Pedro Teixeira – Anexo I por me receberem com muito carinho e por contribuírem fornecendo informações para a realização desta pesquisa.

E, finalmente, estendo meus agradecimentos a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, incentivaram-me a não desistir dos meus sonhos.

“Só quando o próprio aluno tiver realizado uma experiência, feito as suas observações, e avançado conclusões sem saber a resposta de antemão, será capaz de perceber o que é a Ciência”.

Helen Pilstrom

RESUMO

Este estudo teve como objetivo inserir a experimentação em sala de aula para promover a associação entre teoria e prática de conceitos de Hidrostática. Para tal, foi realizada uma pesquisa de campo na Escola Estadual Pedro Teixeira – Anexo I/ Abaetetuba – PA, com os alunos do 1º ano do ensino médio e o professor de Física da turma. Junto a esse grupo amostral, foram realizados os seguintes procedimentos metodológicos: entrevista com o educador, pré-teste, duas aulas teóricas, oficina, pós-teste e questionário investigativo. Na oficina foram realizadas experiências com materiais acessíveis e de baixo custo junto aos alunos para auxiliar no entendimento dos conceitos estudados nas aulas teóricas. Como a instituição de ensino não possuía laboratório de ciências, as demonstrações foram feitas na própria sala de aula e contou com a participação de todos os discentes. Além do aspecto motivacional verificado, notou-se que o uso das experiências ajudou na compreensão significativa dos conceitos lecionados, uma vez que houve um melhor rendimento dos alunos no pós-teste e os próprios alunos relataram no questionário investigativo que a oficina teve papel importante na compreensão do conteúdo trabalhado. Para além disso, esta pesquisa mostrou que as condições estruturais e materiais da escola afetam o trabalho docente, principalmente no que se refere à realização de atividades experimentais.

PALAVRAS – CHAVE: Experimentação. Ensino de Física. Aprendizagem significativa.

ABSTRACT

This study aimed to insert classroom experimentation to promote the association between theory and practice of hydrostatic concepts. To this end, a field research was conducted at Pedro Teixeira State School - Annex I / Abaetetuba - PA, with the students of the first year of high school and the class Physics teacher. Along with this sample group, the following methodological procedures were performed: interview with the educator, pre-test, two theoretical classes, workshop, post-test and investigative questionnaire. In the workshop, experiments were carried out with accessible and low cost materials with the students to help in understanding the concepts studied in the lectures. As the educational institution did not have a science laboratory, the demonstrations were made in the classroom itself and were attended by all students. In addition to the motivational aspect verified, it was noted that the use of experiences helped in the significant understanding of the concepts taught, since there was a better performance of students in the post-test and the students themselves reported in the investigative questionnaire that the workshop had an important role in understanding of the content worked. Moreover, this research showed that the structural and material conditions of the school affect the teaching work, especially regarding the performance of experimental activities.

KEY WORDS: Experimentation. Physics teaching. Meaningful learning

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 – Laboratório Básico Polivalente de Ciências (para o 1º grau) / (Manual do professor) produzido pelo IBECC.	17
Figura 2 – Esquema da aprendizagem mecânica e significativa	26
Figura 3 – Ilustração de um cubo maciço.....	28
Figura 4 – Força sendo exercida perpendicularmente sobre uma área A.....	29
Figura 5 – Cilindro reto imaginário no interior de um líquido em repouso	30
Figura 6 – Ilustração da experiência de Torricelli.....	32
Figura 7 – Cubo totalmente imerso em um líquido.....	34
Figura 8 – Ilustração de um líquido no interior de um recipiente	35
Figura 9 – Localização geográfica da escola.....	37
Figura 10 – Foto da escola.....	38
Figura 11 – Foto da sala de aula.....	39
Figura 12 – Estudantes resolvendo o pré-teste	40
Figura 13 – Ilustração da experiência I	41
Figura 14 – Foto da cama de pregos usada na experiência II.....	42
Figura 15 – Montagem da experiência III	43
Figura 16 – Ilustração da experiência IV.....	44
Figura 17 – Realização da experiência I.....	48
Figura 18 – Apresentação da cama de pregos	49
Figura 19 – Aluna realizando a experiência II	50
Figura 20 – Alunos construindo um bebedouro de passarinho	50
Figura 21 – Aluna realizando a experiência IV.....	52
Figura 22 – Explicação da experiência IV.....	53
Figura 23 – Gráfico das notas dos alunos no pré e pós-testes	54

QUADROS

Quadro 1 – Resumo das respostas dos alunos dadas à 1ª pergunta da experiência I.....	47
Quadro 2 – Principais respostas dos alunos à 3ª pergunta da experiência I.....	48
Quadro 3 – Resumo das respostas dadas pelos alunos à 3ª pergunta da experiência II	49
Quadro 4 – Resumo das respostas dadas pelos alunos à 2ª pergunta da experiência III.....	51
Quadro 5 – Síntese dos resultados obtidos no questionário investigativo.....	55

LISTA DE SIGLAS

BSCS	Biological Science Curriculum Study (Estudo de Currículo de Ciências Biológicas)
PSCS	Physical Science Curriculum Study (Estudo de Currículo de Ciências Físicas)
CBA	Chemical Bonding Approach (Abordagem de Ligação Química)
CHEMS	Chemical Education Material Study (Estudo do Material de Educação Química)
IBECC	Instituto Brasileiro de Educação, Ciências e Cultura
FUNBEC	Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências
PREMEN	Projeto de Melhoria do Ensino de Ciências
MEC	Ministério da Educação
SPEC	Subprograma de Educação para a Ciência
PADCT	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
AS	Aprendizagem Significativa
AM	Aprendizagem Mecânica
SI	Sistema Internacional de Unidades
c.q.d.	Como queria demonstrar
EUA	Estados Unidos da América

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
CAPÍTULO 1 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
1.1 HISTÓRICO DA EXPERIMENTAÇÃO NAS ESCOLAS	14
1.2 A INSERÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO NAS ESCOLAS BRASILEIRAS	15
1.3 AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA	18
1.4 JUSTIFICATIVAS PARA O USO DA EXPERIMENTAÇÃO	20
1.5 OBSTÁCULOS À INSERÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO EM SALA DE AULA	22
1.6 ORIENTAÇÕES DOS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (PCN)	23
1.7 TEORIA DE APRENDIZAGEM	25
CAPÍTULO 2 – ESTUDO DA HIDROSTÁTICA	28
2.1 HIDROSTÁTICA	28
2.2 MASSA ESPECÍFICA (μ)	28
2.3 PRESSÃO	29
2.4 PRESSÃO EXERCIDA POR LÍQUIDO EM REPOUSO – LEI DE STEVIN	30
2.5 PRESSÃO ATMOSFÉRICA	32
2.6 PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES	33
2.7 PRINCÍPIO DE PASCAL	35
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA	37
3.1 LOCAL DA PESQUISA	37
3.2 HISTÓRICO DA ESCOLA	38
3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	39
3.4 EXPERIÊNCIAS USADAS NA OFICINA	41
CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
4.1 ENTREVISTA COM O PROFESSOR	45
4.2 DESCRIÇÃO DA OFICINA	46
4.3 PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE	53
4.4 QUESTIONÁRIO INVESTIGATIVO	55
4.5 PROPOSTA DE INTERVENÇÃO	57
4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
4.7 REFERÊNCIAS	60
Apêndice A – PRÉ-TESTE	63
Apêndice B – PLANO DE AULA	65
Apêndice C – PÓS-TESTE	66
Apêndice D – QUESTIONÁRIO INVESTIGATIVO	67
Apêndice E – QUADRO DE CRONOGRAMA DE ATIVIDADES	68

1 INTRODUÇÃO

A educação científica é sem dúvida indispensável na formação de todo cidadão. É através dela que se compreende os fenômenos naturais e se toma consciência da importância da preservação do meio ambiente. Esses conhecimentos possibilitam melhor atuação sobre a natureza e promovem o desenvolvimento científico.

Apesar dos avanços na Ciência e na Tecnologia nacionais, o ensino de ciências ainda possui sérios problemas que impedem o oferecimento de uma educação científica de qualidade a todos os discentes. O reflexo disso são os maus resultados em exames que avaliam o aprendizado dos alunos nessa área de conhecimento, tal como o Pisa, Programa Internacional de Avaliação de Alunos. Em seu último levantamento, ano de 2018, o Brasil ficou na 66ª posição em ciências entre 79 países ou territórios avaliados (GAZETA, 2019). Esse fraco desempenho não é um problema verificado somente nesse campo do saber, é um problema geral. No entanto, as dificuldades de aprendizagem se tornam mais explícitas nas ciências naturais, em particular no ensino de Física.

O conhecimento físico deveria despertar nos discentes interesse e motivação, uma vez que com ele entende-se fenômenos naturais presentes no dia a dia e a tecnologia que se dispõe hoje. Isso, no entanto, não se verifica nas escolas. De acordo com Bonadiman e Nonenmacher (2007, p. 196), “o que se observa é que, de um modo geral, nas escolas de nível médio, se aprende pouco da Física e, o que é pior, se aprende a não gostar dela”. Para os autores, a pouca valorização do professor, as precárias condições de trabalho, a valorização da Física matemática em detrimento da Física conceitual, o distanciamento entre o formalismo escolar e o cotidiano dos alunos e a pouca valorização da atividade experimental e dos saberes dos alunos são algumas das causas para a falta de interesse pelo estudo da disciplina e, como consequência, pelo baixo rendimento estudantil (BONADIMAN E NONENMACHER, 2007).

Em relação às atividades experimentais, Moraes e Poletto (2014), Araújo e Abib (2003) afirmam que são muitos os educadores e alunos que compartilham da ideia de que elas contribuem para o ensino de Física. De acordo com esses autores, a experimentação consegue unir teoria e prática, motiva os alunos e facilita a compreensão dos conteúdos que estão sendo lecionados. Já Alison e Leite (2016) enfatizam a importância dessas atividades afirmando que são uma ferramenta metodológica de grande valia pois envolve os alunos nas aulas e promove interações entre os personagens do processo de ensino – aprendizagem.

Compartilhando dessas ideias, neste trabalho busca-se inserir a experimentação em sala de aula como metodologia de ensino para promover a associação entre teoria e prática de conceitos de Hidrostática. Sendo assim, fez-se uma pesquisa de campo na Escola E.E.F.M. Pedro Teixeira – anexo I, Abaetetuba – PA, em uma turma do 1º ano do ensino médio. A metodologia empregada contou com os seguintes procedimentos: Entrevista com o professor da turma, Pré-teste aplicado junto aos alunos; Aulas teóricas; Oficina; Pós-teste e Questionário investigativo.

Justifica-se esse estudo pela necessidade de estratégias de ensino que facilitem a aprendizagem em Física ao aproximar teoria e prática. Entende-se que, com ele, validar-se-á, a experimentação como metodologia facilitadora de aprendizagem como afirmam os autores Morais e Poletto (2014), Araújo e Abib (2003), Alison e Leite (2016) e outros. Assim, pode servir de incentivo para aqueles educadores que querem melhorar suas aulas.

Para deixar mais claro o interesse da pesquisa, definiu-se os seguintes objetivos geral e específicos:

✓ OBJETIVO GERAL:

- Inserir a experimentação em sala de aula para promover a associação entre teoria e prática de conceitos de Hidrostática.

✓ OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Fazer uma revisão bibliográfica sobre os seguintes temas: a inserção da experimentação nas escolas; as atividades práticas no ensino de Física; a Teoria da Aprendizagem Significativa;
- Identificar as principais dificuldades enfrentadas pelo professor de Física para inserir atividades práticas experimentais em suas aulas;
- Construir experiências com materiais de baixo custo e usá-las em sala de aula para auxiliar no ensino de conceitos de Hidrostática.

Esta obra foi dividida em quadro capítulos. No primeiro, encontra-se a fundamentação teórica que orientou a pesquisa. No segundo, apresentam-se os conceitos hidrostáticos lecionados nas aulas teóricas que serviram de embasamento para a realização das atividades experimentais (aqui chamado de Oficina). No terceiro, encontra-se a metodologia, onde expõem-se o local da pesquisa, os procedimentos usados e as experiências realizadas. No quarto, apresentam-se os resultados e discussões dos procedimentos realizados e são feitas as considerações finais do trabalho. Na abertura de cada capítulo, existe uma breve explanação do que será tratado nele.

CAPÍTULO 1 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são exploradas algumas questões que norteiam o uso da experimentação como metodologia de ensino, e as principais ideias da teoria da Aprendizagem Significativa. Inicia-se com um breve histórico sobre a inserção das atividades experimentais nas escolas e finaliza-se com a referida teoria de Aprendizagem.

1.1 HISTÓRICO DA EXPERIMENTAÇÃO NAS ESCOLAS

A inserção das atividades práticas experimentais nas escolas se deu há mais de cem anos sob forte influência dos trabalhos experimentais realizados nas universidades (GALIAZZI et al. 2001). Inglaterra e Estados Unidos inseriram essas atividades no currículo escolar nas últimas décadas do século XIX, com o argumento de que contribuía para o ensino de Ciências. No século XX, após a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), elas se consolidaram como estratégia de ensino em todo o mundo (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

De acordo com Krasilchik (1987), no pós-guerra, a industrialização e o desenvolvimento tecnológico e científico do mundo ocidental entraram em choque com o currículo escolar do nível básico. Tal embate provocou mudanças no estudo das disciplinas científicas em muitos países. Entre elas estava a valorização do ensino prático. Nessa época, a ideia de que os estudantes aprenderiam Ciências praticando Ciências era bastante difundida no meio acadêmico secundarista (KRASILCHIK, 1987).

Dentro dessa visão, na década de 50, grandes programas experimentais foram criados nos Estados Unidos (*Biological Science Curriculum Study – BSCS; Physical Science Curriculum Study – PSCS; Chemical Bonding Approach – CBA; Chemical Education Material Study – CHEMS*) e todos tinham o pressuposto de que o ensino prático levaria a fundamentos conceituais (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Segundo Galiazzi et al. (2001), esses programas representavam inovação no ensino de Ciências na época, pois buscavam tornar mais estimulantes e eficazes os estudos das disciplinas científicas (Física, Química e Biologia), que antes eram lecionadas somente de forma teórica.

Para os mesmos autores, os projetos criados no EUA tinham explícito o objetivo de estimular os discentes a tornarem-se cientistas. Para isso, as aulas práticas experimentais eram

estruturadas de tal maneira que pudessem ensinar aquilo que é indispensável a qualquer cientista, a saber: observar e registrar dados; pensar de forma científica; adquirir habilidades e técnicas no manuseio do instrumental de laboratório (GALIAZZI et al., 2001).

Na década de 60, período em que a experimentação alcançou o auge em muitas escolas no mundo todo, Kerr (1963) realizou uma pesquisa com professores de Ciências, na busca de descobrir os motivos que justificassem a realização de atividades experimentais nas instituições de ensino. Em sua pesquisa, encontrou as seguintes justificativas usadas pelos educadores:

1. Estimular a observação acurada e o registro cuidadoso dos dados;
2. Promover métodos de pensamento científico simples e de senso comum;
3. Desenvolver habilidades manipulativas;
4. Treinar em resolução de problemas;
5. Adaptar as exigências das escolas;
6. Esclarecer a teoria e promover a sua compreensão;
7. Verificar fatos e princípios estudados anteriormente;
8. Vivenciar o processo de encontrar fatos por meio da investigação, chegando a seus princípios;
9. Motivar e manter o interesse na matéria;
10. Tornar os fenômenos mais reais por meio da experiência.

