



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**Utilização de um medidor de vazão como ferramenta didática para estudar
hidrodinâmica**

CLENES DOS SANTOS RIBEIRO

**MARABÁ PA
2022.**

CLENES DOS SANTOS RIBEIRO

Utilização de um medidor de vazão como ferramenta didática para estudar hidrodinâmica

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA polo 29 no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Andréa de Lima Ferreira Novais.

**MARABÁ
2022.**

FICHA CATALOGRÁFICA

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará Biblioteca
Setorial Campus do Taurizinho**

R484u Ribeiro, Clenes dos Santos
 Utilização de um medidor de vazão como ferramentadidática
 para estudar hidrodinâmica. — 2022.
 60 f. : il. color.

 Orientador(a): Andréa de Lima Ferreira Novais. Dissertação
 (mestrado) – Universidade Federal do Sul e
 Sudeste do Pará, Instituto de Ciências Exatas, Mestrado Nacional
 Profissional em Ensino de Física, Marabá, 2022.

 1. Física - Estudo e ensino. 2. Hidrodinâmica. 3. Medidores de
 fluxo. 4. Física (Ensino médio) - Estudo e ensino. I. Novais, Andréa de
 Lima Ferreira, orient. II. Título.

CDD: 22. ed.: 530.07

Elaborado por Renata Souza – CRB-2/1586

**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS-ICE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata da apresentação e defesa de dissertação de Mestrado intitulada: “UTILIZAÇÃO DE UM MEDIDOR DE VAZÃO COMO FERRAMENTA DIDÁTICA PARA ESTUDAR HIDRODINÂMICA” para concessão do grau de Mestre em Ensino de Física, realizada às 15:00 horas do dia **01 de dezembro de 2022**, de forma remota, via Google Meet, link da defesa: <https://meet.google.com/gwa-cuek-byr>. A dissertação foi apresentada durante 50 minutos pelo mestrando: **Clenes dos Santos Ribeiro**, diante da banca examinadora aprovada pela Sociedade Brasileira de Física, assim constituída, membros: Profa. Dra. Andréa de Lima Ferreira Novais (Orientadora/Presidente), Prof. Dr. Érico Raimundo Pereira de Novais (Membro Interno) e Profa. Dra. Divanizia do Nascimento Souza (Membro Externo). Em seguida, o mestrando foi submetido à arguição, tendo demonstrado suficiência de conhecimento no tema objeto da dissertação, havendo à banca examinadora decidido pela Aprovação da dissertação. Para constar, foram lavrados os termos da presente ata, que lida e aprovada recebe a assinatura dos integrantes da banca examinadora e do mestrando.



Profa. Dra. Andréa de Lima Ferreira Novais
(Unifesspa - Orientadora/Presidente)



Prof. Dr. Érico Raimundo Pereira de Novais
(Unifesspa - Membro Interno)



Profa. Dra. Divanizia do Nascimento Souza
(UFS - Membro Externo)



Clenes dos Santos Ribeiro
(Mestrando)

DEDICATÓRIA

Dedico a Deus, em primeiro lugar, mas também a minha família, aos meus professores e a todos que de uma forma ou de outra estiveram ao meu lado ao longo dessacaminhada.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil – CAPES – Código de Financiamento 001.

À Deus sem o qual eu não estaria aqui.

Aos meus pais que apesar de analfabetos compreendem a importância do conhecimento sempre me incentivaram em toda essa jornada.

A Professora Dra. Andréa De Lima Ferreira Novais pela dedicação e paciência na minha orientação.

Ao meu amigo Junior Adriano de Menezes que muito contribuiu nessa caminhada, na troca de ideias e todo o processo de desenvolvimento do trabalho. A Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA.

Aos meus colegas de curso pela cumplicidade e companheirismo nessa caminhada.

Ao corpo docente dessa instituição pelo esforço, solidariedade e principalmente com o compromisso pela qualidade do ensino.

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro disponibilizado por meio da bolsa concedida.

A Sociedade Brasileira de Física (SBF) por coordenar um estudo de Pós-graduação dessa engenharia em praticamente todo o país.

A todos que de uma forma ou de outra contribuíram com o presente trabalho e que também se interessarem por essa proposta de ensino e assim reitero o meu muito obrigado.

RESUMO

O presente trabalho parte do pressuposto de que o processo de ensino-aprendizado praticado nas escolas deve acompanhar a evolução tecnológica e que essa evolução precisa ser ensinada levando em consideração a realidade do discente. A partir dessa premissa é que este trabalho descreve os conceitos de hidrostática e hidrodinâmica, mais especificamente a vazão de um fluido a partir de um medidor de vazão para auxiliar na aprendizagem significativa e para tanto o trabalho teve como alicerce a Teoria de Aprendizagem Significativa (Aprendizagem Significativa de Joseph D. Novak). O medidor de vazão foi aplicado para estudantes do 2º ano do ensino médio da Escola Estadual José Neves de Oliveira, na cidade de Itinga-MA. Para a realização do presente trabalho foram adotadas 4 etapas, na primeira etapa, o professor aplicou um questionário prévio para avaliar o quanto os estudantes sabiam sobre os conceitos de hidrodinâmica, foi possível observar que a maioria dos estudantes desconheciam os conceitos básicos de hidrodinâmica. Em seguida, o professor realizou uma aula expositiva sobre alguns conceitos de hidrodinâmica e apresentou um vídeo sobre o assunto. Na terceira etapa, os estudantes com o auxílio e supervisão do professor utilizaram o medidor de vazão para realizar as medições. Por fim, um novo questionário, foi possível verificar que houve aprendizagem significativa.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de física. Hidrodinâmica. Medidor de vazão.

ABSTRACT

The present work assumes that the teaching-learning process practiced in schools must follow the technological evolution and that this evolution needs to be taught taking into account the reality of the students. From this premise is that this work describes the concepts of hydrostatics and hydrodynamics, more specifically the flow of a fluid from a flow meter to assist in meaningful learning and for that the work was based on Joseph's Theory of Meaningful Learning D. Novak. The flow meter was applied to students of the 2nd year of high school at the José Neves de Oliveira state school, in the city of Itinga- MA, rural area of Marabá-PA. To carry out the present work, 4 steps were adopted, in the first step, the teacher applied a previous questionnaire to assess how much students knew about the concepts of hydrodynamics, where it was possible to observe that most students were unaware of the basic concepts of hydrodynamics. Then, the teacher held a lecture on some concepts of hydrodynamics and presented a video on the subject. In the third stage, the students, with the help and supervision of the teacher, used the flow meter to perform the measurements. Finally, a new questionnaire was applied where it was possible to verify that there was significant learning.

KEYWORDS: Physics teaching. Hydrodynamics. Flowmeter.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tensões normais e tangenciais.....	21
Figura 2: Em (a) Recipiente cheio de fluido com um pequeno sensor de pressão, em (b).A pressão é medida pela posição relativa do êmbolo móvel.....	22
Figura 3: Força aplicada em uma determinada área.....	22
Figura 4: Teorema de Stevin.....	23
Figura 5: Demonstração do princípio de Pascal.....	24
Figura 6: Princípio de Arquimedes.....	25
Figura 7: Fluido escoando da esquerda para a direita com vazão constante por um segmento de tubo de comprimento L	27
Figura 8: Tubo de fluxo é definido pelas linhas de fluxo mais afastadas do eixo do tubo.....	30
Figura 9: Respostas dos estudantes sobre o significado do termo hidrodinâmica.....	34
Figura 10: Resposta dos estudantes sobre se o ar é um fluido.....	35
Figura 11: Respostas dos estudantes em relação a se o ar pode ser considerado como um fluido.....	35
Figura 12: Respostas dos estudantes em relação ao conhecimento do termo vazão de líquidos.....	36
Figura 13: Respostas dos estudantes em relação a se os líquidos exercem pressão.....	36
Figura 14: Etapas da aplicação do produto em uma turma do 2 ^o ano.....	37
Figura 15: Grau de acertos dos estudantes antes da aplicação do produto educacional.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela1: Densidade de alguns líquidos..... 21

Tabela 2: Modelo de tabela utilizada pelos estudantes no momento da aplicação do
produto.....41