(KERR, 1963 apud GALIAZZI et al., 2001 pp. 252-253).

Ao analisar esse resultado, nota-se nos itens 1, 2 e 3 os mesmos objetivos dos programas experimentais criados no EUA na década de 50, o que mostra, a influência que estes exerceram nas práticas metodológicas dos professores de Ciências da década de 1960. Na verdade, as ideias de melhoramento do ensino por meio de atividades práticas foram muito além da década de 60, e, no aspecto territorial, foram disseminadas para muitos países que buscavam melhorar a sua educação científica (KRASILCHIK, 1987).

1.2 A INSERÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO NAS ESCOLAS BRASILEIRAS

De acordo com Silva, Machado e Tunes (2010), o trabalho de laboratório chegou ao Brasil no século XIX através dos portugueses. Nesse mesmo século, as atividades práticas experimentais foram inseridas no ensino de Ciências com um enfoque utilitarista, promovendo a associação de conhecimento teórico com as atividades de extração e transformação de minérios em metais.

No começo do século XX, as escolas foram recomendadas por órgãos oficiais ligados à educação a montarem laboratório de Ciências em suas dependências para serem usados no

estudo das disciplinas científicas. No entanto, a experimentação só ganhou maior destaque no currículo escolar brasileiro a partir da década de 30, como afirmam Marendino, Selles e Ferreira,

As ideias de ensino experimental ganharam maior visibilidade no currículo educacional brasileiro a partir dos anos de 1930, quando foram identificadas como parte de um processo mais amplo de modernização do país e como uma forma de ensino ativo, nos moldes do escolanovismo¹, que se contrapunha a metodologias tidas como “tradicionais” e “atrasadas” (MARENDINO; SELLES; FERREIRA, 2009, p. 98).

Tal ênfase em atividades experimentais, na época, esteve ligada à necessidade de mudar os métodos tradicionais de ensino por uma metodologia ativa e de “[...] impulsionar o progresso da ciência e da tecnologia nacionais, das quais dependia o país em processo de industrialização” (TRAZZI; GARCIA; SILVA, 2012, p. 31).

Naquele momento, o país precisava de profissionais que atuassem nas indústrias, que soubessem manipular máquinas e equipamentos, e que fundamentassem sua ação usando conceitos científicos básicos. Para isso, foi necessário adequar o currículo escolar a essa nova exigência e promover capacitação aos professores de Ciências para que demonstrassem a aplicação dos conceitos científicos por meio de atividades práticas experimentais (TRAZZI; GARCIA; SILVA, 2012).

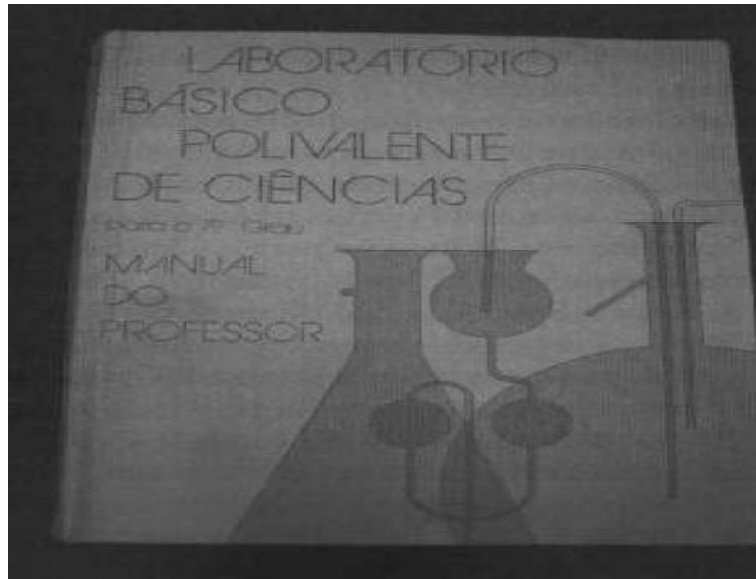
Os órgãos responsáveis em promover essas mudanças foram o Instituto Brasileiro de Educação, Ciências e Cultura (IBECC) e a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC). De acordo com Krasilchik (1987), esses órgãos começaram suas ações voltadas à melhoria da educação brasileira antes dos movimentos institucionalizados instaurados nos EUA na década de 50, que possibilitaram a criação dos programas experimentais naquele país.

Segundo Silva, Machado e Tunes (2010), o IBECC possuía a responsabilidade de elaborar materiais para o ensino de Ciências (Figura 1) e, a partir da década de 1950, quando

¹ Movimento de renovação educacional que foi especialmente forte na Europa, nos Estados Unidos e no Brasil, nas primeiras décadas do século XX. No Brasil, a maior expressão desse movimento se deu em 1932, com o Manifesto dos Pioneiros da Escola Nova, redigido por Fernando de Azevedo e assinado por 26 intelectuais e educadores da época, entre eles, Anísio Teixeira, Afrânio Peixoto e Cecília Meireles (LUSTOSA JÚNIOR, 2012). Os adeptos do movimento desejavam melhores condições educacionais e o abandono das estratégias de ensino tradicional, nas quais o professor era visto como o centro do processo de ensino-aprendizagem por deter o saber, e o estudante era mero coadjuvante desse processo, tendo uma postura passiva em relação à construção de seu próprio conhecimento. Além disso, buscavam democratizar a educação brasileira, para que todos os cidadãos pudessem ter as mesmas oportunidades educacionais.

os projetos experimentais criados nos EUA chegaram ao Brasil, ficou também com a responsabilidade de adaptar alguns materiais à realidade brasileira. O FUNBEC, por sua vez, tinha a função de comercializar os materiais criados pelo IBECC e promover capacitação aos professores.

Figura 1 – Laboratório Básico Polivalente de Ciências (para o 1º grau) / (Manual do professor) produzido pelo IBECC.



Fonte: MARENDINO; SELLES; FERREIRA, 2009, p. 99. Foto: Jairo Paes Selles, jul. 2006.

Marendino, Selles e Ferreira (2009) relatam que, a partir dos anos 50, houve grandes incentivos governamentais para renovar o estudo de Ciências nas escolas brasileiras. Sob a liderança do IBECC e do FUNBEC diversos projetos curriculares foram desenvolvidos e implementados no Brasil, e todos tinham em comum a experimentação. O mais importante foi o Projeto de Melhoria do Ensino de Ciências (PREMEN), que buscava coordenar uma série de ações relativas às metodologias e preparar o corpo docente das escolas.

Entre 1960 e 1970, Silva, Machado e Tunes (2010) relatam que foram criados vários centros de Ciências em alguns Estados brasileiros, onde o Ministério da Educação (MEC) promovia cursos, induzia novos projetos no currículo e preparava materiais de laboratório. Alguns desses centros foram: o *Cecisp*, no Estado de São Paulo; o *Cecimg*, no Estado de Minas Gerais; o *Cecirs*, no Rio Grande do Sul, e o *Cecine*, na Região Nordeste (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Segundo Krasilchick (1987), nos anos finais da década de 70, o IBECC e FUNBEC foram extintos e a partir de 1983, o PREMEN foi substituído pelo Subprograma de Educação

para a Ciência (SPEC), que fazia parte do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT). Este tinha suas ações voltadas para projetos de formação de novos professores de Ciências devido à grande carência (KRASILCHICK, 1987).

Desde então, os programas desenvolvidos pelo Ministério da Educação não possuem um foco específico em atividades experimentais (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010). A falta de mais incentivo para a realização dessas atividades nas escolas, vem sendo apontado por alguns educadores e pesquisadores como um dos fatores que contribuem para o fracasso do ensino de Ciências na atualidade (MOREIRA, 2014, RAMOS; ROSA, 2008).

1.3 AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA

Para Leiria e Mataruco (2015), a motivação é um dos alicerces de sustentação para a eficácia do processo de aprendizagem. Segundo esses autores, as atividades experimentais desempenham função motivacional muito grande nos discentes, mesmo entre aqueles que não têm afinidade com elas. Assim, afirmam que um dos papéis das atividades experimentais no ensino de Física é motivar os estudantes a participarem, de forma ativa, do processo de construção de seus conhecimentos, deixando de ser agentes coadjuvantes.

Em relação ao grau de direcionamento das atividades práticas no ensino de Física, Araújo e Abib (2003), depois de fazerem cuidadosa análise de artigos sobre a experimentação didática (publicados em um período de 10 anos – de 1992 a 2001 – em revistas nacionais), afirmam:

[...] há uma variedade significativa de possibilidades e tendências de uso dessa estratégia de ensino de Física, de modo que essas atividades podem ser concebidas desde situações que focalizam a mera verificação de leis e teorias, até situações que privilegiam as condições para os alunos refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados, podendo assim atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos (ARAÚJO; ABIB, p. 177).

Para esses autores, a experimentação pode ser usada com três graus de direcionamento no ensino de Física: como atividades de verificação; atividades de investigação e atividades de demonstração/observação (RUYER; BARROS, 2016).

Nas atividades de verificação, os estudantes são levados a verificar a validade de alguma lei física, ou mesmo testar seus limites de validade. A importância desse tipo de atividade para o ensino está na sua capacidade de facilitar a interpretação dos parâmetros que

determinam o comportamento dos sistemas físicos estudados e na possibilidade de desenvolver nos estudantes a capacidade de efetuar generalizações (ARAÚJO; ABIB, p. 183).

Na perspectiva investigativa, Higa e Oliveira (2012) afirmam que o estudante é visto como um indivíduo capaz de construir o conhecimento científico de forma independente, através da interação e análise com o meio. Dentro dessa visão, o conhecimento é visto como fruto da elaboração individual baseada no senso comum, resultado de um processo indutivo.

Dessa forma, a experimentação com caráter investigativo coloca os estudantes em primeiro plano dentro do processo de ensino, ou seja, de maneira autônoma e ativa, eles são levados a deixar de serem apenas observadores e/ou manipuladores da experiência, passam a participar de diálogos, a propor explicações para os fenômenos observados, a criar e testar hipóteses e a modificar ideias e ponto de vista (GUEDES, 2010 apud ARAÚJO et al., 2015).

O professor também assume função diferente dentro do processo de ensino quando se trabalha com a experimentação investigativa. Primeiramente, ele deixa de ser o centro desse processo, e de agir como transmissor do conhecimento, depois, assume a postura de mediador (ou de guia) da construção do conhecimento dos alunos, não deixando que o interesse deles, para compreender novos conceitos ou resolver um problema, cesse. Além disso, é de sua responsabilidade elaborar os roteiros das atividades e incentivar as relações em grupos (SEREIA; PIRANHA, 2010; TERRAZZAN et al., 2003 apud ARAÚJO et al., 2015).

Por tudo isso, Azevedo (2004) afirma que os professores que querem fazer de sua atividade experimental uma atividade investigativa devem tornar-se, antes, um professor questionador, argumentador, que saiba conduzir perguntas e propor desafios; além, é claro, de mostrar um bom domínio do conteúdo a ser trabalhado na atividade experimental.

Quanto ao uso da experimentação com caráter de demonstração/ observação, pesquisas (Azevedo et al, 2009; Araújo e Abib, 2003; Higa e Oliveira, 2012) apontam que essa modalidade é, dentre as outras, a mais utilizada por professores em sala de aula, por demandarem pequeno tempo de realização e poderem ser facilmente integradas à aula expositiva, sendo utilizadas, geralmente, como fechamento da aula ou como ponto de partida, procurando despertar o interesse do aluno para o tema que será abordado.

Para Araújo e Abib (2003), a característica mais marcante desse tipo de atividade experimental é a possibilidade de ilustrar alguns aspectos dos fenômenos físicos abordados, tornando-os perceptíveis e com possibilidade de propiciar aos estudantes a elaboração de representações concretas referenciadas.

Ainda segundo esses autores, as demonstrações podem ser diferenciadas em Demonstrações Fechadas e Demonstrações/Observações Abertas. Essas últimas, ao contrário

das primeiras – que são caracterizadas pela simples ilustração de um determinado fenômeno físico – apresentam maior abertura e flexibilidade para discussões, o que permite um aprofundamento de aspectos conceituais e práticos, aproximando-as das atividades investigativas.

Além das modalidades citadas, Higa e Oliveira (2012) afirmam que a experimentação pode ser usada para inserir os estudantes no processo da Ciência. Nesse caso, a experimentação passa a ter o objetivo de desenvolver no aluno habilidades e competências do “fazer ciências”, tais como: refletir e analisar criticamente; propor e verificar hipóteses; realizar e registrar medidas; fazer observações acuradas, argumentar e debater ideias, selecionar variáveis e estabelecer relações entre elas, elaborar relatórios etc. Dentro dessa visão, o método científico é tido como um conjunto de etapas ou regras de procedimentos que o estudante deve seguir para construir o conhecimento científico (HIGA; OLIVEIRA, 2012).

Todas essas possibilidades no uso das atividades experimentais dão oportunidade ao educador de escolher, de acordo com suas perspectivas educacionais, qual grau de direcionamento usará em suas aulas práticas. A esse respeito, Araújo e Abib (2003) recomendam:

[...] para que os professores possam lograr sucesso em sua prática pedagógica, acredita-se ser um imperativo que a metodologia experimental adotada seja selecionada tendo em vista quais são os principais objetivos a serem alcançados com a mesma, uma vez que as diferentes modalidades de experimentação tendem a priorizar e facilitar o alcance de diferentes objetivos educacionais, cabendo portanto a quem conduzirá a atividade a escolha mais adequada da mesma, considerando o momento, o contexto e as finalidades pretendidas (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 191).

Assim, para os autores, o professor, sendo um dos agentes mais capaz do processo de ensino-aprendizagem, deve, previamente, definir o que deseja que seus alunos adquiram com a atividade experimental. A partir dessa definição, passa-se à escolha da melhor modalidade que permitirá alcançar os seus objetivos.

1.4 JUSTIFICATIVAS PARA O USO DA EXPERIMENTAÇÃO

Segundo Leiria e Mataruco (2015), as atividades experimentais devem ser usadas como metodologia de ensino porque motiva os estudantes a participarem de forma mais ativa do seu processo de aprendizagem e contribuem para um diálogo entre professor e aluno e

entre os próprios alunos, o que leva a uma melhoria do ensino de Física. Essas ideias são também compartilhadas por Ramos e Rosa (2008),

[...] as aulas experimentais podem ser usadas como uma ferramenta importante para estimular não só o aprendizado, mas também a convivência em grupo, propiciando trocas entre os sujeitos, necessariamente mediadas pela Cultura na qual estes indivíduos estão inseridos, que comumente não são alcançadas em uma aula meramente expositiva (RAMOS; ROSA, 2008).

Séré, Coelho e Nunes (2003) justificam o uso das atividades experimentais declarando que elas são enriquecedoras para os alunos pois incita-os a não permanecerem somente no mundo dos conceitos. Ademais, afirmam:

Elas (as atividades experimentais, parênteses nossos) permitem o controle do meio ambiente, a autonomia face aos objetos técnicos, ensinam as técnicas de investigação, possibilitam um olhar crítico sobre os resultados. [...], o aluno é preparado para poder tomar decisões na investigação e na discussão dos resultados (SÉRÉ; COELHO; NUNES 2003, p. 39).

Axt, Moreira e Silveira (1990) enfatizam a importância da experimentação para a mudança conceitual dos estudantes. Segundo esses autores, a experimentação pode colocar os discentes diante de situações concretas e de evidências que o façam perceber discrepâncias entre sua maneira de pensar e aquilo que a experiência estruturada mostra. Dessa forma, pode levá-los a mudar seus conceitos prévios (ou espontâneos) por outros mais elaborados, concernentes com o conhecimento científico.

Neves, Caballero e Moreira (2006) também afirmam a importância da experimentação e explicam que, dentro da visão construtivista de ensino, ela funciona como um banco de prova que possibilita aos alunos avaliar as suas ideias e os modelos científicos.

Hodson (2000), por sua vez, aponta cinco motivos que justificam por que se deve envolver alunos em trabalho experimental, a saber: os discentes adquirem motivação; ganham destrezas laboratoriais; aprendem sobre o método científico; familiarizam-se com ele e desenvolvem atitudes científicas (HODSON, 2000 apud NEVES; CABALLERO; MOREIRA, 2006).

Diante de todos desses argumentos a favor do uso das atividades experimentais no ensino de Física e da constatação de que a maioria dos professores e alunos acreditam nos benefícios dessas atividades (ARAÚJO; ABIB, 2003, NEVES; CABALLERO; MOREIRA, 2006, RAMOS; ROSA, 2008, NASCIMENTO et al, 2018), surge uma questão: quais os fatores que dificultam o uso da experimentação no ensino de Física? No item a seguir, busca-

se responder a essa pergunta a partir do mapeamento dos obstáculos enfrentados pelos educadores para inserirem efetivamente essa estratégia de ensino.

1.5 OBSTÁCULOS À INSERÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO EM SALA DE AULA

Laburú, Barros e Kanbach (2007), baseados nos trabalhos de Pessoa et al (1985), Axt (1991), Galiazzi et al (2001) e Peixoto & Silva (2003), afirmam que no ensino médio raramente os professores de física usam atividades experimentais em suas aulas. Ramos e Rosa (2008) evidenciam o mesmo problema no ensino de Ciências, no nível fundamental. De acordo com esses pesquisadores, os principais obstáculos à utilização dessa metodologia de ensino são:

- Falta de estrutura das escolas, tais como ausência de Laboratório de Ciências;
 - Falta de preparo dos professores durante os cursos de formação inicial e continuada para o desenvolvimento de atividades experimentais;
 - Indisponibilidade ou qualidade de material;
 - Estímulo dentro das escolas para a manutenção de uma postura tradicionalista de ensino;
 - Excessivo número de alunos em sala de aula;
 - Pouca bibliografia para orientação;
 - Ausência de tempo para o professor planejar e montar suas atividades;
 - Ausência de um trabalho coletivo que envolva todos os educadores;
- (LABURÚ; BARROS; KANBACH, 2007, RAMOS; ROSA, 2008).

Quanto à ausência de Laboratório de Ciências, infelizmente, são muitas as escolas públicas brasileiras que não o dispõem. De acordo com o Censo Escolar de 2018, apenas 38,8% das escolas públicas de nível médio possuem laboratório de Ciências. A situação se agrava ainda mais quando se analisa as escolas públicas de nível fundamental, apenas 8% delas o possuem (NOTAS, 2019). Diante dessa situação, os poucos professores que realizam atividades práticas as fazem, na maioria das vezes, em sala de aula e arcam com os custos dos materiais para a realização das experiências. Por isso, alguns continuam a usar a metodologia tradicional, nas quais a lousa e pincel são os principais recursos didáticos usados (VILAÇA, 2012, RAMOS; ROSA, 2008).

O despreparo dos educadores para desenvolverem atividades experimentais é outro fator que dificulta a realização dessas atividades nas escolas (LABURÚ; BARROS; KANBACH, 2007, RAMOS; ROSA, 2008, PENA; RIBEIRO FILHO, 2009, BONADIMAN; NONENMACHER, 2007). Segundo Coelho et al. (2008) apud Pena e Ribeiro Filho (2009) esse despreparo é resultado de limitações na formação acadêmica em relação ao saber experimental. De acordo com o autor, a formação continuada tem um papel importantíssimo ao possibilitar aos professores o conhecimento de novas metodologias aplicáveis ao ensino experimental de Física.

O excesso de alunos presentes nas classes é outro problema (LABURÚ; BARROS; KANBACH, 2007, RAMOS; ROSA, 2008, PENA; RIBEIRO FILHO, 2009). Em turmas com mais de 40 estudantes, o educador pensa mais de duas vezes se elaborará uma aula experimental, pois sabe o quando é difícil mediar uma experiência com muitos discentes. É verdade que dividir a turma em equipes mostra-se uma opção razoável, no entanto, isso demanda mais tempo para a conclusão da atividade. Em alguns casos, devido ao planejamento já estruturado da escola, torna-se difícil o fornecimento de mais carga horária.

Por fim, a falta de tempo disponível para planejar e montar as atividades é apontado por Laburú, Barros e Kanbach (2007); Ramos e Rosa (2008) como mais um obstáculo à inserção da experimentação nas aulas de Ciências. Vilaça (2012) afirma que o fato de alguns professores não lecionarem somente em uma escola ou possuírem muitas turmas distintas acaba comprometendo o planejamento das aulas experimentais. De acordo com o autor, o planejamento é de fundamental importância pois é o primeiro passo a ser dado por aquele que quer lograr êxito com atividades experimentais. É nesse primeiro momento que se define os objetivos a serem alcançados e como será realizada a prática experimental, além de serem definidos o seu grau de abertura (VILAÇA, 2012).

No item a seguir, buscar-se-á verificar as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) quanto ao uso da experimentação.

1.6 ORIENTAÇÕES DOS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (PCN)

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio recomendam o uso de atividades experimentais no ensino de Ciências. Sobre isso, o documento disserta:

Para o aprendizado científico, matemático e tecnológico, a experimentação, seja ela de demonstração, seja de observação e manipulação de situações e equipamentos do cotidiano do aluno e até mesmo a laboratorial, [...] é particularmente importante quando permite ao estudante diferentes e concomitantes formas de percepção qualitativa e quantitativa, de manuseio, observação, confronto, dúvida e de construção conceitual. A experimentação permite ainda ao aluno a tomada de dados significativos, com os quais possa verificar ou propor hipóteses explicativas e, preferencialmente, fazer previsões sobre outras experiências não realizadas (BRASIL, 1999, p. 52-53).

De acordo com o excerto acima, qualquer forma de experimentação traz resultados favoráveis para o ensino das disciplinas científicas (desde que possibilite aos educandos diferentes percepções conceituais e práticas). No entanto, quando se analisa toda a obra, percebe-se a preferência pela experimentação que enfatiza a relação teoria-experimento, na qual a interdisciplinaridade e a contextualização são fatores indispensáveis.

Uma característica importante desse tipo de experimentação é que ela pode acontecer não somente dentro dos muros da escola, mas pode ser realizada em outros espaços frequentados cotidianamente pelos alunos, tais como, praças, jardins, supermercados, etc. (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Essa diversificação de lugares, onde pode ser realizada, abre uma porta para se trabalhar a interdisciplinaridade, ou seja, ao realizar uma atividade experimental, em quaisquer dos ambientes citados acima, o professor de Física, por exemplo, pode usar conceitos de outras áreas do conhecimento, para explicar fenômenos que estejam sendo observados e estudados na atividade. Isso ajuda os alunos a compreender que a Natureza é muito mais complexa do que se imagina, e que uma completa explicação de um fenômeno, às vezes, pode requisitar conhecimentos não só de Física, mas das outras ciências.

Quanto à contextualização, os PCN's orientam os professores a iniciar o ensino de um conceito a partir de uma contextualização que permita aos alunos se situar no assunto a ser trabalhado. Isso pode ser feito, por exemplo, quando o educador parte de situações concretas, presentes no dia a dia dos estudantes, para, aí então, abstrair o conceito que se quer ensinar. A experimentação pode ser usada com esse intuito – de criar uma situação concreta/real, que possa servir de contextualização ao ensino de algum assunto – desde que seja estruturada para tal função.

Uma orientação que merece destaque ainda está relacionada à valorização do conhecimento prévio dos alunos. De acordo com os PCN's:

O conhecimento prévio dos alunos, [...], é particularmente relevante para o aprendizado científico e matemático. Os alunos chegam à escola já trazendo conceitos próprios para as coisas que observam e modelos elaborados autonomamente para explicar sua realidade vivida, inclusive para os fatos de

interesse científico. É importante levar em conta tais conhecimentos, no processo pedagógico, porque o efetivo diálogo pedagógico só se verifica quando há uma confrontação verdadeira de visões e opiniões; o aprendizado da ciência é um processo de transição da visão intuitiva, de senso comum ou de autoelaboração, pela visão de caráter científico construída pelo aluno, como produto do embate de visões (BRASIL, 1999, p. 52).

Assim, de acordo com o fragmento acima, os estudantes ao chegarem à escola não vêm vazios de conhecimento, trazem consigo um conjunto de informações e saberes, construído socialmente, que afeta diretamente o processo de aprendizagem, quando ignorado pelo professor. A experimentação, quando usada antes do início de uma aula, pode servir de meio para o docente detectar quais conhecimentos prévios seus alunos possuem sobre o assunto que se pretende ensinar. A partir dessa detecção, pode iniciar o conteúdo levando-os em conta.

No item a seguir, dar-se-á início as principais ideias de uma teoria de aprendizagem que valoriza o conhecimento prévio do aprendiz.

1.7 TEORIA DE APRENDIZAGEM

Entre as várias teorias de aprendizagem existentes na literatura de ensino, uma se sobressai pela importância que atribui ao conhecimento prévio do aprendiz e por ser voltada totalmente para a sala de aula. Ultimamente, recebe, por parte de professores e pesquisadores da área de ensino, reconhecimento por mostrar que a ação pedagógica do professor se inicia a partir da detecção daquilo que o aprendiz sabe. Essas informações são referentes à Teoria da Aprendizagem Significativa (AS). Seu criador foi o professor, escritor e médico-psiquiatra David Paul Ausubel² (1918-2008).

Assim como outros adeptos da filosofia cognitivista (como Piaget, Bruner e Novak), Ausubel acreditava que os indivíduos possuíam uma estrutura cognitiva. Tal estrutura é o conjunto total de ideias de um indivíduo e sua organização, ou o conteúdo de uma área de conhecimento e sua organização. Dentro dessa concepção, Ausubel entendia que aprendizagem era sinônima de organização e integração de novas informações na estrutura cognitiva (AUSUBEL apud MOREIRA, 2008).

² Ausubel era filho de judeus imigrantes da Europa Central. Insatisfeito com a educação que teve na infância, repleta de castigos e humilhações, resolveu estudar a psicologia educacional. Seus estudos, o levaram a criar uma teoria de aprendizagem essencialmente voltada para a sala de aula, a qual a chamou de teoria da Aprendizagem Significativa (SILVA; SCHIRLO, 2014).

De acordo com Ausubel, há pelo menos três motivos pelos quais se deve sempre tentar alcançar a aprendizagem significativa, a saber: o conhecimento adquirido de forma significativa é retido e lembrado por mais tempo; a capacidade de entendimento de outros conteúdos é aumentada e uma vez esquecida a nova informação, a reaprendizagem é facilitada (AUSUBEL, 1980 apud PELIZZARI, 2002).

CAPÍTULO 2 – ESTUDO DA HIDROSTÁTICA

Neste capítulo são expostos os conteúdos lecionados em duas aulas teóricas, as quais serviram de suporte para a oficina realizada na turma do 1º ano. Inicia-se o capítulo pela definição de Hidrostática e encerra-se com a conceituação do princípio de Pascal.

2.1 HIDROSTÁTICA

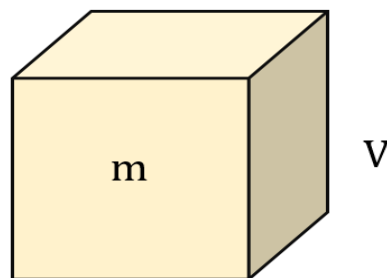
Hidrostática é o ramo da Física que estuda os fluidos em repouso. Entende-se por fluido qualquer substância que pode escoar facilmente e que adquire a forma do recipiente que a contém. Assim, substâncias no estado líquido (como a água, a gasolina e o álcool) e gasoso (como o ar) são exemplos de fluidos.

Vários cientistas contribuíram para o desenvolvimento da Hidrostática, entre eles: Arquimedes (287-212 a.C.) – descobriu o empuxo; Simon Stevin (1548-1620) – provou que a pressão hidrostática é diretamente proporcional à profundidade e Blaise Pascal (1623-1662) – explicou como se dá a transmissão de pressão em líquido em repouso. Para entender essas descobertas, é necessário compreender a definição de duas grandezas escalares: massa específica e pressão.

2.2 MASSA ESPECÍFICA (μ)

Na figura 3, vê-se um cubo maciço de massa m e volume V .

Figura 3 – Ilustração de um cubo maciço



Fonte: Acervo do autor (SOUSA, 2019)

A massa específica (μ) da substância que constitui o cubo pode ser encontrada por meio da seguinte equação:

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

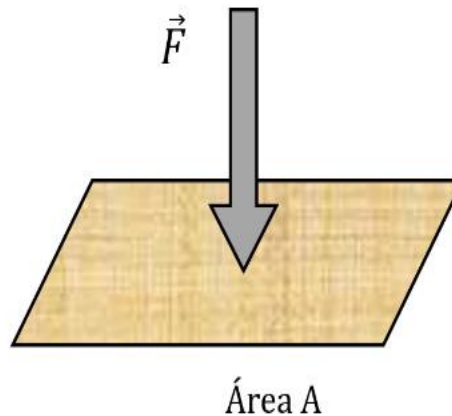
A razão entre a massa de qualquer corpo (maciço ou não) pelo seu volume é definida como densidade ρ . Para corpos maciços $\mu = \rho$.

A unidade de massa específica (e de densidade) no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o kg/m^3 . Mas pode ser representada por qualquer unidade de massa por unidade de volume, por exemplo, g/m^3 , kg/cm^3 , g/cm^3 , etc.

2.3 PRESSÃO

A pressão é definida como a razão entre o módulo de uma força (perpendicular à superfície de aplicação) pela área de aplicação (figura abaixo).

Figura 4 – Força sendo exercida perpendicularmente sobre uma área A



Fonte: Acervo do autor (SOUSA, 2019)

Na figura 4, a pressão que a força \vec{F} exerce na área A é dada por:

$$p = \frac{F}{A} \quad (2),$$

onde F é módulo da força e A é o valor da área de aplicação.

No SI a unidade de pressão é N/m^2 , que equivale a um pascal (Pa).

2.4 PRESSÃO EXERCIDA POR LÍQUIDO EM REPOUSO – LEI DE STEVIN

Os líquidos em repouso exercem pressão nas paredes dos recipientes que os contém e em pontos em seu interior. Foi o engenheiro e matemático Simon Stevin quem descobriu como calcular a pressão exercida por líquidos em repouso. De acordo com ele:

A diferença de pressão entre dois pontos de um fluido em equilíbrio é igual ao produto entre a massa específica do fluido, a aceleração da gravidade e a diferença de profundidade dos pontos.