LISTA DE SIGLAS

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

PCN's - Parâmetros Curriculares Nacionais

LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação

DCN - Diretrizes Curriculares Nacionais

PNE - Plano Nacional de Educação

SUMÁRIO

Ficha Catalográfica	03
Dedicatória	04
Agradecimento	05
Folha de Aprovação	06
Resumo.....	07
Abstract.....	08
Lista de Figuras	09
Lista de Tabelas	10
Lista de Siglas.....	11
Sumário	12, 13
CAPÍTULO I	
1 INTRODUÇÃO	14
1.1. Objetivos	14
1.1.1 Objetivo Geral.....	15
1.1.2 Objetivos Específicos	15
1.2 Justificativa	16
1.3 Importância do Conceito de Hidrodinâmica no Ensino Médio	16
CAPÍTULO II	
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1. Teoria da Aprendizagem Significativa de Novak	18
2.2. Tópicos de Física	19
2.2.1. Fluidos	19
2.2.2. Massa Específica e Densidade	20
2.2.3. Pressão em um Fluido	22
2.2.4. Teorema de Stevin	22
2.2.5. Princípio de Pascal	23
2.2.6. Princípio de Arquimedes	25
2.2.7. Fluidos em Movimento	26
2.2.8. Equação da Continuidade	26
2.2.9. Vazão	29
CAPÍTULO III	
3 METODOLOGIA	30
3.1 descrição da Intervenção Metodologica	30

3.1.1 Etapas da sequencia didatica	31
3.1.1.2 1ª Aula	31
3.1.1.3 2ª Aula	31
3.1.1.4 3ª Aula	32
CAPÍTULO IV	
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 Questionário Antes da Aplicação do Produto Educacional	34
4.2 Aula Expositiva Sobre Hidrodinâmica.....	37
4.3 Aplicação do Produto Educacional (medidor de vazão)	38
4.4 Questionário Após Aplicação do Produto Educacional	42
CAPÍTULO V	
5 CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	
A: Questionário Antes da Aplicação do Produto Educacional	45
B: Questionário Após Aplicação do Produto Educacional	46
APÊNDICE	
Produto Educacional	46
Manual de produção do Medidor da Vazão	48

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO

A educação no século XXI está relacionada a uma variedade de ferramentas educativas grande potencial de acesso as informações, por esses motivos é defundamental importância que o processo de ensino aprendizado praticado nas escolas acompanhe essa evolução, contudo, o que acontece em grande parte nas escolas brasileiras é um ensino desestimulante e pouco atraente (TAVARES, 2018).

No que se refere a disciplina de Física, os estudantes do primeiro ano do ensino médio das escolas públicas brasileiras aprendem apenas cinemática. Embora os conteúdos que envolvem os conceitos de hidrostática e hidrodinâmica façam parte cotidiano, em muitos casos, são estudados apenas o equilíbrio estático dos corpos e discussões acerca dos conceitos de pressão em um ponto no interior de um fluido em equilíbrio e no empuxo exercido em um corpo imerso em um fluido em repouso, conceitos que compõem a hidrostática. O estudo de fluidos em movimento, da hidrodinâmica, são raramente abordados. Uma das explicações para a situação do tema é por .Entretanto, algumas simplificações podem ser realizadas como: distinguir dois tipos principais de fluxo de um fluido, podendo ter uma melhor compreensão dos conceitos.

O formato de aulas adotadas em algumas instituições de ensino no Brasil não motiva nos estudantes a vontade de aprender, uma vez que o próprio docente necessita aprender a aprender para ensinar os estudantes (TAVARES, 2018). O conteúdo abordado nas aulas precisa estar em conformidade com a realidade dos discentes dessa premissa é possível afirmar se faz urgente haver uma profunda mudança no processo de ensino e aprendizagem (NOVAK, 1981).

As escolas são detentoras do discurso em que o ensino deve ser obrigatoriamente centrado nos estudantes, no entanto, o que é observado nas práticas educativas desenvolvidas por parte das instituições de ensino é focada ainda na memorização dos conteúdos ministrados ainda se perpetua, pois o que é avaliado é o resultado da prova, e não se os discentes obtiveram compreensão, o entendimento e/ou até mesmo uma significação do conteúdo ministrado. Com relação à disciplina de física na atual Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ela se apresenta como unidades curriculares no lugar de “temas estruturantes” dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN’s) e em eixos formativos em detrimento das chamadas “competências gerais”. Assim observa-se uma ruptura com os PCNs, já que neste a finalidade dos conteúdos é o desenvolvimento de competências e habilidades e essa separação

eleva a importância do conteúdo, trazendo um ensino mais tradicional, conteudista.

O ensino de física traz aos discentes a capacidade de interpretar fatos e fenômenos da natureza, tendo assim uma visão dinâmica e holística do mundo, além de permitir a cidadania das concepções do mundo que os rodeiam. Os estudantes consideram a física como uma das disciplinas mais difíceis (PASQUALETO; VEIT; ARAÚJO, 2017). Essa concepção pode ser explicada por uma série de fatores como a necessidade de se interpretar fenômenos e associá-los a equações matemáticas, contudo a física permite o envolvimento dos estudantes em situações inovadoras proporcionando um engajamento que os levam a interpretação e a compreensão dos fenômenos bem como a resolução de diversos problemas.

A presente dissertação traz em seu bojo uma sequência didática que aborda os conceitos de hidrostática e hidrodinâmica e tem como objetivo oferecer aos professores de Física uma ferramenta a ser aplicada nas turmas do primeiro ano do ensino médio. Além de apresentar um produto educacional denominado de medidor de vazão como ferramenta didática para estudar hidrodinâmica todo o estudo é baseado na concepção de Novak que descreve que a aprendizagem significativa deve incentivar a investigação e o interesse dos estudantes, ou seja, deve haver uma relação entre o ensino e a aprendizagem focada no aprender fazendo.

Objetivos

1.1 Objetivo Geral

Estudar os conceitos de hidrodinâmica, mais especificamente a vazão de um fluido a partir de um medidor de vazão (roda d'água) para auxiliar na aprendizagem significativa.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Utilizar a teoria da aprendizagem de Novak como ferramenta para auxiliar no processo ensino e aprendizagem;
- Entender os conceitos introdutórios de hidrodinâmica como base para a compreensão do conceito de vazão;
- Usar o produto educacional construído em atividades na zona rural de Marabá;
- Explicar aos discentes a finalidade e a importância de um medidor de vazão, e porque este equipamento se torna útil em comunidades da zona rural.

1.3. Justificativa

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) de 1996 descreve que o currículo nacional deve ter uma preocupação voltada para características regionais. Essa proposta foi reforçada na Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) no ano de 2012 e atualmente é abordada no Plano Nacional de Educação (PNE) como uma das metas para educação no que se refere a próxima década. Foi a partir da preocupação descrita pela LDB em 1996 em relação a uma educação que respeite as características regionais que o presente trabalho se baseou.

1.4. Importância do Conceito de Hidrodinâmica no Ensino Médio

A partir do Programme for International Student Assessment (PISA) (2012) e do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) (2011-2013) que tratam dos indicadores de avaliação de desempenho do Brasil é possível verificar que há urgência de se pensar em estratégias para melhorar o processo ensino-aprendizagem no Brasil. Essa realidade torna-se ainda mais preocupante quando trata-se da disciplina de Física, uma vez que os estudantes apresentam dificuldades em interpretar problemas, utilizar a matemática para quantificar e demonstrar os fenômenos Físicos.

O ensino e aprendizagem de Física apresentam grandes desafios, como buscar formas de aproximar os conteúdos de ensino ao cotidiano e procurar temas de grande relevância que desperte interesse nos alunos. Uma maneira cada vez mais utilizada pelos professores é a produção e aplicação de experimentos de baixo custo que retrate fenômenos do cotidiano que podem ser descritos pela física e assim possa auxiliar no processo didático-pedagógico. Um dos conceitos comumente utilizados pelos professores é o de hidrodinâmica que é um tema importante no estudo da mecânica e está presente no nosso cotidiano. Nas escolas trabalha-se os assuntos referentes à hidrostática com noções introdutórias de densidade e pressão de fluidos, tensão superficial, pressão atmosférica, e ainda os teoremas de Stevin e Pascal que também abordam conceitos básicos de densidade e pressão e o teorema de Arquimedes que trata das forças de empuxo característica dos fluidos sendo quase sempre desestimulantes. Por outro lado, a hidrodinâmica, que abrange situações comuns vivenciadas por todos no cotidiano, é negligenciada.