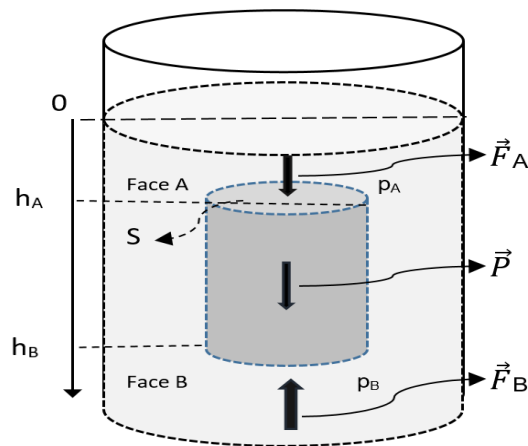
Em termos matemáticos, essa lei assume a seguinte expressão:

$$\Delta p = \mu \cdot g \cdot \Delta h \quad (3),$$

onde Δp é a diferença de pressão entre dois pontos quaisquer de um fluido, μ é a massa específica do fluido, g é o valor da aceleração da gravidade e Δh é a diferença de profundidade entre os pontos considerados.

Uma forma de demonstrar essa lei, para um caso simples, pode ser a seguinte: considera-se um cilindro reto imaginário de massa específica (μ), de área da base S , dentro de um líquido em repouso de mesma massa específica (ver figura).

Figura 5 – Cilindro reto imaginário no interior de um líquido em repouso



Fonte: Adaptado de Alberto Gaspar (2010)

De acordo com a figura 5, as faces do cilindro imaginário, A e B, estão nas seguintes profundidades, h_A e h_B , respectivamente. A altura do cilindro é dada por:

$$\Delta h = h_B - h_A \quad (4)$$

Na face A, o líquido exerce a força \vec{F}_A de sentido para baixo; na face B, o mesmo exerce a força \vec{F}_B de sentido para cima. Como o cilindro está em equilíbrio, a soma vetorial das forças que agem sobre ele deve ser nula. Considerando que as forças laterais se equilibram, e que a força peso do cilindro imaginário seja \vec{P} , tem-se:

$$\vec{F}_A + \vec{F}_B + \vec{P} = 0 \quad (5)$$

Como as forças \vec{F}_A , \vec{F}_B e \vec{P} estão na direção vertical (com \vec{F}_A e \vec{P} com sentido para baixo e \vec{F}_B com sentido para cima) a expressão (5) pode ser reescrita na forma escalar. Utilizando o sistema de referência adotado na figura, fica:

$$F_A - F_B + P = 0 \quad (6)$$

$$F_B - F_A = P \quad (7),$$

onde F_A , F_B e P são os módulos, respectivamente, das forças \vec{F}_A , \vec{F}_B e \vec{P} .

De acordo com a expressão (6), a força resultante das forças de pressões exercidas sobre as faces A e B ($F_A - F_B$) tem sentido para cima, pois, $F_B > F_A$. Mais adiante, dar-se-á o nome de empuxo a essa resultante.

As pressões nas faces A e B do cilindro são dadas por:

$$p_B = F_B/S \quad \rightarrow \quad F_B = p_B \cdot S \quad (8),$$

$$p_A = F_A/S \quad \rightarrow \quad F_A = p_A \cdot S \quad (9)$$

Considerando que o módulo da força peso do cilindro é dado por $P = m \cdot g$ e que a sua massa é dada por $m = \mu \cdot S \cdot \Delta h$, tem-se:

$$P = \mu \cdot S \cdot \Delta h \cdot g \quad (10)$$

Substituindo as expressões (8), (9) e (10) na (7), fica:

$$p_B \cdot S - p_A \cdot S = \mu \cdot S \cdot \Delta h \cdot g$$

$$p_B - p_A = \mu \cdot g \cdot \Delta h \quad (11)$$

Sendo $\Delta p = p_B - p_A$, a expressão (11) torna-se a expressão matemática da lei de Stevin:

$$\Delta p = \mu \cdot g \cdot \Delta h \quad (\text{c.q.d.})$$

Considerando $h_A = 0$ e $p_A = 0$ (não considerando a pressão atmosférica por enquanto) a expressão (11), torna-se:

$$p_B = \mu \cdot g \cdot h_B \quad (12)$$

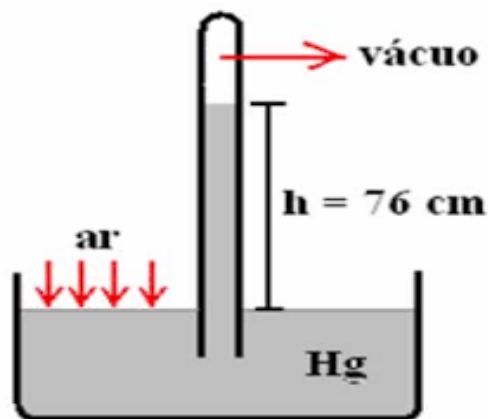
De acordo com essa expressão, a pressão hidrostática p_B , exercida somente pela coluna líquida, é diretamente proporcional à profundidade h_B . Isso explica por que, à medida que se afunda na água, os ouvidos começam a doer. Doem porque aumenta a pressão hidrostática sobre a membrana timpânica.

O aumento de pressão em função do aumento da profundidade explica também porque os submarinos são fabricados com materiais bastante resistentes. Quando estes móveis estão a milhares de metros da superfície do mar, suas paredes experimentam grandes pressões hidrostáticas.

2.5 PRESSÃO ATMOSFÉRICA

Assim como os líquidos, os gases também exercem pressão nas paredes dos recipientes que os contém. Em 1646, o físico italiano Evangelista Torricelli (1608- 1647) comprovou (e mediu) a pressão exercida pela atmosfera terrestre ao nível do mar. Para isso, procedeu da seguinte forma: encheu completamente um tubo de vidro, de aproximadamente um metro, com mercúrio (Hg), em seguida, embocou-o em um recipiente aberto contendo também mercúrio. Quando o líquido entrou em equilíbrio, o sistema adquiriu a configuração ilustrada na figura 6.

Figura 6 – Ilustração da experiência de Torricelli



Disponível em: <<https://images.app.goo.gl/obbcMyvMqywmSqW66>>. Acesso em: 25 jun. 2019.

Para explicar o fato da coluna de 76cm de mercúrio não descer completamente do tubo, Torricelli considerou que o ar atmosférico exercia pressão na superfície do líquido presente no recipiente aberto. Conhecedor dos trabalhos de Stevin, Torricelli calculou a pressão exercida pela coluna líquida e concluiu que ao nível do mar a pressão atmosférica, p_0 , era de, aproximadamente, $1,01 \cdot 10^5$ Pa (ou 76cmHg ou 760mmHg) (Sabe-se que essa pressão diminui com a altitude, assim, no alto de uma montanha, a pressão atmosférica é menor que $1,01 \cdot 10^5$ Pa).

Com a descoberta de Torricelli, deduziu-se a equação fundamental da Hidrostática:

$$p = p_0 + \mu \cdot g \cdot h \quad (13),$$

onde p é a pressão total em um ponto qualquer de um líquido (estando este em contato com o ar), $p_0 = 1,01 \cdot 10^5$ Pa é a pressão atmosférica no nível do mar e $\mu \cdot g \cdot h$ é a pressão exercida somente pela coluna líquida de altura h (também chamada de pressão manométrica).

Para deduzir a equação (13) basta fazer $h_A = 0$, $p_A = p_0$, $p_B = p$ e $h_B = h$ na equação (11).

2.6 PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES

O princípio de Arquimedes diz o seguinte:

Todo corpo mergulhado totalmente ou parcialmente em um líquido em equilíbrio sofre a ação de uma força vertical (chamada empuxo) de sentido contrário ao peso, cujo módulo é igual ao peso do líquido deslocado pelo corpo.

Em linguagem matemática, o módulo da força de empuxo é dado por:

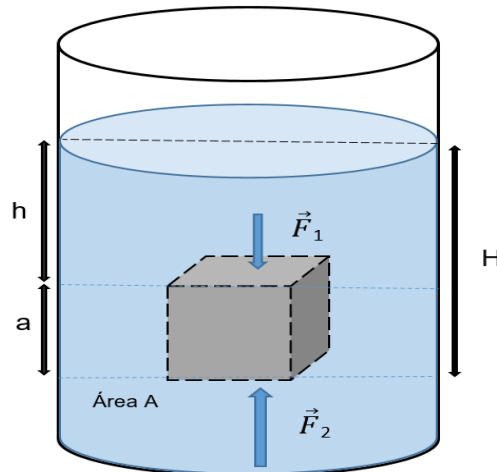
$$E = \mu \cdot g \cdot V \quad (14)$$

em que E é o módulo da força de empuxo, μ é a massa específica do líquido, g é o valor da aceleração da gravidade e V é o volume de líquido deslocado.

A força de empuxo descrita por Arquimedes pode ser explicada com base nas forças de pressão que o líquido exerce sobre qualquer corpo que esteja imerso nele. Para verificar isso, será demonstrado a seguir, a partir das forças de pressão, que a força de empuxo que age em um cubo totalmente imerso em um líquido é dado pela expressão (14).

Para a referida demonstração, deve-se considerar a situação ilustrada na figura 7, onde se vê um cubo de área da base A e aresta a totalmente imerso em um líquido de massa específica μ .

Figura 7 – Cubo totalmente imerso em um líquido



Fonte: Acervo do autor (SOUSA, 2019)

De acordo com a expressão (12), a coluna líquida de altura h exerce uma pressão $p_1 = \mu \cdot g \cdot h$ na superfície superior do cubo, e a coluna líquida H exerce a pressão $p_2 = \mu \cdot g \cdot H$ na superfície inferior. As forças atuantes nas bases do cubo possuem as seguintes intensidades:

$$F_1 = \mu \cdot g \cdot h \cdot A \quad (15)$$

$$F_2 = \mu \cdot g \cdot H \cdot A \quad (16)$$

A diferença entre as intensidades F_2 e F_1 é igual ao valor da força de empuxo atuante no cubo. Dessa forma:

$$E = F_2 - F_1 \quad (17)$$

Substituindo as expressões (15) e (16) na (17), fica:

$$E = \mu \cdot g \cdot H \cdot A - \mu \cdot g \cdot h \cdot A$$

$$E = \mu \cdot g \cdot A (H - h)$$

$$E = \mu \cdot g \cdot A \cdot a \quad (18)$$

Como $A \cdot a$ é igual ao volume do cubo (V), e este é igual ao volume de líquido deslocado, uma vez que o cubo está totalmente imerso no líquido, tem-se:

$$E = \mu \cdot g \cdot V \quad (\text{c.q.d.})$$

Essa expressão pode ser usada para calcular a intensidade da força de empuxo atuante em qualquer corpo totalmente ou parcialmente imerso em um líquido em equilíbrio.

A força de empuxo é a força responsável por deixar os corpos aparentemente mais leves do que realmente são. Uma pedra na água, por exemplo, fica aparentemente mais leve do que fora d' água, isso ocorre devido à força de empuxo que a água exerce sobre a pedra.

2.7 PRINCÍPIO DE PASCAL

Em 1653, o físico e matemático Blaise Pascal descobriu experimentalmente o seguinte princípio hidrostático:

Qualquer acréscimo de pressão exercido em um ponto de um fluido, confinado em um recipiente, é transmitido para todos os pontos do fluido e às paredes do recipiente que o contém.

Em termos matemáticos, têm-se:

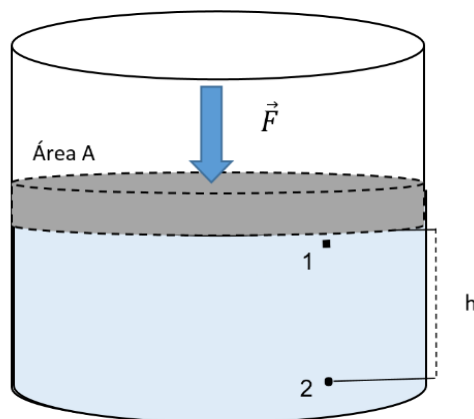
$$\Delta p_1 = \Delta p_2 \quad (19)$$

em que Δp_1 é um acréscimo de pressão no ponto 1 de um fluido confinado e Δp_2 é o mesmo acréscimo de pressão transmitido ao ponto 2.

Embora na época de Pascal seu princípio fosse apenas um fato experimental, hoje é possível demonstrá-lo usando conceitos fundamentais da Hidrostática, como será feito a seguir.

Observando a figura 8, vê-se dois pontos, 1 e 2, de um líquido que está confinado dentro de um recipiente que dispõem de um êmbolo móvel. Os pontos estão separados por uma profundidade h .

Figura 8 – Ilustração de um líquido no interior de um recipiente



Fonte: Acervo do autor (SOUSA, 2019)

Antes de agir a força \vec{F} no êmbolo de área A , a pressão no ponto 1 era p_1 , e no ponto 2 era p_2 ($p_2 = p_1 + \mu \cdot g \cdot h$ (20)). Quando age a força \vec{F} (cujo módulo é F), as pressões em 1 e 2 passam a ser, respectivamente:

$$p_1' = p_1 + \Delta p \quad (21)$$

$$p_2' = p_1' + \mu \cdot g \cdot h \quad (22)$$

em que p_1' é a pressão total no ponto 1, $\Delta p = F/A$ é o acréscimo de pressão (resultado da força \vec{F} sobre A) e p_2' é a pressão total no ponto 2.

Substituindo a expressão (21) na (22), tem-se:

$$p_2' = (p_1 + \Delta p) + \mu \cdot g \cdot h$$

$$p_2' = p_1 + \mu \cdot g \cdot h + \Delta p \quad (23).$$

Sendo $p_2 = p_1 + \mu \cdot g \cdot h$, fica:

$$p_2' = p_2 + \Delta p \quad (24)$$

Assim, as equações (21) e (24) mostram que havendo um acréscimo de pressão Δp no ponto 1 este é transmitido ao ponto 2. Logo, os acréscimos de pressão nos pontos 1 e 2 são iguais:

$$\Delta p = \Delta p_1 = \Delta p_2 \quad (\text{c.q.d.})$$

Algumas aplicações do princípio de Pascal são as prensas e os freios hidráulicos. Esses dispositivos mecânicos são capazes de multiplicar a intensidade de forças relativamente baixas a ponto de “achatar” um carro (prensa hidráulica) ou frear um automóvel em alta velocidade (freio hidráulico).

Ao finalizar esse capítulo, reitera-se que todos os princípios hidrostáticos expostos foram lecionados aos discentes da turma do 1º ano onde foi feita uma pesquisa de campo. No capítulo seguinte, contar-se-á detalhadamente como foi estruturado o referido estudo.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

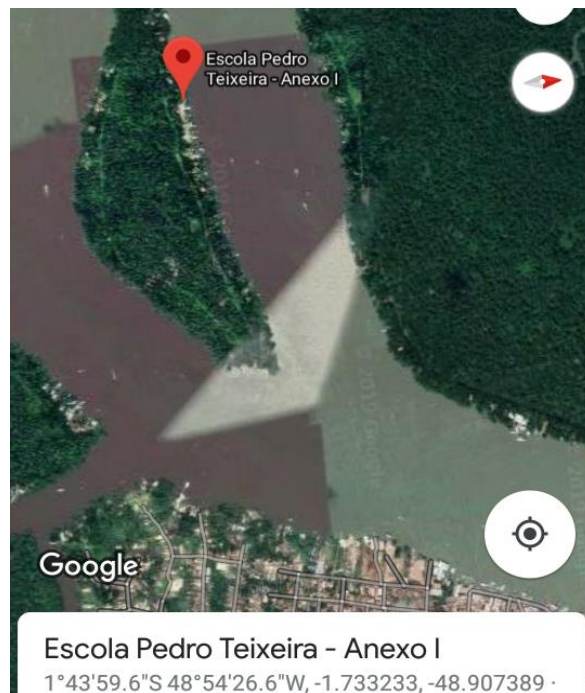
Neste capítulo serão descritos os procedimentos metodológicos utilizados neste trabalho, cujo objetivo geral é inserir a experimentação em sala de aula para promover a associação entre teoria e prática de conceitos de Hidrostática.

3.1 LOCAL DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada na turma do 1º ano do ensino médio da Escola E.E.F.M. Pedro Teixeira – Anexo I; e ocorreu no período de 03 de dezembro de 2018 a 12 de fevereiro de 2019 (ver quadro de cronograma de atividades na escola no apêndice E). Participaram do estudo 13 estudantes e o professor de Física da turma.

A escolha da instituição, localizada nas ilhas de Abaetetuba (Figura 9), a aproximadamente 1,5Km da sede do município, justificou-se pelo fato de todos os alunos matriculados serem ribeirinhos, assim, deparavam-se cotidianamente com fenômenos hidrostáticos, os quais nem sempre eram compreendidos e explicados cientificamente.

Figura 9 – Localização geográfica da escola



Fonte: Google Maps

3.2 HISTÓRICO DA ESCOLA⁵

A Escola E.E.F.M. Pedro Teixeira – Anexo I foi fundada em fevereiro de 2008. Localizada às margens do rio Compompema, atende cerca de 136 estudantes residentes nas localidades Costa Compompema; Furo do Sirituba; Alto, Médio e Baixo Acaraqui; Alto, Médio e Baixo Tauerá; Ilha da Pacoca e Costa Arapapu.

De acordo com a coordenação, a escola foi fundada com o objetivo de atender esses alunos das ilhas, pois em suas localidades não existiam escolas estaduais que pudessem atendê-los, o que obrigava alguns deles, que não queriam parar de estudar, a saírem de suas casas muito cedo (por volta das 4h 30min) para irem estudar em escolas da zona urbana.

Conhecedores dessa realidade, os proprietários do Barracão Santo Antônio cederam-no para que fosse instalada a instituição de ensino (Figura 10). Deste de então, a escola vem buscando formar cidadãos críticos, conscientes e participativos em questões que os dizem respeito como moradores das ilhas e como cidadãos de direitos; ao mesmo tempo, prepara seus alunos para os desafios do mundo educacional e profissional. Nessa busca permanente, a instituição conta com a colaboração de vinte professores licenciados nas diversas disciplinas, um diretor, um vice-diretor, um agente administrativo, um vigia e duas serventes.

Figura 10 – Foto da escola



Fonte: Acervo do autor (SOUSA, 2019)

No que diz respeito à estrutura física da escola (Figura 11), a mesma apresenta alguns problemas: salas de aulas abertas e pequenas, ausência de sala dos professores,

⁵ As informações fornecidas neste item foram obtidas em observações realizadas na instituição e em conversas com a coordenação.

superaquecimento e poluição sonora. Apesar de todos esses problemas, a coordenação, junto com os seus colaboradores, busca, na medida do possível, possibilitar um ambiente agradável aos docentes e discentes para que o processo de ensino-aprendizagem não seja afetado.

Figura 11 – Foto da sala de aula



Fonte: Acervo do autor (SOUSA, 2019)

3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos usados neste estudo foram: Entrevista com o educador; Pré-teste; Aulas teóricas; Oficina; Pós-teste e Questionário investigativo.

O primeiro procedimento visava investigar se o educador usava atividades experimentais em suas aulas. Para isso, foram feitas as seguintes perguntas ao docente: *Em suas aulas, faz uso de atividades experimentais?; Acha importante fazê-las?; Quais as dificuldades enfrentadas para elaborar uma aula prática na escola?* A entrevista foi gravada e depois transcrita. As respostas são apresentadas no capítulo 4 (item 4.1). No item 4.5, apresenta-se uma proposta de intervenção a partir das dificuldades apontadas pelo educador para inserir atividades experimentais em suas aulas. Para manter o seu anonimato, o mesmo foi identificado apenas como PROFESSOR.

O pré-teste foi aplicado a todos os alunos da turma (identificados como A₁, A₂, A₃, ..., A₁₃) e ocorreu no mesmo dia da entrevista com o educador. Seu objetivo era descobrir os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo a ser trabalhado nas aulas teóricas e na oficina. Usou-se o resultado do pré-teste como comparativo ao resultado do pós-teste para

avaliar o rendimento dos alunos (item 4.3 do capítulo 4). A duração de aplicação foi de 20min. No apêndice A, encontra-se o pré-teste. A figura 12 mostra os alunos resolvendo-o.

Figura 12 – Estudantes resolvendo o pré-teste



Fonte: Acervo do autor (SOUSA, 2019)

Uma semana após o pré-teste, foram lecionados em duas aulas teóricas os conteúdos do capítulo 2 para a turma (ver plano de aula no apêndice C). O intuito das aulas era dá suporte teórico aos discentes para que pudessem compreender as experiências que seriam apresentadas na oficina.

A oficina por sua vez aconteceu no final das aulas teóricas. Nesta fase da pesquisa, escolheram-se algumas experiências produzidas com materiais alternativos para serem apresentadas e discutidas com os alunos. O objetivo era que pudessem ajudá-los a entender melhor os princípios vistos nas aulas teóricas ao promover a associação entre teoria e prática. Como o tempo disponível era curto, optou-se em apresentar quatro experiências. Um professor-colaborador gravou a oficina para mais tarde ser analisada. No item 3.4 estão as experiências e os materiais usados para construí-las bem como foram apresentadas. No capítulo 4, no item 4.2, encontra-se a descrição da oficina.

Uma semana após as apresentações das atividades experimentais, aplicou-se aos alunos o pós-teste e o questionário investigativo juntos. Os dois buscavam investigar se a metodologia adotada (aulas teóricas + atividades experimentais) foi facilitadora para uma aprendizagem significativa dos conceitos estudados. O pós-teste e o questionário encontram-se nos apêndices C e D, respectivamente. No capítulo 4 (item 4.3) é feita a análise dos testes, antes e depois, das aulas teóricas e da oficina.

3.4 EXPERIÊNCIAS USADAS NA OFICINA

Durante a oficina, procedeu-se da seguinte forma: antes de fazer qualquer demonstração, procurou-se saber dos discentes o que eles esperavam que acontecesse em cada experiência, para isso eram feitas perguntas relacionadas aos experimentos. Depois, realizava-se propriamente as experiências e discutia-se as explicações prévias dadas por eles. No final, explicava-lhes as demonstrações fazendo uso dos conceitos científicos estudados nas aulas teóricas. Essa metodologia empregada foi, em parte, baseada no artigo de Gaspar e Monteiro (2005) intitulado: **Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky**.

As experiências usadas foram as seguintes:

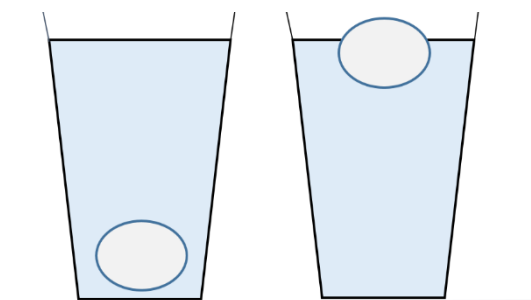
Experiência I – Fazendo um ovo flutuar na água

Esta demonstração experimental foi realizada com um ovo, um recipiente transparente, água e sal de cozinha (cloreto de sódio).

A experiência consiste em colocar o ovo dentro do recipiente com água e mostrar que, ao acrescentar uma considerável quantidade de sal à água, o ovo sai de sua posição inicial (fundo do recipiente) e vai para a superfície do líquido.

Esse fenômeno ocorre, porque, ao acrescentar sal à água, sua densidade aumenta, ficando superior à do ovo. Essa variação de densidade provoca um aumento na força de empuxo, tornando-a superior à força peso. Dessa forma, o ovo fica sujeito a uma força resultante dirigida para cima, o que provoca o seu movimento. Ao chegar à superfície, a intensidade da força de empuxo reduz-se (devido à diminuição do volume de líquido deslocado) igualando-se ao valor da força peso. Assim, o ovo entra em equilíbrio (Figura 13).

Figura 13 – Ilustração da experiência I



Fonte: Acervo do autor (SOUSA, 2019)

Nesta experiência, foram explorados os conceitos de densidade e empuxo e a relação entre os dois. Apesar de ser uma experiência simples, sua demonstração em sala de aula contribui sobremaneira para mostrar, de forma prática, que a flutuação de um corpo depende da densidade do líquido.

Experiência II – Pressionando balões em pregos

Esta demonstração tinha como objetivo mostrar de forma prática que a pressão exercida por uma força é inversamente proporcional à área. Para isso, usou-se como aparatos experimentais uma cama de pregos e dois balões (Figura 14).

Figura 14 – Foto da cama de pregos usada na experiência II



Fonte: Acervo do autor (SOUSA, 2019)

A experiência consiste em pressionar dois balões, simultaneamente, sobre vários pregos e sobre apenas um. Nota-se que aquele pressionado sobre um único prego estoura facilmente, pois a área de contato é pequena, fazendo com que a pressão seja grande o suficiente para estourar o balão. Do outro lado, o balão pressionado sobre vários pregos não estoura de forma fácil, pois sua área de contato é relativamente grande, fazendo com que a pressão nessa região fique pequena.

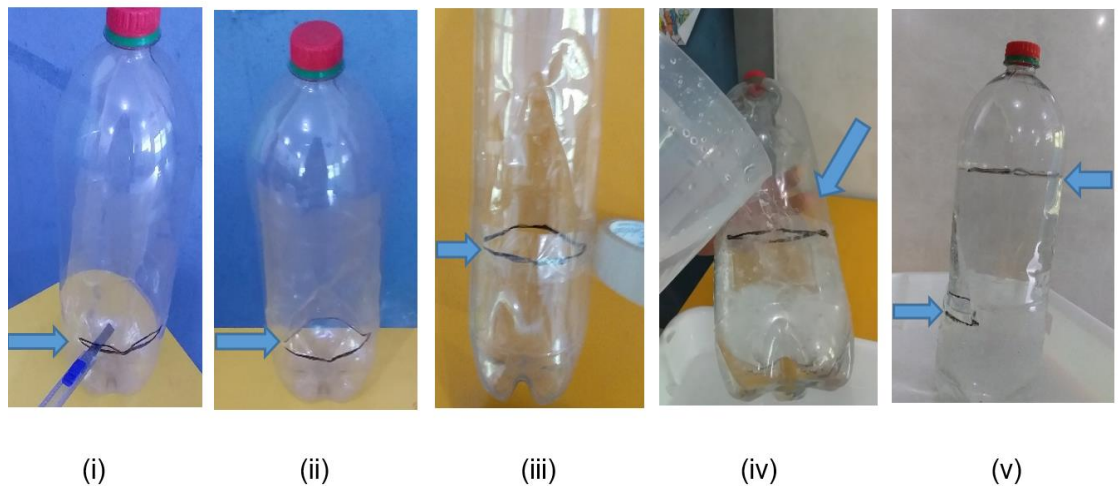
Experiência III – Bebedouro de passarinho

Para esta demonstração, usou-se uma garrafa pet (de 2L) com tampa, fita isolante transparente e água. O intuito da experiência era discutir como funcionava o bebedouro de passarinho e apontar os princípios científicos envolvidos.

Para a sua montagem, deve-se: (i) fazer um corte na parte inferior da garrafa; (ii) amassar a parte superior do corte para dentro da garrafa, (iii) colar uma fita isolante na parte

inferior do corte; (iv) colocar água dentro da garrafa pela parte cortada e, em seguida, virar a garrafa rapidamente (ver passo a passo e como fica a montagem final na figura 15).

Figura 15 – Montagem da experiência III



Fonte: Acervo do autor (SOUSA, 2019)

Como observa-se na montagem final (v), a água que está dentro da garrafa não sai, mesmo o seu nível estando acima do corte. Isso acontece por causa da pressão atmosférica que age sobre a superfície livre da água na região do corte. Em outras palavras, a pressão atmosférica externa é equilibrada pela pressão da coluna de água somada à pressão do ar aprisionado dentro da garrafa.

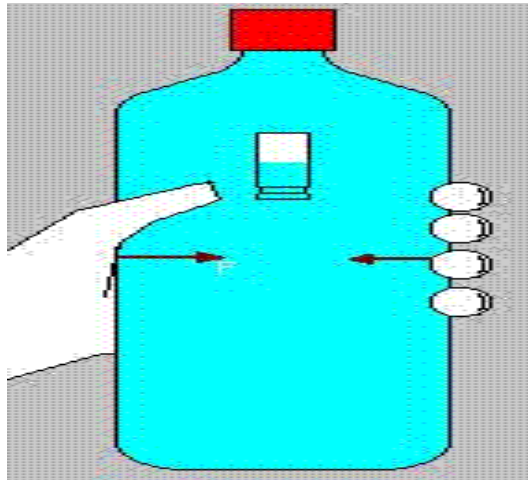
Na realização dessa experiência, explorou-se os conceitos de pressão atmosférica e de pressão hidrostática. Além disso, discutiu-se o que ocorreria se a garrafa estivesse destampada. Para colocar em cheque as ideias prévias dos alunos, fez-se a demonstração nas duas situações.

Experiência IV – Ludião (submarino)

Nesta experiência, utilizou-se como aparatos experimentais uma garrafa pet (2L) com água e uma ampola de vidro pequena de amostra de perfume. A ampola foi usada como miniatura de um submarino (ludião) que desce e sobe no interior da garrafa pet.

A montagem da experiência consiste em encher parcialmente a ampola com água, de tal forma que flutue (mas prestes a afundar). Em seguida, deve-se colocá-la dentro de uma garrafa pet completamente cheia d'água e tampar. Para o ludião descer, basta apertar a garrafa; para subir, deixa-se de apertar (Figura 16).

Figura 16 – Ilustração da experiência IV



Disponível em: <<http://files.fisicasmisterios.webnode.com.br/200000165-9630d972ab/ludi%C3%A3o.gif>>. Acesso em: 25 jun. 2019.

Ao apertar a garrafa, pelo princípio de Pascal, todos os pontos do líquido recebem um acréscimo de pressão. Este faz com que uma certa quantidade de água entre na ampola, tornando o peso total do conjunto maior que a força de empuxo, então, o ludião desce. Ao deixar de pressionar a garrafa, o ar dentro da ampola expande e expulsa a quantidade de água que entrou. Dessa forma, a força peso do conjunto diminui e a ampola volta à superfície.

Durante a realização dessa experiência, foram explorados os conceitos de empuxo, densidade e o princípio de Pascal. Orientaram-se os discentes para que observassem a variação do nível da água no interior da ampola e o tempo, quase que instantâneo, da transmissão de pressão.

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, apresentam-se os resultados apurados na pesquisa e são feitas algumas discussões. Para melhor entendimento, foram organizados nos seguintes tópicos: (4.1) entrevista com o professor; (4.2) descrição da oficina; (4.3) pré-teste e pós-teste e (4.4) questionário investigativo.