Para Beatriz Alvarenga (2000), o termo hidrostática se refere ao estudo dos fluidos em repouso. Ou seja, hidrostática é o estudo de qualquer líquido em equilíbrio e fluido uma substância que pode escoar facilmente e que muda de forma sob a ação de pequenas forças, na qual inclui os líquidos e os gases. Segundo Halliday & Resnick (2009), Pascal em 1653

enunciou que a pressão é diretamente proporcional a força e inversamente proporcional à área, sendo que esta se distribui de maneira uniforme por todos os pontos do fluido e provou experimentalmente este princípio. Em 2009, Oliveira descreveu o uso de elementos históricos como agente facilitador do aprendizado da Mecânica dos Fluidos a nível Médio.

Outra importante perspectiva do estudo de hidrostática é através da realização de uma abordagem histórica, a qual apresenta-se como uma ferramenta de fundamental importância, porque favorece uma aprendizagem significativa da Física pela possibilidade de compreensão do conteúdo que está sendo estudado, como também uma metodologia que promove um melhor entendimento dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento. Segundo Brennan, em seu livro *Gigantes da Física*, Arquimedes (287 –212 a.C.) foi o primeiro a descrever os conceitos de hidrostática teoricamente além de fazer uso prático:

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

Diante da contextualização realizada é perceptível que a inserção de experimentos nas aulas de física é fundamental para a assimilação e associação teórico-prática a qual é capaz de promover uma aprendizagem significativa dos conteúdos abordados. Além de serem importantes recursos para investigação de como se dá as percepções de determinado fenômeno físico no cotidiano e perspectivas de envolvimento com o meio acadêmico-científico, podendo despertar o interesse ainda que inicial para aprendizagem e possível imersão no campo científico.

Nesse contexto, o presente trabalho produziu um experimento denominado de medidor de vazão, que está associado ao tema de hidrostática com uma transposição didática para o ensino básico, especificamente nos anos finais do ensino fundamental (nono ano), com relevância para possível aplicação também no ensino médio. Para tanto, o presente trabalho utilizou concepções de Joseph Donald Novak para melhor descrever a utilização do experimento de hidrodinâmica sobre vazão de um líquido como ferramenta facilitadora no processo ensino e aprendizagem.

O motivo pelo qual resolvi desenvolver o produto educacional, partiu da ideia de que Itinga do Maranhão, cidade onde leciono há mais de 20 anos ser uma cidade cercada por rios

e as margens desses rios residem muitas das famílias dos alunos, e um dos problemas que essas famílias enfrentam são as cheias dos açudes (criatórios de peixes) nos períodos de inverno que vão de dezembro á maio, em função dessas cheias são causados muitos prejuízos a essas comunidades, pensando em buscar soluções que amenizasse essa problemática é que possível se pensar na proposta da construção de um medidor de vazão, que viesse diminuir a quantidade de água dos açudes afim de que estes não “sangrasse” com o volume de chuva que cai durante esse período. Ao trabalhar o conteúdo de Física Hidrostática e dentro desse assuntos os subtemas fluidos, vazão de fluidos, pressão entre outros, passou-se a discutir com a turma a inserção deste assunto no cotidiano, através dos relatos orais dos alunos, chegou-se a conclusão de que era necessário se criar um produto que pudesse ser útil a minimizar os efeitos causados pelas chuvas nos açudes de peixes.

Outro fator que motivou-me na construção do medidor de vazão foi também o fato de que possuo uma propriedade rural e nesta tenho uma plantação de açaí, ao observar que alguns pontos do terreno da propriedade era muito encharcado por águas, vi que este problema poderia ser solucionado com a utilização medidor de vazão, que ao ser posto em prática no terreno viria desencharcar essas regiões, tornando a area propícia para plantação de açaí. Unindo assim as duas problemáticas foi possível realizar a produção e execução deste produto educacional, que além de ser uma ferramenta que pode favorecer melhorias no dia a dia das famílias, pode se também por meio deste ensinar conceitos de hidrostática, proporcionando assim melhorias no ensino e na aprendizagem de Física dos alunos.

CAPÍTULO II

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa de Novak

Joseph Donald Novak formou-se em Ciências e Matemática em 1952, concluiu seu Mestrado em Ciências da Educação em 1954, graduação em Biologia e Ciências da Educação em 1958, todas as titulações foram obtidas na Universidade de Minnesota (MOREIRA, 2011). Novak, é coautor da segunda edição do livro da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (MOREIRA, 2011).

A teoria desenvolvida por Novak esta alicerçada na ideia de que os seres humanos pensam, sentem e fazem, segundo ele, ao levar em consideração cada um destes pontos os indivíduos podem melhorar à sua maneira de agir. Qualquer evento educativo é uma ação para trocar significados (pensar) e sentimentos entre o aprendiz e o professor (MOREIRA, 2011).

Novak parte da ideia de que a educação é o conjunto de experiências (cognitivas, afetivas e psicomotoras) que contribuem para o engrandecimento do indivíduo. Para Novak os cinco elementos que alicerçam a educação são: o aprendiz, o professor, o conhecimento, o contexto e a avaliação.

Novak vem com uma proposta mais ampla, da qual a teoria da aprendizagem significativa é parte integrante. Partindo do princípio de que educação é o conjunto de experiências (cognitivas, afetivas e psicomotoras) que contribuem para o crescimento do indivíduo para lidar com a vida cotidiana. Ele chega ao que chama de uma teoria de educação (NOVAK, 1981). A teoria da Aprendizagem significativa de Novak está presente no cotidiano dos estudantes que estão com mais acesso às informações, tornando-os mais exigentes quanto ao compartilhamento de significados da aprendizagem. Essa realidade mostra que o ensino acontece quando o significado do material que o aluno capta é o significado que o professor pretende que esse material tenha para o aluno (GOWIN, 1981).

2.2 Tópicos de Física

No primeiro momento realizamos um estudo a respeito dos conceitos relacionados a estática dos fluidos, ou seja, os fluidos em equilíbrio. Para melhor descrever os fenômenos relacionados a estática dos fluidos decoremos os conceitos básicos de massa específica e densidade, pressão em um fluido, teorema de Stevin, princípio de Pascal e de Arquimedes e tensão superficial. Em seguida, uma descrição dos conceitos que compõem a dinâmica dos fluidos, ou seja, os fluidos em movimento como por exemplo a equação da continuidade e o conceito de vazão.

2.2.1 Fluidos

Os fluidos estão presentes em muitos aspectos do nosso cotidiano; bebemos, respiramos e nadamos em fluidos. Denomina-se fluido qualquer substância que pode escoar ou fluir, por exemplo, os líquidos e gases (HUGH, 2003). Um líquido tem definido, mas não a forma: mantendo um volume, amolda-se ao recipiente que contém. Um gás não tem nem forma nem volume bem definido, expandindo-se até ocupar todo o volume do recipiente que contém (NUSSENZVEIG, 2002).

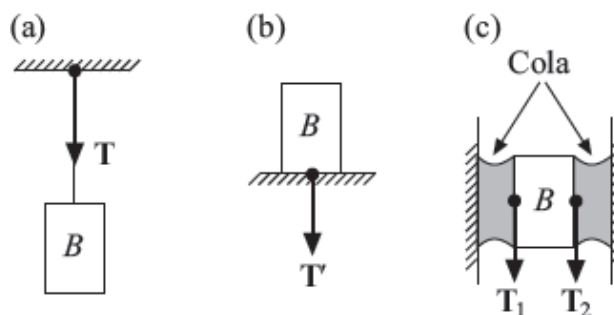
Os fluidos se amoldam aos contornos do recipiente que os contém porque não resistem às tensões de cisalhamento, sendo assim, não possuem forma definida (NUSSENZVEIG, 2002). A força por unidade de área chama-se *tensão*, e é preciso distinguir entre tensões

normais e tangenciais às superfícies sobre as quais atuam. As reações iguais e contrárias a esse deslizamento, opostas pela cola solidificada, equilibram o peso do bloco, sustentando entre as paredes.