4.1 ENTREVISTA COM O PROFESSOR

Esta etapa da pesquisa foi realizada em sala de aula e teve duração de 15min. O professor entrevistado era Licenciado em Ciências Naturais e há 2 anos lecionava a disciplina Física no ensino médio. Suas respostas as três perguntas foram transcritas de forma literal e são apresentadas a seguir.

À primeira pergunta (*Em suas aulas, faz uso de atividades experimentais?*), o docente respondeu:

“Não uso experiências em minhas aulas, mas peço aos alunos que possam ler o livro e fazer algumas que vêm no final de cada capítulo” (PROFESSOR, 2019).

Quando perguntado se achava importante fazer atividades experimentais, respondeu:

“É importante porque chama a atenção dos alunos. Eles ficam mais interessados pela aula. [...] é importante também não só o aluno ver a experiência, é importante ele entender o que está acontecendo para poder explicar depois e comparar com situações que acontecem na vida dele. Com certeza se ele entendeu o que aconteceu na experiência (na demonstração), ele consegue identificar outras situações parecidas” (PROFESSOR, 2019).

Das respostas fornecidas pelo entrevistado, depreende-se que as atividades práticas não fazem parte de sua metodologia de ensino. Todavia, ele acredita que elas são importantes para o ensino de Física, principalmente por serem capazes de motivar os discentes para o estudo da disciplina. Essa forma de pensar do educador, enquadra-o no grupo dos professores de Ciências que não negam os benefícios da experimentação para o ensino, porém, não a usa como ferramenta metodológica em sala de aula.

Quando perguntado quais eram as dificuldades enfrentadas para elaborar uma aula prática na escola, o entrevistado respondeu:

“São muitas – mas vamos lar! Como tu podes ver a escola não dispõe de estrutura, não existe laboratório de Ciências, o tempo das aulas são reduzidos (30min) e são muitos os conteúdos a serem repassados... não dá para inovar com metodologias diferenciadas. Eu trabalho também em outras escolas e por causa disso não me sobra tempo suficiente para planejar aulas desse tipo. Além disso, não tem materiais e equipamentos para fazer as experiências; sem contar na falta de formação para se trabalhar com essas atividades. Eu até me escrevi para fazer um curso na UFPA de Ananindeua, mas, assim, eu pensava que o curso era para ensinar a produzir experiências com materiais de baixo custo, porém, não era para isso. O laboratório já estava pronto, era o próprio laboratório da instituição, os materiais já estavam prontos, só para a gente executar o experimento, aí não serviu para mim, porque não trabalho em escolas que têm laboratórios de Ciências com todos aqueles recursos que tinha lá” (PROFESSOR, 2019).

Como percebe-se na fala do educador, são muitas as dificuldades para inserir a experimentação efetivamente em suas aulas. Algumas citadas, são igualmente referenciadas por Laburú, Barros e Kanbach (2007), Ramos e Rosa (2008), Pena e Ribeiro Filho (2009) em suas pesquisas na área de ensino de Ciências. Nota-se a preocupação por parte do educador em buscar meios (um curso de práticas experimentais) para tornar suas aulas melhores. Infelizmente, as condições estruturais, materiais e instrumentais das instituições em que trabalha acabam pesando bastante em sua prática pedagógica, principalmente quanto ao trabalho experimental. Mesmo assim, parece que, de forma geral, o educador entende bem a importância das atividades práticas no ensino-aprendizagem de Física.

4.2 DESCRIÇÃO DA OFICINA

É descrito a seguir como aconteceu a oficina. Optou-se em demonstrar as experiências de uma só vez para toda a turma, visto que a mesma era formada por poucos alunos e o tempo disponível era curto.

Experiência I – Fazendo um ovo flutuar na água

Nesta demonstração, encheu-se um recipiente transparente com água, em seguida, acrescentou-se um ovo. O mesmo afundou. Então, perguntou-se à turma:

- Baseado no que foi estudado nas aulas teóricas, quem possui maior densidade, o ovo ou a água?

De início, os alunos ficaram em silêncio. Percebeu-se que eles estavam com receio de expor possíveis respostas (talvez por não se sentirem seguros de suas ideias). Explicou-lhes,

então, que naquele momento não existia resposta certa ou errada, que eles poderiam expressar-se de forma livre e que a partir de suas respostas seriam construídas as explicações concernentes com o modelo científico. Diante desse esclarecimento, os alunos apresentaram algumas ideias, que foram assim resumidas (Quadro 1):

Quadro 1 – Resumo das respostas⁶ dos alunos dadas à 1ª pergunta da experiência I

<i>Respostas</i>	<i>Justificativas</i>
<i>O ovo</i>	<i>Porque afunda na água.</i>
	<i>Porque é sólido.</i>
<i>A água</i>	<i>Por ser mais pesada e possuir maior volume.</i>

Fonte: Dados da pesquisa

Como a maioria dos alunos afirmou que o ovo possuía maior densidade porque afundava na água, voltou-se a perguntar:

- É possível aumentar a densidade da água, a ponto de torná-la maior que a densidade do ovo?

Quase todos os discentes afirmaram que sim.

Acredita-se que o fato de se ter comentado sobre o mar Morto e sobre a sua grande concentração de sal, durante as aulas teóricas, pode ter feito os alunos afirmarem, quase por unanimidade, que era possível aumentar a densidade da água. A sustentação dessa ideia, é o fato de, ao perguntar como poderia ser feito isso, os alunos responderam rapidamente que bastaria acrescentar sal à água.

Então, colocou-se sal à água. Passados alguns segundos, tempo necessário para que o sal fosse diluído, o ovo deslocou-se do fundo do recipiente até à superfície da água e ficou com uma parte para fora d'água, flutuando. A figura a seguir mostra a experiência I sendo realizada.

⁶ Optou-se em não citar diretamente todas as respostas, por dois motivos: primeiro, porque esta divulgação de resultado ficaria muito extensa; segundo, porque os alunos mudavam constantemente de respostas, sempre que julgavam que a anterior estava “incorreta”. Assim, resolveu-se resumi-las e enquadrá-las em categorias de respostas. Essa mesma estratégia foi usada na análise de respostas dadas às outras perguntas.

Figura 17 – Realização da experiência I



Fonte: Acervo do autor (SOUSA, 2019)

Diante do fenômeno, perguntou-lhes:

- Ao acrescentar sal à água, qual força aumentou sua intensidade, a força peso do ovo ou a força de empuxo exercida pela água?

As respostas dos alunos foram assim resumidas (Quadro 2):

Quadro 2 – Principais respostas dos alunos à 3ª pergunta da experiência I

<i>Respostas</i>	<i>Justificativas</i>
<i>A força peso do ovo</i>	<i>Porque se acrescentou muito sal à água.</i>
<i>A força de empuxo</i>	<i>Porque o aumento de densidade da água fez o empuxo exercido sobre o ovo aumentar.</i>

Fonte: Dados da pesquisa

Logo após as respostas dos alunos, explicou-lhes a experiência, enfatizou-se que ao acrescentar sal à água apenas a densidade do líquido havia aumentado e que este aumento fez o valor da força de empuxo ficar superior à força peso do ovo, fazendo-o emergir na água. Mostrou-se, em seguida, a fórmula da força de empuxo ($E = \mu.g.V$) para que os alunos pudessem observar como essa força dependia da densidade da água.

Experiência II – Pressionando balões em pregos

Nesta experiência, apresentou-se a cama de pregos aos alunos (Figura 18) e perguntou-lhes:

Figura 18 – Apresentação da cama de pregos



Fonte: Acervo do autor (SOUSA, 2019)

- Se for pressionado dois balões sobre os pregos, qual deles estourará primeiro, aquele que está sobre vários pregos ou sobre apenas um?

Por unanimidade, afirmaram que sobre apenas um prego.

Voltou-se a perguntar:

- Considerando que as forças aplicadas sobre os balões sejam iguais, onde a pressão é maior?

Também por unanimidade, afirmaram que sobre um prego.

Perguntou-lhes novamente:

- Por que a pressão é menor sobre vários pregos?

A respostas foram assim resumidas (Quadro 3):

Quadro 3 – Resumo das respostas dadas pelos alunos à 3ª pergunta da experiência II

<i>Respostas</i>
<i>Porque há muitos pregos.</i>
<i>Porque a área de contato é maior.</i>
<i>Porque com várias pontas, os balões resistem mais..</i>

Fonte: Dados da pesquisa

Convidou-se, então, um dos discentes para que pudesse realizar a experiência fim de constatar as respostas dadas. Uma aluna realizou a experiência, como mostram as figuras 19.

Figura 19 – Aluna realizando a experiência II



Fonte: Acervo do autor (SOUSA, 2019)

Após a realização da experiência, explicou-lhes que as forças exercidas sobre os balões foram praticamente iguais nos dois casos. No entanto, os balões haviam sido pressionados sobre superfícies de áreas diferentes, o que causou pressões diferentes sobre cada balão. Mostrou-se, em seguida, a expressão matemática da pressão ($p = F/A$) e deu-se ênfase, nesse momento, ao fato de a pressão ser inversamente proporcional à área de contato.

Experiência III – Bebedouro de passarinho

Antes de iniciar a experiência, perguntou-se aos alunos se eles sabiam como funcionava fisicamente um bebedouro de passarinho. Nenhum dos alunos quis expor suas ideias prévias. Então, pediu-se aos alunos que pudessem fazer um bebedouro de passarinho com uma garrafa pet, a figura 20 mostra os alunos realizando essa tarefa.

Figura 20 – Alunos construindo um bebedouro de passarinho



Fonte: Acervo do autor (SOUSA, 2019)

Quando terminaram de construí-lo, encheu-se a garrafa com água conforme a figura 15- iv (capítulo 3). Antes de girá-la, perguntou-lhes:

- Quando a garrafa for posicionada verticalmente, o que acontecerá com a água de seu interior?

As respostas foram assim resumidas (Quadro 4):

Quadro 4 – Resumo das respostas dadas pelos alunos à 2ª pergunta da experiência III

<i>Respostas</i>	<i>Justificativas</i>
<i>Vai vazar</i>	<i>Porque a água vai sair pelo corte.</i>
	<i>Porque o peso da água vai empurrar a água para fora.</i>
<i>Não vaza</i>	<i>Porque o ar, externo à garrafa, não permite.</i>
	<i>Porque a tampa da garrafa está fechada.</i>
	<i>Porque o ar de dentro da garrafa não permite.</i>

Fonte: Dados da pesquisa

A grande maioria dos estudantes afirmou que a água não sairia da garrafa, justificando que a causa seria a presença de ar dentro dela. Realizou-se, então, a experiência e, de fato, a água não escoou para fora.

Explicou-lhes que para a água não jorrar era necessário existir uma pressão agindo externamente à garrafa, na região do corte, e que ela deveria ser igual à soma da pressão do ar interno à garrafa com a pressão exercida pela coluna de água. Lembrou-lhes que essa pressão equilibrante era a própria pressão atmosférica (P_0). Em seguida, tirou-se a tampa da garrafa e a água jorrou. Explicou-lhes, então, que ao abrir a garrafa, o ar externo entrava nela, fazendo com que a pressão do ar interno ficasse igual à pressão externa, logo, a água jorrava, pois, a coluna de água ainda exercia pressão na região do corte.

Experiência IV – Ludião (submarino)

Nesta experiência, encheu-se uma garrafa pet com água, em seguida, colocou-se uma ampola de vidro parcialmente cheia de água em seu interior (fez-se de acordo com a figura 16). Antes de realizar a experiência, perguntou-se aos alunos se eles sabiam como um submarino conseguia se locomover verticalmente no fundo do mar. Nenhum deles quis expor ideias prévias sobre o assunto.

Explicou-lhes, então, que alguns submarinos se locomoviam verticalmente variando o seu peso. Para isso, deixavam entrar uma certa quantidade de água em um compartimento em seu interior. Tal ação, fazia seu peso aumentar, ficando maior que a força de empuxo, assim, os submarinos locomoviam-se para baixo. Para voltar à superfície, retiravam a mesma quantidade de água, o peso diminui, então, a força de empuxo fica maior que a força peso e o submarino subia.

Após a explicação, convidou-se um dos alunos para realizar a experiência do ludião. A figura 20 mostra a experiência sendo realizada.

Figura 21 – Aluna realizando a experiência IV



Fonte: Acervo do autor (SOUSA, 2019)

Quando a aluna apertou a garrafa, a ampola desceu. Quando lhe pediu que deixasse de apertá-la, a ampola subiu à superfície. Diante do fenômeno, perguntou-se a todos qual era o princípio hidrostático estudado que explicava o motivo da água entrar na ampola, quando se apertava a garrafa. Nenhum aluno respondeu.

Explicou-lhes que era o princípio de Pascal. Que ao apertar a garrafa, todos os pontos do líquido aumentavam sua pressão, assim, o ar de dentro da ampola era comprimido e uma certa quantidade de água entrava. Como consequência, a densidade do conjunto (ampola + água interna) ficava maior que a densidade da água, então, a ampola afundava. Ao parar de

pressionar, o ar expandia-se, a água saía e a densidade do conjunto ficava menor que a densidade da água, assim, a ampola flutuava.

Como os alunos demonstraram não compreender muito bem a explicação, resolveu-se esquematizar o fenômeno na lousa, como mostra a figura 22.

Figura 22 – Explicação da experiência IV



Fonte: Acervo do autor (SOUSA, 2019)

Em seguida, pediu-lhes que realizassem novamente a experiência, agora, observando o nível de água no interior da ampola, para que comprovassem a explicação. Com os olhares direcionados, notaram, de fato, que a coluna de água aumentava ao apertar a garrafa e que o inverso acontecia ao soltá-la.

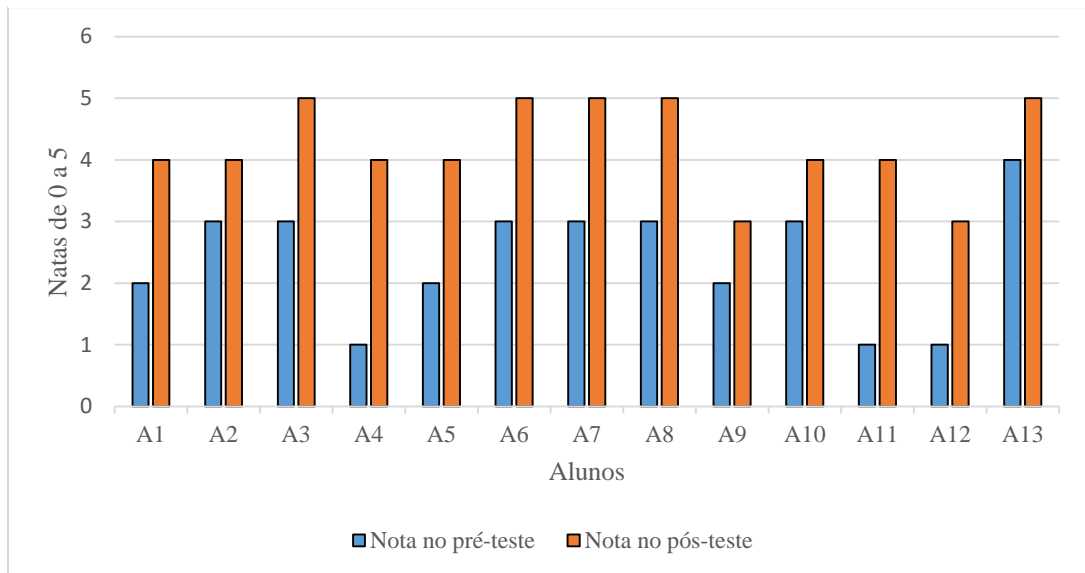
Essa experiência, assim como as outras, possibilitou aos alunos relacionarem conhecimentos teóricos e práticos, intuito desse trabalho. Diferentemente das aulas teóricas, nas quais pouco participaram, na oficina, ficaram muito mais à vontade para expor ideias e interagir com o professor e com os colegas. Isso possibilitou avaliar se haviam compreendido os conceitos ensinados nas aulas teóricas. Percebeu-se que mesmo depois de duas aulas, ainda não compreendiam alguns conceitos, como, por exemplo, o princípio de Pascal. Ao explicar as experiências, revisaram-se esses conceitos e preencheram-se lacunas do que fora ensinado.

4.3 PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE

Como explicado na metodologia, o pré-teste e o pós-teste tinham, respectivamente, os objetivos de verificar os conhecimentos prévios dos estudantes e avaliar o rendimento dos

mesmos após as aulas teóricas e a oficina. Ambos os testes possuíam cinco questões de múltipla escolha, cada uma valendo um ponto. Assim, a nota máxima em cada teste era cinco pontos. Na figura 23 estão os resultados de cada aluno nos testes.

Figura 23 – Gráfico das notas dos alunos no pré e pós-testes



Fonte: Dados da pesquisa

Ao analisar o gráfico, percebe-se que, no primeiro teste, 6 estudantes obtiveram nota inferior a 3 pontos, o que significa que esses alunos erraram mais questões do que acertaram. Além disso, nota-se que nenhum aluno conseguiu obter a nota máxima, mesmo as questões tendo baixo grau de dificuldade. Esse rendimento obtido sinalizou que os alunos possuíam poucos conhecimentos prévios sobre o assunto a ser trabalhado. Sobre isso, indagou-se o educador da turma, que fora professor de Ciências dos estudantes no ensino fundamental, se os jovens haviam estudado nesse nível de ensino os conceitos de densidade e pressão. O mesmo respondeu que sim, porém de forma superficial, o que, na visão dele, contribuiu para o esquecimento.

Ao analisar o pós-teste, por sua vez, nota-se uma acentuada evolução nos rendimentos de todos os discentes. Neste teste, por exemplo, nenhum aluno errou mais de duas questões e cinco deles obtiveram a nota máxima, demonstrando compreender os princípios estudados nas aulas teóricas e na oficina. Além disso, ao contrário do que aconteceu no pré-teste em que houve muitos erros em determinadas questões (por exemplo, 12 estudantes erraram a 2ª e a 5ª), no pós-teste não houve mais de quatro erros numa única questão, mostrando que, de fato, estavam mais seguros de suas respostas.

Esse melhor rendimento no segundo teste, demonstra que houve aprendizagem significativa dos conceitos estudados e que a metodologia empregada (aulas teóricas + atividades experimentais) foi facilitadora para o aprendizado, pois permitiu a aplicação prática dos conceitos estudados.

4.4 QUESTIONÁRIO INVESTIGATIVO

Nesta etapa do estudo foram feitas 8 perguntas aos discentes. No quadro 5 estão resumidos os resultados. Chama-se a atenção para o fato de que em algumas perguntas o número de alunos superou a 13. Isso aconteceu porque nessas perguntas era permitido optar por mais de uma alternativa.

Quadro 5 – Síntese dos resultados obtidos no questionário investigativo

PERGUNTAS	ALTERNATIVAS	Nº DE ALUNOS
1	Matemática	-----
	História	4
	Biologia	3
	Física	8
	Outra(s): Filosofia	1
2	Não	10
	Sim	3
3	Não	12
	Sim	1
	Não lembro	-----
4	Falta de tempo	3
	Falta de materiais	2
	Ausência de Laboratório de Ciências	8
	Outra(s)	-----
5	Não	-----
	Sim	13
6	Não	-----
	Sim	13
7	Fazendo flutuar um ovo na água	4
	Pressionando balões em pregos	2
	Bebedouro de passarinho	3
	Ludião	5
	Nenhum	-----
8	Sim	12
	Não	-----
	Não sei	1

Fonte: Dados da pesquisa

Como observa-se no quadro (1ª pergunta), a maioria dos alunos afirmou gostar da disciplina de Física. Esse resultado diverge do trabalho de Bonadiman e Nonenmacher (2007) ao relatarem grande aversão dos alunos pela disciplina ao chegarem ao 1º ano do ensino

médio. Do ponto de vista pedagógico, esse resultado é bastante favorável à Aprendizagem Significativa, pois segundo o seu idealizador, David Ausubel (1918-2008), a pré-motivação é um fator importante para alcançá-la (PIVATTO, 2013). Além disso, esse gostar dos alunos pode ser bastante útil ao educador ao inserir novas estratégias de ensino que venham melhorar ainda mais as suas aulas.

À segunda pergunta, 10 estudantes afirmaram não achar a disciplina difícil de ser compreendida e apenas 3 discordaram. As suas justificativas foram: *“Eu acho difícil porque tem muito cálculo, parece matemática”* (A₄, 2019); *“[...] tem muita conta e teoria”* (A₉, 2019); *“Acho difícil fazer aquelas contas”* (A₁₂, 2019). Como percebe-se nas falas, a disciplina ainda é bastante confundida com a Matemática, uma vez que se vale dela para descrever fenômenos naturais. Por causa disso, as dificuldades nessa matéria de ensino acabam contribuindo para não compreenderem a disciplina de Física (CAVALCANTE, 2019).

Na terceira pergunta, indagou-se se no ensino fundamental, o professor de ciências tinha o hábito de realizar atividades práticas. Doze alunos afirmaram que não. Esse dado está de acordo com a entrevista do educador, que afirmou não usar atividades práticas em suas aulas devido a algumas dificuldades que enfrentava para realizá-las. Na opinião de 8 discentes, o principal obstáculo à inserção de atividades práticas na escola é a ausência de Laboratório de Ciências, 3 afirmaram não haver tempo suficiente e apenas 2 afirmaram não haver materiais para a realização dos experimentos. Esses dados fazem parte da quarta pergunta e mostram que a maioria dos alunos acha que o Laboratório de Ciências é de suma importância para a realização de aulas práticas.

À quinta pergunta, todos os discentes afirmaram que a experimentação ajuda no ensino de Física. Alguns justificaram suas respostas da seguinte forma: *“[...] com os experimentos fica mais fácil entender o que o professor fala”* (A₅, 2019); *“[...] os experimentos mostram de forma prática o que é estudado”* (A₇, 2019). Nota-se nessas falas o caráter prático da experimentação como algo que aproxima teórica e prática, contribuindo sobremaneira para o entendimento do que é trabalhado em sala de aula.

À sexta pergunta, também todos os 13 alunos afirmaram que a oficina teve papel importante na consolidação e compreensão dos conteúdos das aulas. Alguns justificaram sua resposta, afirmando: *“Nas aulas não prestei muita atenção no que o professor falava, pois, o barulho atrapalhava. Na oficina, prestei atenção e compreendi melhor o assunto”* (A₄, 2019); *“Na oficina, o professor voltou a explicar todos os conceitos, só que de forma prática. Acho*

que isso facilitou a aprendizagem” (A₈, 2019); “ As experiências ajudaram a entender melhor os conceitos porque não ficou somente na teoria e no cálculo” (A₁₀, 2019).

Como nota-se novamente nas falas dos alunos, as atividades práticas realizadas na oficina contribuíram ou ajudaram na compreensão dos conceitos estudados nas aulas teóricas. Conseqüentemente, os alunos obtiveram melhores rendimentos no pós-teste. Isso mostra que a experimentação como auxílio às aulas teóricas é uma estratégia viável àqueles educadores que buscam melhorar as suas aulas a curto prazo e dar mais participação aos discentes.

A prova de que gostaram, de fato, da oficina são os resultados obtidos nas últimas perguntas. Na sétima, 5 alunos afirmaram ter achado o 4º experimento interessante; 4 acharam o primeiro; 2, o segundo e 3, o terceiro experimento. À oitava pergunta, apenas um aluno afirmou não saber se faria, a partir de então, experimentos com o intuito de comprovar a teoria estudada.

Os resultados obtidos no questionário, de forma geral, foram bastante animadores, pois além de ter mostrado que a metodologia empregada foi facilitadora de aprendizagem, apontaram que os alunos estão dispostos a inseri-las em seu processo de ensino. Para ajudar nessa empreitada, a seguir se apresenta uma proposta de intervenção. Não se tem a pretensão de solucionar todos os obstáculos relatados pelo educador e pelos estudantes, no entanto, tem-se a intenção de encorajá-los a tornar as aulas de Física ainda mais dinâmicas e motivadoras através de atividades práticas.

4.5 PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

De acordo com a entrevista do educador e com o questionário investigativo, as principais dificuldades à inserção de atividades experimentais nas aulas de Física são: ausência de Laboratório de Ciências; falta de prática do educador em trabalhar com essa metodologia de ensino; falta de materiais; tempo disponível para elaborar as aulas práticas e reduzida carga horária para lecionar a disciplina.

Quanto aos fatores favoráveis, disponíveis ao docente para enfrentar essas dificuldades, estão: os alunos gostam de estudar a disciplina; acreditam que as atividades experimentais ajudam na aprendizagem e estão dispostos a inseri-las em seu processo de ensino-aprendizagem. Além disso, é válido ressaltar, como um fator favorável, a Natureza em volta da escola, que pode ser explorada e usada em várias aulas práticas.

A primeira orientação a ser dada é a respeito da necessidade do Laboratório de Ciências para a realização de atividades práticas. Como percebe-se no questionário, a maioria dos alunos acredita que a falta dessas atividades na escola está relacionada à ausência desse ambiente escolar. De fato, as atividades deveriam ser realizadas nesse local, onde deveria existir equipamentos e materiais adequados e um técnico de laboratório para auxiliar nas aulas práticas. Mas a realidade das instituições de ensino é outra e são poucas as que dispõem disso tudo, é o que mostra o Censo Escolar de 2018 (NOTAS, 2019).

Diante disso, a experimentação parece ficar mais distante dessas escolas. Para Silva, Machado e Tunes (2010) e Morais e Poletto (2014), no entanto, ela pode acontecer não só dentro do laboratório, mas em sala de aula, no jardim, na rua, na praça, em qualquer lugar em que o ambiente favoreça a sua realização. Estando de acordo com essa ideia, acredita-se ser necessário desmistificar a assertiva de que é indispensável o Laboratório de Ciências nas aulas experimentais e realizá-las em sala de aula (ou explorar a Natureza), uma vez que na instituição de ensino são os únicos ambientes disponíveis.

Em relação à falta de experiência do educador em trabalhar com esse tipo de atividade, sugere-se a visita aos canais virtuais do *You Tube: Física na Prática; Física do Ensino Médio e Manual do Mundo*. Os dois primeiros são coordenados por uma equipe de professores e alunos do IF-USP e da Univesp, e auxiliam professores e alunos do ensino médio a elaborarem atividades práticas nas aulas de Física (UNIVERSO, 2019). Já o canal Manual do Mundo é um pouco mais diversificado, mas também possui excelentes experiências de Física para o nível médio.

Quanto à falta de materiais, ainda nesses ambientes virtuais, ensina-se a construir experiências com materiais alternativos e de baixo custo, tais como: garrafas pet, balões, canudinhos, cano de PVC, etc. Tudo pode servir de material para montagem de experiências.

As demais dificuldades relatadas, acredita-se poderem ser resolvidas através de parceria entre o professor de Física, os outros professores de Ciências, a coordenação e os alunos. Por exemplo, a coordenação pode disponibilizar um tempo a mais para que as atividades possam ser realizadas em sala de aula ou mesmo incentivar os alunos a construírem projetos experimentais para serem expostos à comunidade escolar em Feiras de Ciências. Esse apoio, certamente, ajudará no aprendizado das disciplinas científicas e valorizará o fazer por parte dos professores e dos alunos.

Portanto, essa parceria entre professores-coordenação-alunos pode contribuir bastante para o melhoramento do ensino de Física na instituição de ensino. Além de tornar o ambiente escolar um lugar de diálogos e de múltiplos aprendizados.

4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades experimentais junto com as aulas teóricas mostraram-se como metodologia que facilita a aprendizagem, pois uma complementa a outra. De acordo com os dados coletados, elas tornam as aulas mais atraentes, motivadoras, conseguem tornar os alunos mais participativos e, além disso, ajudam na compreensão significativa dos conceitos estudados.

Apesar desses benefícios, na prática, notou-se que as dificuldades estruturais e de materiais existentes na escola, bem como a falta de habilidade em se trabalhar com atividades práticas acabam impedindo o seu uso efetivo nas salas de aula. Por outro lado, notou-se que tanto o educador como os discentes têm plena consciência da importância dessas atividades para o processo de ensino-aprendizagem. Faltando apenas meios de contornar os obstáculos para a sua efetiva inserção.

No plano dos objetivos delimitados na pesquisa todos foram alcançados. Prendia-se inserir a experimentação em sala de aula para promover a associação entre teoria e prática de conceitos de Hidrostática, e isso realmente foi feito. Como foi mostrado na análise dos pré e pós-testes, os rendimentos dos alunos foram bastantes expressivos mostrando que a metodologia empregada (aulas teóricas + atividades experimentais) foi facilitadora da aprendizagem. A confirmação definitiva foi dada pelos próprios alunos ao afirmarem que a oficina havia os ajudados a compreender melhor os conceitos hidrostáticos.

Apesar desses resultados favoráveis, entende-se que esse estudo poderia ganhar mais credibilidade se o grupo amostral fosse maior e abrangesse tanto escolas do campo como da zona rural, o que mostraria de forma mais ampla os benefícios da experimentação e as dificuldades dos educadores em trabalhar com essa estratégia de ensino. Pretende-se continuar o estudo nessa área e investigar outras questões relacionadas ao uso da experimentação como metodologia facilitadora da aprendizagem em Física.

Por fim, relata-se que houve várias dificuldades para a concretização desse estudo, como a falta de transporte para se chegar à escola e a reduzida carga horária disponível para realizar a oficina. No entanto, com o apoio do professor da turma e da coordenação da escola, todos foram superados e estudo foi concluído. Espera-se que os resultados alcançados possam ajudar não só o educador da turma, mas possa incentivar outros educadores a tornarem as suas aulas mais dinâmicas através de atividades práticas.

4.7 REFERÊNCIAS

ALISON, Rosane Brum; LEITE, Álvaro Emílio. Possibilidades e dificuldades do uso da experimentação no ensino da Física. **Versão Online: Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE**. vol.1, 2016.

ARAÚJO, Kauara Kamila Souza; SILVA, Raphael Pires da; RIBEIRA, Matheus de Sousa; TAVARES, Gilberto Antônio; GENOVESE; Luiz Gonzaga Roversi. A experimentação de um modelo de transporte de água a partir de uma abordagem investigativa. **XXI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA – SNEF**, 26 a 30 de janeiro de 2015.

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 25, n.2, São Paulo – SP, 2003.

AUSUBEL, D. P; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AXT, Rolando; MOREIRA, Marco Antonio; SILVEIRA, Fernando Lang da. Experimentação seletiva e associada à teoria como estratégia para facilitar a reformulação conceitual em Física. **Revista de Ensino de Física**, vol. 12, p. 139-158, 1990.