A Figura 1 amostra diferentes tipos de tensões normais e tangenciais. Em (a), o bloco B suspenso por um fio do teto, exerce sobre um elemento de superfície do teto uma tensão \mathbf{T} *normal* de tração. Em (b), o bloco apoiado no chão, exerce sobre um elemento de superfície do mesmo uma tensão \mathbf{T}' , também *normal de compressão*, ou, simplesmente, uma pressão.

Em (c) está colado entre duas paredes. Em elementos da superfície de contato com o bloco com a cola, ele exerce sobre a mesma tensões tangenciais \mathbf{T}_1 , \mathbf{T}_2 , também chamadas de tensões de cisalhamento (NUSSENZVEIG, 2002).

Figura 1: tensões normais e tangenciais.



Fonte: (NUSSENZVEIG, 2002).

A diferença fundamental entre sólidos e fluidos está na forma de responder às tensões tangenciais. Um sólido submetido a uma força externa tangencial a sua superfície *deforma-se* até que sejam produzidas tensões tangenciais internas que equilibrem a força externa; depois, *permanece em equilíbrio*, ou seja, em repouso.

2.2.2 Massa Específica e Densidade

É definida como a massa do corpo pela unidade de volume ocupado pelo corpo. A massa específica é uma grandeza escalar e tem como unidade do sistema internacional (SI) o quilograma por metro cúbico (HUGH, 2003). A massa específica ρ de um fluido em um ponto do material, isolamos um pequeno elemento de volume ΔV em torno do ponto e medimos a massa Δm do fluido contido nesse elemento de volume (ALVARENGA et al. 2000, HALLIDAY, 2016). A equação que descreve a massa específica de um corpo é a seguinte:

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

onde Δm é a variação da massa do corpo e ΔV é a variação do volume ocupado pelo corpo.

A massa específica em um ponto de um fluido é o limite da equação 1 quando o volume do elemento ΔV tende a zero. É necessário supor que o volume de fluido usado para calcular a massa específica é muito maior que um átomo e, portanto, “contínuo”, com a mesma massa específica em todos os pontos e não “granulado” por causa da presença de átomos. Além disso, em muitos casos, supomos que a massa específica do fluido é a mesma em todos os elementos de volume do corpo considerado (HALLIDAY, 2006).

Um material homogêneo tal como o gelo ou o ferro, possui a mesma densidade em todas as suas partes. Quando a massa m de um material homogêneo possui volume V podemos escrever a densidade ρ como: (2)

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

onde, ρ é o parâmetro que descreve a densidade do corpo, m é a massa do corpo e V é o volume ocupado pelo corpo. A densidade de alguns materiais varia de um ponto a outro no interior do material; como, por exemplo, a atmosfera terrestre e os oceanos.

Ao tratarmos de líquidos homogêneos, não há distinção entre massa específica e densidade. A tabela 1 mostra alguns líquidos e suas respectivas densidades.

Tabela 1 - Densidade de alguns líquidos.

Líquidos	Densidade [g/cm ³]
Álcool	0,79
Benzeno	0,90
Água	1,00
Mercúrio	13,60
Hexano	0,66
Nitroglicerina	1,60

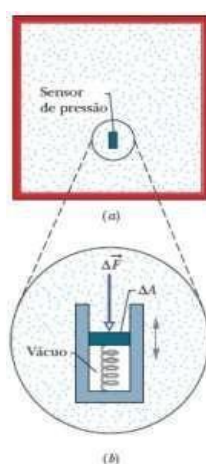
Fonte: Adaptado de <https://www.google.com.br/url?professordanilo.com>, 2019.

A tabela 1 mostra algumas substâncias e suas respectivas densidades. A massa específica de um gás varia muito com a pressão, líquidos praticamente não variam, mostrando que os gases são compressíveis e os líquidos não (NUSSENZVEIG, 2002).

2.2.3 Pressão em um Fluido

Para descrevermos a pressão do fluido sobre o êmbolo consideraremos um pequeno sensor formado por um êmbolo com variação de área, ΔA que pode deslizar no interior de um cilindro fechado que repousa em uma mola e um mostrador que registra o deslocamento sofrido pela mola ao ser comprimida pelo fluido, indicando assim o módulo da variação da força normal, ΔF da força que age sobre o êmbolo, ver Figura 2.

Figura 2: Pressão em fluido



Fonte: HALLIDAY, 2016.

Na figura 2, em (a) Recipiente cheio de fluido com um pequeno sensor de pressão, em (b). A pressão é medida pela posição relativa do êmbolo móvel. Definimos a pressão do fluido sobre o êmbolo por meio da seguinte equação:

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

A pressão em um ponto qualquer do fluido é o limite da razão da Equação 3 quando a variação da área ΔA de um êmbolo com o centro nesse ponto tende a zero. Os fluidos assumem a forma do recipiente que os contém e exercem sobre uma parede plana do recipiente de área A uma pressão p . Entretanto, se a força é uniforme em uma superfície plana de área A , podemos escrever a Equação 4 na forma:

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

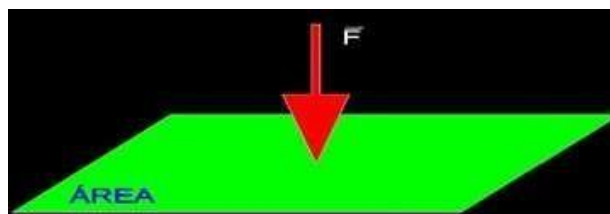
onde, p é a pressão, $|F|$ é o módulo da força que está sendo aplicada na área, A é a área onde a força está sendo aplicada. A força associada à pressão de um fluido em um dado ponto tem o mesmo módulo em todas as direções.

A pressão é dada por uma relação de força distribuída em uma determinada área. A força associada à pressão de fluido tem o mesmo módulo em todas as direções. A pressão é uma grandeza escalar, mesmo sendo a força aplicada uma grandeza vetorial, mas se usa apenas o módulo da força, que é uma grandeza escalar (HALLIDAY, 2016).

A unidade de pressão no SI é Newton por metro quadrado, de pascal (Pa). Contudo existem várias outras unidades de pressão que não são do SI como atm (atmosfera), mmHg dentre outras (NUSSENZVEIG, 2002).

A Figura 3 mostra uma dada força sendo aplicada em uma certa área, a relação entre a força e a área nos dá a pressão.

Figura 3: Força aplicada em uma determinada área.



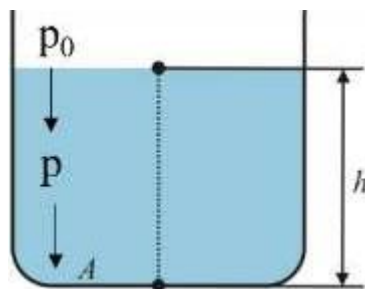
Fonte: Autor, 2022.

2.2.4. Teorema de Stevin

A lei de Stevin descreve que a pressão no interior do fluido aumenta linearmente com a profundidade, ou seja, a pressão em um ponto situado a uma profundidade h no interior de um líquido em equilíbrio é dada pela pressão na superfície, exercida pelo ar, chamada pressão atmosférica, somada à pressão exercida pela coluna de líquido situada acima do ponto (NUSSENZVEIG, 2002).

A Figura 4 mostra como descrever o teorema de Stevin utilizando um recipiente aberto contendo um líquido.

Figura 4: Teorema de Stevin.



Fonte: NUSSENZVEIG, 2002.

A equação que descreve a lei de Stevin é:

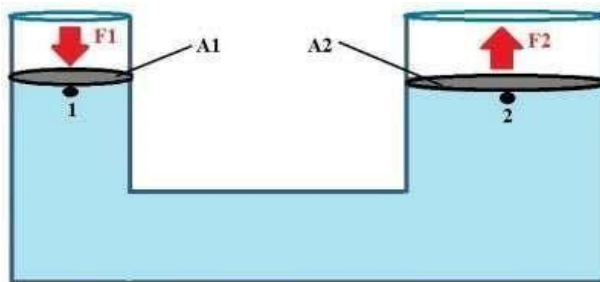
$$p = p_0 + \rho gh \quad (5)$$

onde, p é a pressão em um ponto do recipiente situada na profundidade h , o parâmetro p_0 é a pressão na superfície do recipiente exercida pelo ar, g é aceleração da gravidade e h é a profundidade do recipiente.

2.2.5. Princípio de Pascal

Pela lei de Stevin, a diferença de pressão entre dois pontos de um líquido homogêneo em equilíbrio é constante, dependendo apenas do desnível entre esses pontos (NUSSENZVEIG, 2002). Quando se aplica uma variação de pressão a um determinado fluido em equilíbrio contido em um recipiente, a mesma é transmitida integralmente a todas as partes do fluido e também às paredes do recipiente que o contém (HALLIDAY, 2016).

A Figura 5 mostra um recipiente contendo um fluido e com a pressão sendo integralmente transmitida.

Figura 5: Demonstração do princípio de Pascal.

Fonte: <https://www.google.com.br/www.todamateria.com.br/principio-de-pascal>, 2019.

Uma variação da pressão aplicada a um fluido incompressível em um recipiente qualquer é transmitida integralmente a todas as partes desse fluido e às paredes dos recipientes. Então,

$$\Delta P_1 = \Delta P_2 \quad (6)$$

Como, $\Delta P_1 = \Delta P_2$

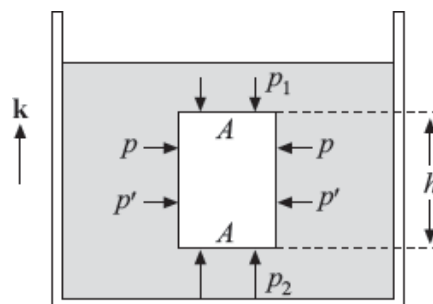
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (7)$$

onde F_1 é a força aplicada na área A_1 , e o parâmetro F_2 é a força aplicada a área A_2 .

2.2.6. Princípio de Arquimedes

O princípio de Arquimedes descreve que quando um corpo está parcial ou completamente imerso em um fluido, este exerce sobre o corpo uma força de baixo para cima igual ao peso do volume do fluido deslocado pelo corpo (HEWITT 2015, NUSSENZVEIG 2002). O empuxo se deve à diferença das pressões exercidas pelo fluido nas superfícies inferior e superior do corpo. Sendo as forças aplicadas pelo fluido na parte inferior maiores que as exercidas na parte superior, a resultante dessas forças fornece uma força vertical de baixo para cima, que é o empuxo (NUSSENZVEIG, 2002).

De acordo a Figura 6 um corpo sólido cilíndrico de área da base A e altura h totalmente imerso num fluido em equilíbrio, cuja densidade é ρ . Por simetria, as pressões sobre a superfície lateral do cilindro se equilibram duas a duas (p, p) ou (p', p') (NUSSENZVEIG, 2002).

Figura 6: Princípio de Arquimedes.

Fonte: NUSSENZVEIG, 2002.

Entretanto, a pressão p_2 exercida pelo fluido sobre a base inferior é maior do que a pressão p_1 sobre a base superior.

$$p_2 - p_1 = \rho gh \quad (8)$$

A resultante das forças superficiais exercidas pelo fluido sobre o cilindro será uma força vertical $\mathbf{E} = Ek$ dirigida para cima

$$p_2 A - p_1 A = \rho ghA = \rho Vg = mg \quad (9)$$

onde $V = hA$ é o volume do cilindro, $m = \rho V$ é a massa do fluido deslocado. A força \mathbf{E} de empuxo é dada por:

$$\mathbf{E} = mg\mathbf{k} = -\mathbf{P}f \quad (10)$$

onde $\mathbf{P}f$ é o peso da porção de fluido deslocada.

2.2.7. Fluidos em Movimento

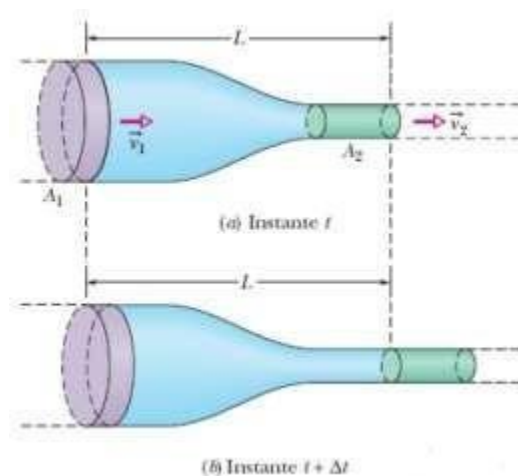
2.2.7.1 Fluidos ideais em movimento

Os fluidos reais ainda não estão perfeitamente compreendidos e por isso vamos descrever sobre os fluidos ideais. Em um fluido ideal pode ocorrer quatro tipos de escoamento: o primeiro é conhecido como escoamento laminar, a velocidade do fluido em um ponto fixo qualquer não varia com o tempo, nem há variação no seu módulo e na sua orientação; o segundo tipo de escoamento é o chamado de incompressível, a massa específica possui o mesmo valor em todos os pontos do fluido e em qualquer instante de tempo; o terceiro escoamento é o chamado não viscoso que é aquele no qual a viscosidade de fluido é a resistência que ele oferece ao escoamento; o quarto e último escoamento é o conhecido como escoamento irrotacional que é aquele em que a molécula não gira em torno de um eixo que passa pelo seu centro de massa (HALLIDAY, 2016).

2.2.8. Equação da Continuidade

Ao apertarmos uma mangueira ejetando água em um jardim ou na lavagem de um carro, por exemplo, aumentamos a velocidade dessa ejeção de água apenas apertando e fechando parcialmente o bico da mangueira. Essa é uma demonstração prática do fato de que a velocidade v da água depende da área de seção reta A através da qual a água escoar. E esta alteração na velocidade está diretamente relacionada a alteração da seção da área de saída de água da mangueira. A partir de agora é possível deduzir a expressão que relaciona v e A no caso de escoamento laminar de um fluido ideal em um tubo de seção reta variável.

Figura 7: Fluido escoando da esquerda para a direita com vazão constante por um segmento de tubo de comprimento L .



Fonte: HALLIDAY, 2016.

A Figura 7 mostra que o fluido é para a direita. A velocidade do fluido é v_1 na extremidade esquerda e v_2 na extremidade direita. A área do tubo na extremidade esquerda é A_1 e na extremidade direita é A_2 . Do instante t em (a) até o instante $t + \Delta t$ em (b), a quantidade de fluido mostrada em cor violeta entra do lado esquerdo e uma quantidade igual, mostrada em cor verde, sai do lado direito. Vamos considerar um tempo Δt , um volume

ΔV do fluido que entra no tubo pela esquerda do tubo. Como o fluido incompressível, um volume ΔV do fluido deve sair pela extremidade direita. Podemos usar esse volume ΔV comum às duas extremidades para relacionar as velocidades e áreas. Para isso, consideramos primeiramente a Figura 7, que mostra uma vista lateral de um tubo de seção reta *uniforme* de área A .

Na Figura 7.(a), um elemento e do fluido está prestes a passar pela reta tracejada perpendicular ao eixo do tubo. Se a velocidade do elemento é v , durante um intervalo de tempo Δt o elemento percorre uma distância $\Delta x = v\Delta t$ ao longo do tubo. O volume ΔV do fluido que passa pela reta tracejada durante o intervalo de tempo Δt é

De acordo com a figura 8 ao ser considerado um tubo de escoamento delimitado entre duas seções retas estacionárias A_1 e A_2 . Nestas seções as velocidades do fluido v_1 e v_2 respectivamente. Nenhum fluido pode se escoar através das paredes laterais do tubo porque a velocidade do fluido é tangente à parede de cada um dos seus pontos (ZEMANSKY, 2003). No decorrer de um pequeno intervalo dt , o fluido que estava em A_1 se desloca com uma distância:

$$dx_1 = v_1 dt \quad (11)$$

de modo que um cilindro de fluido com altura $A_1 dt$ e volume $v_1 A_1 dt$ escoou para o interior do tubo através de área A_1 .

$$dV_1 = A_1 v_1 dt \quad (12)$$

Durante esse mesmo intervalo de tempo dt , um cilindro com volume v_2 escoava para fora do tubo através de área A_2 .

$$dV_2 = A_2 v_2 dt \quad (13)$$

Considerando um fluido incompressível, de tal forma que a densidade ρ possua o mesmo valor em A_1 e A_2 todos os pontos da massa dm_1 que flui para o interior do tubo através da área A_1 no tempo dt é dada por $dm_1 = \rho A_1 v_1 dt$, assim como a massa dm_2 , no mesmo intervalo tempo que flui para fora do tubo através da A_2 , analogamente ao que acontece com a massa dm_1 , $dm_2 = \rho A_2 v_2 dt$. Sendo que no escoamento estacionário, a massa total no tubo permanece constante. O produto ρv é o que é chamado de vazão volumétrica dV/dt , ou seja, a taxa com a qual o volume do fluido atravessa a seção reta do tubo.

$$\frac{dV}{dt} = Av \quad (14)$$

onde, dV/dt é a vazão volumétrica de um fluido, A é a seção reta do tubo de escoamento, v é a velocidade de escoamento.