AZEVEDO, Hernani Luiz; MONTEIRO JÚNIOR, Francisco Nairon; SANTOS, Thiago Pereira dos; CARLOS, Jairo Gonçalves; TANCREDO, Bruno Nogueira. O uso do experimento no ensino da física: tendências a partir do levantamento dos artigos em periódicos da área no Brasil. **VII Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências**. Florianópolis, 2009.

AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella de. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A.M.P. (Org.) et al. **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. 1 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2004. Cap. 2, p. 19 - 33.

BONADIMAN, Helio; NONENMACHER, Sandra E. B. O gostar e o aprender no ensino de Física: uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol. 24, n. 2: p. 194-223, ago. 2007.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, 1999.

CAVALCANTE, Kleber G. **A Importância da Matemática do Ensino Fundamental na Física do Ensino Médio**. Disponível em: <<https://m.educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/fisica.htm>>. Acesso em 04 de junho de 2019.

GALIAZZI, Maria do Carmo; ROCHA, Jusseli Maria de Barros; SCHMITZ, Luiz Carlos; SOUZA, Moacir Langoni de; GIESTA, Sérgio; GONÇALVES, Fábio Pares. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência e Educação**, vol. 7, n.2, Bauru - SP, 2001.

GASPAR, Alberto; MONTEIRO, Isabel Cristiane de Castro. Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, vol. 10, n.º. 2, p. 227-254, 2005.

GAZETA DO POVO. **Pisa de 2018**: estudantes brasileiros continuam entre os piores do mundo. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/educacao/estudantes-brasileiros-continuam-entre-os-piores-no-pisa-2018/amp/>>. Acesso em 03 de dezembro de 2019.

HIGA, Ivanilda; OLIVEIRA, Odisséa Boaventura de. A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos. **Educar em Revista**, Curitiba, Brasil, n. 44, p. 75-92, abr./jun. 2012. Editora UFPR.

LABURÚ, Carlos Eduardo; BARROS, Marcelo Alves; KANBACH, Bruno Gusmão. A relação com o saber profissional do professor de Física e o fracasso da implementação de atividades experimentais no ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, vol.12(3), pp.305-320, 2007.

LEIRIA, Talisson Fernando; MATARUCO, Sônia Maria Crivelli. O papel das atividades experimentais no processo ensino-aprendizagem de Física. **XII CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – PUCPR**, 26 a 29 de agosto de 2015.

LUSTOSA JÚNIOR, José Voste. Ao povo e ao governo: o ideário educacional do manifesto dos pioneiros da escola no Brasil. **Curso de pedagogia da UFPI – Teresina**, 2012.

MARANDINO, Martha; SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Márcia Serra. A experimentação científica e o ensino experimental em Ciências e Biologia. In: **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009.

MORAIS, Edilene Alves; POLETO, Rodrigo de Sousa. A experimentação como metodologia facilitadora da aprendizagem em ciências. **Versão Online: Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE**. vol.1, 2014.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V1(3)**, p. 25-46, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea. Conferência proferida na **XI Conferência Interamericana sobre Enseñanza de la Física**, Guayaquil, Equador, julho de 2013 e durante o **Ciclo de palestras dos 50 anos do Instituto de Física da UFRJ**, Rio de Janeiro, Brasil, março de 2014.

MOREIRA, Marco Antonio. Organizadores prévios e aprendizagem significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, nº .2, vol. 7, p. 23-30, 2008.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teoria da aprendizagem**. São Paulo: EPU;1999.

NASCIMENTO, Maria do Carmo do; AVILAR, Ângela Maria Freire de; PEREIRA, Maria de Fátima do Nascimento; SILVA, Lucielma da Costa. O uso da experimentação como metodologia facilitadora do processo de ensino e aprendizagem de física. **V CONEDU Congresso Nacional de Educação**. Olinda – Pernambuco, 2018.

NEVES, Margarida Saraiva-; CABALLERO, Concesa; MOREIRA, Marco Antonio. Repensando o papel do trabalho experimental, na aprendizagem da Física, em sala de aula – um estudo exploratório. **Investigações em Ensino de Ciências**, vol. 11(3). pp. 383-401, 2006.

NOTAS ESTATÍSTICAS DO CENSO ESCOLAR DE 2018. Brasília/ DF, jan. de 2019.

PELLIZARI, Adriana; KRIEGL, Maria de Lurdes; BARON, Márcia Pirih; FINCK, Nelcy Teresinha Lubi; DOROCINSKI, Solange Inês. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista. PEC**, Curitiba, n. 1, vol. 2, p.37-42, jul.2001-jul.2002.

PENA, Fábio Luís Alves; RIBEIRO FILHO, Aurino. Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971-2006). **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, vol. 9, nº1, 2009.

PIVATTO, Wanderley. Aprendizagem significativa: revisão teórica e apresentação de um instrumento para aplicação em sala de aula. **Revista Eletrônica do Curso de Pedagogia do Campus Jataí-UFG**, Vol. 2, n. 15. 2013.

RAMOS, Luciana Bandeira da Costa; ROSA, Paulo Ricardo da Silva. O ensino de ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências – V13(3)**, pp.299-331, 2008.

RUVER, Vilson Valdemar; BARROS, Marcelo Paes. **Guia para atividades práticas no ensino de Física**. Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de pós-graduação em ensino de Ciências Naturais. Curitiba, 2016.

SÉRÉ, Marie-Geneviève; COELHO, Suzana Maria; NUNES, António Dias. O Papel da experimentação no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis/BRA. vol. 20, n.1, p.30-42, 2002.

SILVA, Maurício Nogueira Maciel; ROCHA FILHO, João Bernardes. O papel atual da experimentação no ensino de Física. **XI Salão de Iniciação Científica – PUCRS**, 09 a 12 de agosto de 2010.

SILVA, Roberto Ribeiro da; MACHADO, Patrícia Fernandes Lootens; TUNES, Elizabeth. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L.; MALDANER, O. A.: (Org.). **Ensino de Química em foco**. Ijuí (RS): Unijuí, 2010. p. 231-261.

SILVA, Sani de Carvalho Rutz da; SCHIRLO, Ana Cristina. **Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel: reflexões para o ensino de física ante a nova realidade social**. Imagens da Educação, vol. 4, n. 1, p. 36-42, 2014.

TRAZZI, Patrícia Silveira da Silva; GARCIA, Junia Freguglia Machado; SILVA, Mirian do Amaral Jonis. Ensinar e aprender em Ciências e Biologia: a experimentação em foco. In: MEIRELES LEITE, S. Q. **Práticas experimentais investigativas em ensino de ciências**. Vitória: IFPA e Secretaria de Estado de Educação do Espírito Santo, 2012.p. 31-35.

UNIVERSO RACIONALISTA. **Instituto de Física da USP oferece aulas práticas na internet**. Disponível em:

<<https://www.google.com/amp/s/universoracionalista.org/amp/instituto-de-fisica-da-usp-oferece-aulas-praticas-na-internet/>>. Acesso em 25 de julho de 2019.

VILAÇA, Frederico Nogueira. Revisão Bibliográfica: a experimentação no ensino de Física. **Bolsista do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência**. São João del Rei/MG, 28 de fevereiro de 2012.

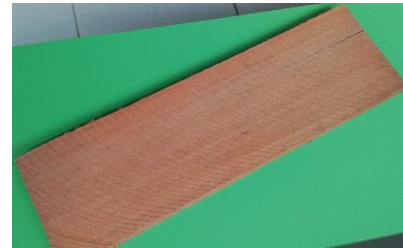
Apêndice A – PRÉ-TESTE

Objetivo: verificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre alguns conceitos de Hidrostática.

Este pré-teste possui 5 (cinco) questões. Em cada uma, deve-se marcar apenas a alternativa correta. Cada questão vale um ponto.

1. Um pedaço de madeira (figura ao lado) possui uma massa de 500g e volume 1000cm^3 . Qual é a **densidade** dessa tábua, em g/cm^3 ?

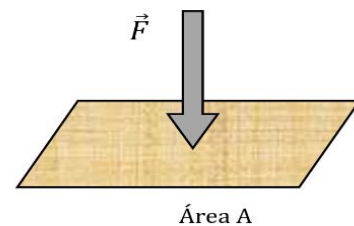
- (a) 3
- (b) 2
- (c) 1
- (d) 0,5
- (e) 0,3



Fonte: Acervo do autor

2. Uma força de 100N é aplicada sobre uma área de 1m^2 . Marque a alternativa que indica a pressão exercida por essa força.

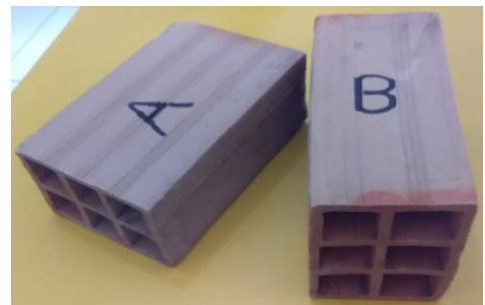
- (a) 50 N/m^2
- (b) 100 N/m^2
- (c) 150 N/m^2
- (d) 25 N/m^2
- (e) 10 N/m^2



Fonte: Acervo do autor

3. Dois tijolos idênticos, A e B, são colocados de diferentes maneiras sobre uma mesa, como mostra a figura ao lado. Marque a alternativa que indica o tijolo que está com **maior** área de contato com a mesa e aquele que exerce **menor** pressão sobre a mesa, respectivamente.

- (a) A, B
- (b) B, A
- (c) B, B
- (d) A, A
- (e) Nenhuma das alternativas anteriores.



Fonte: Acervo do autor

4. João fez uma experiência sobre Hidrostática para um amigo. Prosseguiu da seguinte forma: colocou água em uma garrafa pet, em seguida, furou-a em três lugares de alturas diferentes, A, B e C. Com a tampa retirada, aconteceu o fenômeno mostrado na figura abaixo. Marque a alternativa que indica onde a pressão hidrostática é **maior**.

- (a) Em A
- (b) Em B
- (c) Em C
- (d) Entre A e B.
- (e) Na superfície da água.



Fonte: Acervo do autor

5. (Enem 2012) Um dos problemas ambientais vivenciados pela agricultura hoje 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.

Apêndice B – PLANO DE AULA

Escola E.E.F.M. Pedro Teixeira – Anexo I (Rio Campompema)

Turma: 1º ano do Ensino Médio (tarde)

Pesquisador: Félix Júnior Pantoja de Sousa

Assunto: Hidrostática

Carga Horária Total: 3h (duas aulas de 1h30min)

OBJETIVO GERAL:

- Ensinar os principais conceitos relacionados ao estudo da Hidrostática e preparar os estudantes para a oficina.

CONTEÚDOS:

- Estão presentes no capítulo 2.

METODOLOGIA

Inicialmente será feita uma contextualização sobre o assunto, elencando como surgiu o estudo da Hidrostática. Pretende-se, nesse momento, chamar atenção dos discentes para a importância do estudo, uma vez que seus princípios explicam fenômenos bastante presentes na vida dos estudantes ribeirinhos. Em seguida, serão explicados os conteúdos. Por último, o educador resolverá exercícios de fixação com a turma. Ao final da aula, todos receberão uma bateria de exercícios para solucionarem em suas casas.

RECURSOS

Quadro branco, pincel, livro didático e apostila.

AVALIAÇÃO

Nas aulas, os estudantes serão avaliados através da participação e resolução das atividades.

REFERÊNCIAS

LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. **Física (ensino médio)**. Vol.1, São Paulo: Scipione, 2005.

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física**, vol.1, São Paulo: Ática; 2010.

PENTEADO, Paulo Cesar M.; TORRES, Carlos Magno A. **Física – Ciência e Tecnologia**. Vol.1, São Paulo: Moderna, 2005.

Apêndice C – PÓS-TESTE

Objetivo: visa verificar os conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas e na oficina.

Este pós-teste possui 5 (cinco) questões. Em cada uma, deve-se marcar apenas uma das alternativas. Cada questão vale um ponto.

- 01- Como se chama a força que os fluidos exercem sobre qualquer objeto que esteja parcial ou totalmente imerso neles?
- Força peso.
 - Força magnética.
 - Força de empuxo.
 - Força elástica.
 - Força centrípeta.
- 02- Qual é o princípio hidrostático que explica o funcionamento da prensa hidráulica e do freio hidráulico?
- Princípio de Arquimedes.
 - Princípio de Pascal.
 - Princípio de Stevin.
 - Princípio de Torricelli.
 - Nenhuma das alternativas.
- 03- Se um barco flutua na água é porque:
- a força peso do barco é maior que a força de empuxo.
 - a força de empuxo é maior que a força peso do barco.
 - a força de empuxo é igual à força peso do barco.
 - a densidade do barco é maior que a densidade da água.
 - Nenhuma das alternativas.
- 04- Juliana possui cinco objetos maciços de densidades conhecidas, ver quadro de densidade, em g/cm^3 , ao lado. Sabendo que a densidade da água é 1g/cm^3 e que Juliana vai colocar os objetos na água, quais **afundarão**?
- | Objetos | Densidade |
|---------|-----------|
| I | 0,9 |
| II | 0,78 |
| III | 1,1 |
| IV | 2,1 |
| V | 0,5 |
- I, II e V apenas
 - II, IV e V apenas
 - III, IV e V apenas
 - I e III apenas
 - III e IV apenas
- 05- Márcio aplicou uma força de 200N perpendicularmente sobre a área $A_1 = 2\text{m}^2$, em seguida, voltou a exercer a mesma força sobre uma área 3 vezes maior ($A_2 = 6\text{m}^2$). Marque a alternativa que indica a **maior pressão** exercida por Márcio.
- 150N/m^3
 - 250N/m^3
 - 100N/m^3
 - 50N/m^3
 - 20N/m^3

Apêndice D – QUESTIONÁRIO INVESTIGATIVO

01- Dentre as disciplinas estudadas na escola, quais você acha interessante e gosta de estudar?

Matemática História Biologia Física outra(s):.....

02- Você acha a disciplina de Física difícil de ser compreendida?

Não Sim Por quê?:

03- No ensino fundamental você estudou C.F.B, seus professores usavam experimentos em sala de aula para auxiliar no aprendizado?

Não Sim Não lembro

04- Na sua opinião, qual a principal dificuldade que contribui para a não realização de atividades práticas na escola?

Falta de tempo Falta de materiais Ausência de Laboratório de Ciências
outra(s):.....

05- Você acha que a experimentação (ou atividade prática) ajuda no ensino de Física?

Não Sim Por quê?:

06- As experiências realizadas na oficina ajudaram ou auxiliaram você a compreender melhor os conceitos estudados nas aulas teóricas?

Não

Sim De que forma?:.....

07- Dos experimentos usados na oficina, quais mais chamaram sua atenção?

Fazendo flutuar um ovo na água Pressionando balões em pregos

Bebedouro de passarinho Ludião

Nenhum

08- A partir de hoje, você pretende fazer experimentos para comprovar a teoria estudada?

Sim Não Não sei

Apêndice E – QUADRO DE CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Atividades na escola	Data
Visita prévia à escola	03/12/2018
Exposição do projeto de pesquisa na escola	19/12/2018
Entrevista com o professor e pré-teste	09/01/2019
1ª aula teórica	16/01/2019
2ª aula teórica e a oficina	23/01/2019
Pós-teste e questionário investigativo	30/01/2019
Entrega do pós-teste na escola para servir como 4ª avaliação.	05/02/2019
Visita à escola para informações sobre o histórico da escola	12/02/2019