Se a velocidade do elemento é v , durante um intervalo de tempo Δt o elemento percorre uma distância $\Delta x = v \Delta t$ ao longo do tubo. O volume ΔV do fluido que passa pela reta tracejada durante o intervalo de tempo Δt é

$$\Delta V = A \Delta x \quad (15)$$

Como

$$\Delta x = v \Delta t \quad (16)$$

Então, a equação 15 pode ser reescrita da seguinte maneira:

$$\Delta V = Av \Delta t \quad (17)$$

e como os volumes nas duas extremidades são iguais temos que

$$\Delta V_1 = \Delta V_2 \quad (18)$$

Então, $\Delta V = A_1 v_1 \Delta t = A_2 v_2 \Delta t$ então, ao cancelarmos Δt nas equações 17 e 18 encontramos a Equação de continuidade:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (19)$$

onde v_1 e v_2 é a seção reta do tubo de escoamento em dois pontos; v_1 e v_2 são as velocidades de escoamento nos dois pontos. A Equação 19 descreve a relação entre velocidade e área da seção reta para o escoamento de um fluido ideal; mostra que a vazão volumétrica possui sempre o mesmo valor em todos os pontos ao longo de qualquer tubo de escoamento e que a velocidade do escoamento aumenta quando a área da seção reta pela qual o fluido escoar é reduzida, e vice versa, ou seja, a velocidade diminui quando a seção reta é grande (NUSSENZVEIG, 2002), como acontece quando fechamos parcialmente o bico de uma mangueira de jardim com o polegar.

2.2.9. Vazão

A Equação 19 se aplica não só a um tubo real, mas também a qualquer *tubo de fluxo*, um tubo imaginário formado por um feixe de linhas de fluxo. Um tubo de fluxo se comporta como um tubo real porque nenhum elemento do fluido pode cruzar uma linha de fluxo; assim, todo o fluido contido em um tubo de fluxo permanece indefinidamente no interior do tubo. O menor espaçamento das linhas de fluxo como em um escoamento de um fluido provocado, por exemplo, por partículas de fumaça misturadas a um gás revela que a velocidade de escoamento é maior logo acima e logo abaixo do cilindro (HALLIDAY, 2016).

A Equação 19 pode ser reescrita para descrever o volume que passa por uma seção reta por unidade de tempo da seguinte maneira:

$$Rv = AV \quad (20)$$

onde Rv é a vazão do fluido. A unidade de vazão mássica no SI é o metro cúbico por segundo (m^3/s). A Equação 20 mostra que o fluxo de um fluido é dado pela equação de continuidade, ou seja, é o produto entre a velocidade do fluido pela área transversal da seção do elemento de fluido que o atravessa (HALLIDAY, 2016).

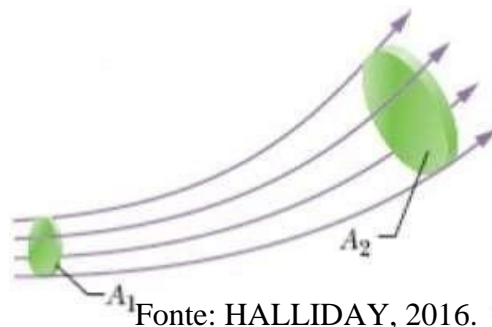
Se a massa específica ρ do fluido é a mesma em todos os pontos do tubo, podemos multiplicar a Equação 20 pela massa específica para obter a vazão mássica Rm (massa por unidade de tempo):

$$Rm = \rho Rv = \rho AV = \text{constante (vazão mássica)} \quad (21)$$

onde Rm é a vazão mássica. De acordo com a Equação 21, a massa que entra no segmento de tubo da Figura 7 por segundo é igual à massa que sai do segmento por segundo. A unidade de vazão mássica no SI é o quilograma por segundo (kg/s) (HALLIDAY, 2016).

A Figura 8 mostra um tubo de fluxo no qual a área de seção reta aumenta de A_1 para A_2 no sentido do escoamento.

Figura 8: Tubo de fluxo é definido pelas linhas de fluxo mais afastadas do eixo do tubo.



A Figura 8 mostra que a vazão na área A_1 é mesma que a vazão na área A_2 . A vazão é a mesma em todas as seções retas de um tubo de fluxo. Com base na Equação 19, com o aumento da área, a velocidade diminui, como mostra o espaçamento maior das linhas de fluxo no lado direito da Figura 8 (HALLIDAY, 2016).

CAPITULO III

3.METODOLOGIA

3.1 Descrição da Intervenção Metodológica

O presente trabalho de pesquisa foi aplicado na segunda série do Ensino Médio (turma 200 – vespertino) do Centro de Ensino José Neves Oliveira no Município de Itinga do Maranhão-MA. A citada escola, somente ao Ensino Médio, sendo este oferecido nos três turnos e conta ainda com uma escola anexa no distrito de Cajuapara que pertence ao Município de Itinga tem uma infraestrutura composta de 10 salas de aula, uma biblioteca, laboratórios de ciências, uma sala de professores, uma quadra poliesportiva, uma cantina e 4 banheiros, ambos os compartimentos são bem conservados, uma vez que a instituição passou recentemente por uma ampla reforma.

A metodologia adotada neste trabalho é do tipo descritiva com abordagem qualitativa, sendo que na concepção de que o processo é muito mais importante do que o produto, pois é que são construídas as hipóteses que nortearão a própria pesquisa e possibilitarão a formulação descritiva necessária para a construção de um novo conhecimento (SILVA, 2014, p.110).

O embasamento teórico do presente trabalho tem como objetivo proporcionar a aprendizagem dos sujeitos envolvidos por meio da experimentação e investigação no ensino

de hidrodinâmica. Neste caso a estratégia metodológica usada para essa finalidade foi a utilização de um medidor de vazão para explicar aos estudantes os principais tópicos de hidrodinâmica de forma prática e experimental. A sequência didática proposta tem por objetivo de abordar o tema hidrodinâmica, a partir da aplicação desta no dia-a-dia. As atividades foram realizadas em quatro aulas de 50 min cada e teve a participação ativa de 40 alunos regularmente matriculados na 2ª série da escola supracitada

3.1.1. Etapas da Sequência Didática

3.1.1.2 1ª Aula:

No primeiro momento houve a uma coleta de dados iniciais a respeito do tema hidrodinâmica. Em seguida, uma sondagem inicial, aplicando um questionário prévio sobre hidrodinâmica, no terceiro momento foi realizada uma aula sobre o estudo dos fluidos, grandezas básica dos fluidos como: volume, densidade e pressão.

Objetivos:

- Avaliar, por meio de questionário, o conhecimento prévio do aluno sobre alguns aspectos da hidrodinâmica;
- Reconhecer as semelhanças e diferenças entre líquidos e gases;
- Identificar as principais propriedades que caracterizam os fluídos.

Conteúdos:

- O que são fluidos?
- As grandezas básicas utilizadas no estudo dos fluidos. Metodologia:
- Explicação dos assuntos com uso de slides, para interação e entendimento dos alunos;
- Explicação oral sobre os fluidos e as unidades básicas utilizadas no estudo dos fluidos.
- Resolução de problemas de aplicação envolvendo fluidos.

3.1.1.3 2ª Aula

Foi realizado um estudo sobre o uso e as aplicações da hidrodinâmica no cotidiano.

Objetivos:

- Explicar e associar situações cotidianas que envolve a aplicação da hidrodinamica;
- Perceber o comportamento da pressão atmosférica e da densidade do ar em

diferentes lugares.

Conteúdos:

- Vazão de fluidos
- A influencia da pressão atmosférica e da densidade do ar;

Metodologia:

- Explanação do conteudo por meio de aula expositiva;
- Apresentação de um vídeo de 8:14 min denominado de “Hidráulica UEPG 2012 sobre Vazão” que mostra uma explicação relacionada com a determinação da vazão em um rio, disponível em << https://www.youtube.com/watch?v=ldgIZ2jJK_I Hidráulica UEPG 2012>>

- Perguntas orais e discussão do conteudo no vídeo assistido.

3.1.1.3 3ª Aula

A utilização do medidor de vazão (roda d'água) como ferramenta facilitadora do processo ensino e aprendizagem.

Objetivos:

- Identificar as principais topicos de hidrodinamica aplicados a utilização de medidor de vazão;
- Possibilitar o entendimento sobre hidrodinamica através de uma proposta didática utilizando o medidor de vazão como meio experimental para exemplificar os conceitos de vazão, pressão e escoamento de líquidos, proporcionando ao aluno um efetivo aprendizado em relação ao tema;
- Conhecer e entender alguns conceitos relacionados à hidrodinamica, assim como as variáveis nela envolvida.

Conteúdos:

- Vazão de líquidos;
- O funcionamento de um medidor de vazão;
- A influência das variáveis (altura, tempo area e velocidade) na utilização de um medidor de vazão.

Metodologia:

- Aula experimental com a turma onde foi instruído aos alunos fazer a manipulação de medidor de vazão, bem como fazer observações do ensino de hidrodinâmica a ele associado.

3.1.1.4 4ª Aula

- Roda de conversa. Sondagem final, aplicação do questionário pós, bate papo sobre o assunto estudado na sequência didática e verificação dos indícios de aprendizagens obtidos com o produto aplicado.

- Objetivos:

- Avaliar o processo de ensino e aprendizagem da sequência didática aplicada, fazendo comparações quanto aos conhecimentos iniciais dos discentes com os conhecimentos que foram adquiridos ao longo das atividades realizadas;

- Reforçar os conhecimentos aprendidos e proporcionar momentos para argumentar, explicar, listar, opinar sobre o que os alunos aprenderam.

Conteúdos:

- Vazão de líquidos;
- O funcionamento de um medidor de vazão;
- A influência das variáveis (altura e velocidade) na utilização de um medidor de vazão.

Metodologia:

- Roda de conversa com a turma, com a finalidade de avaliar a proposta e os objetivos alcançados com a utilização do medidor de vazão. Nesse momento, também será aplicado um questionário de sondagem final referente à sequência didática aplicada, para que os alunos demonstrem através deste o conhecimento, ideias e conceitos construídos, bem como avaliem a proposta realizada.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As discussões dos resultados foram realizadas a partir das etapas da sequência didática, descritas na metodologia, ou seja, da aplicação de um questionário prévio para verificar se os estudantes possuíam conhecimento básico sobre hidrodinâmica, da aula expositiva sobre alguns conceitos de hidrodinâmica e apresentação de um vídeo, da aplicação do produto educacional medidor de vazão (roda d'água) e por fim da aplicação do questionário pós

O teor das respostas dadas nos questionários antes das aplicações evidencia a

necessidade de se trabalhar a alfabetização científica, entende –se que esta pode fornecer conhecimentos científicos suficientes para que o discente saiba interpretar fenômenos e resolver problemas comuns em seu cotidiano.

Quando se alfabetiza os alunos cientificamente estes aprendem como se deve questionar e o aprendizado se dá principalmente por meio do questionamento e da investigação. Desta forma, se tornam pessoas críticas, com pensamento lógico e que desenvolvem a habilidade de argumentar.

A alfabetização científica é uma ferramenta útil da formação cidadã dos estudantes, já que tem como objetivo a apropriação dos conhecimentos científicos por parte dos alunos. Ela visa promover mudanças a fim de proporcionar benefícios para as pessoas, para a sociedade e para o meio ambiente.

Na educação básica, faz-se importante que o ensino parta de questões problematizadoras e que os alunos consigam relacionar os temas com a realidade deles. É fundamental que o ensino mostre a ciência como um elemento presente no cotidiano e que os conhecimentos adquiridos em sala de aula possam ser relacionados com a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente.

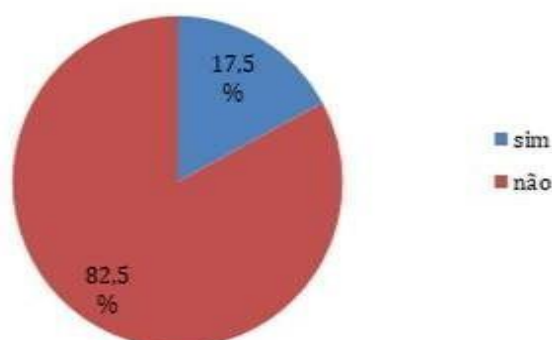
Além disso, é de extrema importância que os estudantes compreendam o ser humano como parte do meio ambiente e que possam influenciá-lo de maneira positiva e/ou negativa e, assim, que também sejam influenciados por esse meio. Assim sendo, pode-se dizer que staremos não somente ensinando disciplinas do currículo escolar, mas sim formando cidadãos que terão capacidade de promover mudanças significativas em suas realidades.

4.1 Questionário Antes da Aplicação do Produto Educacional

A seguir será apresentado o resultado a respeito do conhecimento dos estudantes em relação a alguns conceitos que envolvem hidrodinâmica. A Figura 9 mostra as respostas dos estudantes em relação ao conhecimento do significado do termo hidrodinâmica.

Figura 9: Respostas dos estudantes sobre o significado do termo hidrodinâmica.

Conhece o termo hidrodinâmica



Foi possível observar que 82,5% (33 estudantes) dos 40 responderam que não sabiam o significado do termo hidrodinâmica e apenas 17,5% (7 estudantes) responderam que sabiam o significado. A Figura 10 mostra as respostas dos estudantes em relação a se o ar pode ser considerado como um fluido.

Figura 10: Resposta dos estudantes sobre se o ar é um fluido.



Fonte: Autor, 2022.

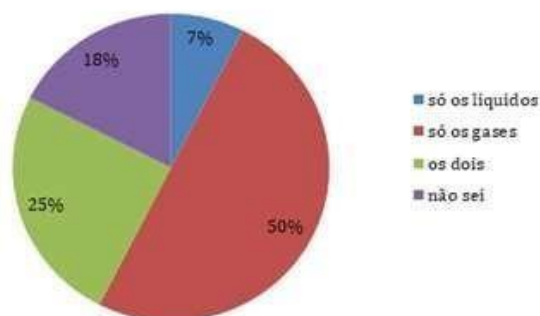
Um total de 47,5% (19 estudantes) dos 40 que responderam o questionário prévio disseram que não sabiam se o ar é um fluido, 37,5% (15 estudantes) responderam que o ar não é um fluido e apenas 15% (6 estudantes) responderam que o ar é um fluido. A Figura 11 mostra as respostas dos estudantes em relação a se o líquido pode ser considerado como um fluido.

Figura 11: Respostas dos estudantes em relação a se o ar pode ser considerado como um fluido.



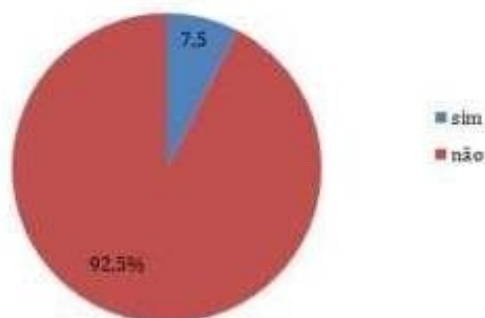
Fonte: Autor, 2022.

se os líquidos e gases exercem pressão



Dos 40 estudantes que responderam o questionário foi possível observar que 42,5% (17 estudantes) disseram que não sabiam se o líquido era um fluido, 42,5% (17 estudantes) responderam que o líquido não é um fluido e apenas 15% (6 estudantes) responderam que o líquido é um fluido. A Figura 12 mostra as respostas dos estudantes em relação a se eles conhecem o termo vazão de líquidos.

Figura 12: Respostas dos estudantes em relação ao conhecimento do termo vazão de líquidos.

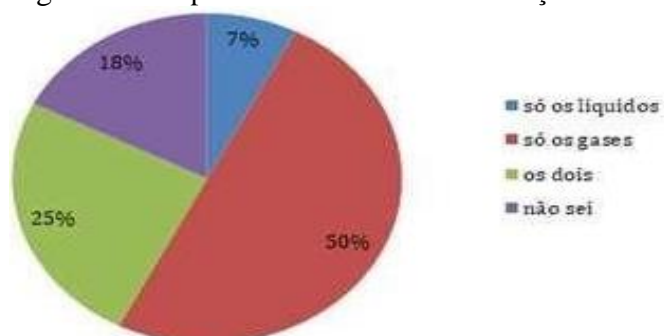


Fonte: Autor, 2022.

A Figura 12 mostra que 92,5% (37 estudantes) desconheciam o termo vazão de líquido e que apenas 7% (3 estudantes) conheciam o termo.

A Figura 13 mostra as respostas dos estudantes em relação a se os líquidos exercem pressão.

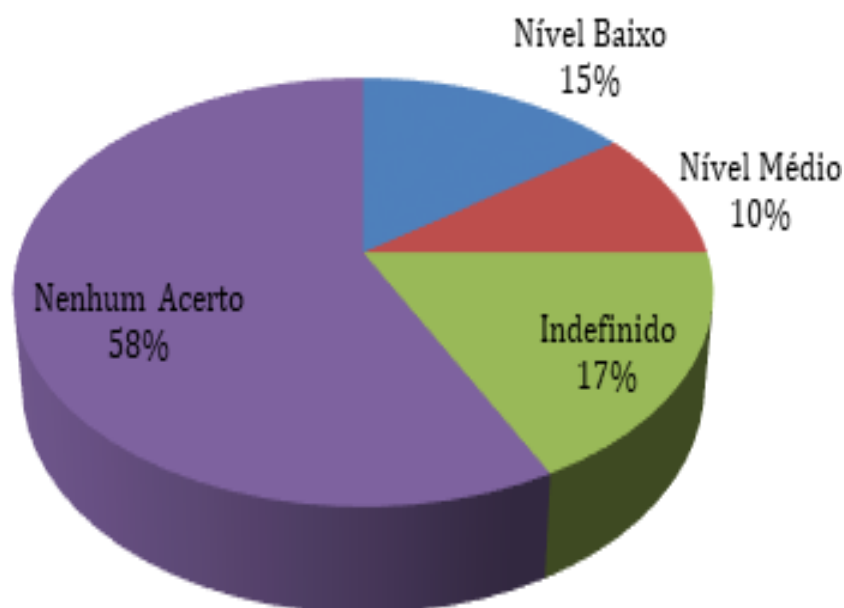
Figura 13: Respostas dos estudantes em relação a se os líquidos exercem pressão.



Fonte: Autor, 2022.

Dos 40 estudantes que responderam o questionário foi possível observar que 50% (20 estudantes) acham que apenas os gases exercem pressão, 25% (10 estudantes) afirmaram que tanto os líquidos quanto os gases exercem pressão, 18% (7,2 estudantes) disseram que não sabiam responder e por fim, 7% (2,8 estudantes) afirmaram que só os líquidos exercem pressão. A Figura 14 mostra o percentual de acertos dos estudantes antes da aplicação do produto educacional.

Figura 14: Grau de acertos dos estudantes antes da aplicação do produto educacional.



Fonte: Autor, 2022.

Os dados da Figura 14 mostram que antes da aplicação do produto educacional 58% das questões não foram respondidas corretamente. A partir desses dados é possível inferir que a maioria dos estudantes que responderam o questionário desconheciam os conceitos básicos de hidrodinâmica.

4.2. Aula Expositiva Sobre Hidrodinâmica

De acordo com a proposta da sequência didática, foram ministradas 2 aulas pelo professor cada uma aula de 50 min, na qual foi abordado os principais conceitos básicos de hidrodinâmica, sendo assim possível sanar dúvidas existentes e também explicar os conceitos prévios de hidrodinâmica para os estudantes que ainda não tinham tido contato com o conteúdo. Além de apresentar sobre vazão dos líquidos para que os estudantes tivessem aprendizado significativo.

4.3. Montagem do experimento

O produto educacional constitui-se de um kit didático contendo os materiais descritos na tabela 2.

Tabela 2: Materiais utilizados na produção do medidor de vazão.

Quantidade	Tamanho/especificações
01 caneleta chapa 18 zinco	2,20m de largura, 12,0 cm e altura
16 palhetas de chapa 20 galvanizadas	largura - 11,0 cm, comprimento - 16,0 cm
01 roda raiada de bicicleta	aro 20 nova ou usada
01 medidor de velocidade de bicicleta	digital de bicicleta novo ou usado
02 barras chatas de aço carbono de 1" por 1/8	70,0 cm de comprimento cada
02 baldes	30 litros cada
2. joelhos	Policloreto de Vinila (PVC) de 50'
05 flanges	01 de 50', 01 de 32', 03 de 25'
05 registros	01 de 50', 01 de 32', 03 de 25'
01 bomba d'água	0,5 CV com vazão de 30 litros/min
01 mangueira	3/4" de 6m de comprimento

Fonte: Autor, 2022.

A figura 15, mostra as etapas de montagem das peças que compõe o produto (medidor de vazão), o mesmo foi fabricado sob medidas adequadas, para que se pudesse chegar aos resultados com o máximo de precisão no momento da aplicação com os alunos.

Figura 15: Produto educacional: etapa de montagem e fabricação.



Fonte: Autor, 2022.

Em 1, é possível observar a caneleta de apoio do medidor de vazão. Em 2, a roda do medidor de vazão. Em 3, a montagem do medidor de vazão sendo iniciada com os seguintes materiais: balde, roda etc. Em 4, o balde já conectado ao motor (bomba).

Em 1, é possível observar a caneleta de apoio do medidor de vazão. Em 2, a rodado medidor de vazão. Em 3, a montagem do medidor de vazão sendo iniciada com os seguintes materiais: balde, roda etc. Em 4, o balde já conectado ao motor (bomba).

Para a motagem e execução do experimento, o professor realizou com antecedência uma aula para mostrar como era o funcionamento do medidor de vazão, bemcomo ele estava inserido em algumas áreas profissionais, além disto foi feito todo aporte teórico, mostrando assim como a hidrodinâmica estava associada ao produto (medidor de vazão), na oportunidade os estudantes fizeram perguntas a respeito do assunto, proporcionando assim a interação entre os estudantes e o professor.

A figura 16 mostra o produto educacional completamente montado, foram realizados testes prévios para garantir máxima eficiência no momento da execução.

Figura 16: Equipamento montado - medidor de vazão.



Fonte: Autor, 2022

Os recursos financeiros para compra dos materiais e fabricação do medidor de vazão foram financiados pelo autor do presente trabalho, não sendo necessário pedir colaboração de nenhum aluno da turma.

A aplicação do produto educacional se deu na 3ª aula de acordo com a sequência didática apresentada, na ocasião o professor dividiu a turma em 2 equipes de vinte alunos cada uma. No primeiro momento a equipe 1 apenas observou enquanto que a equipe 2 manipulou o produto e executou o experimento, após a primeira equipe 2 foi a vez da equipe 1 fazer o mesmo trabalho. No trabalho de manipulação os alunos checavam as informações mais importantes como: a velocidade média, o tempo, o nível de vazão da água, a altura e a área, essas informações ao longo da execução foram importantes para que no final o professor pudesse realizar um comparativo entre os dados obtidos pelas duas equipes e explicar as principais divergências.

Os estudantes foram orientados pelo professor a manipular o medidor de vazão, a dinâmica utilizada foi similar à de uma aula experimental como mostrado na Figura 17.(a-f).

Figura 17: Etapas da aplicação do produto em uma turma do 2º ano.



Fonte: Autor, 2019.

Figura 1.(a) mostra o momento de apresentação do medidor de vazão, nesse momento o professor mostrou como foi montado o medidor de vazão e o que cada elemento significava e um estudante ligou o sistema (medidor de vazão). A Figura 2.(b) mostra os estudantes ligando e realizando a calibração do aparato. Na Figura 3.(c) é possível observar que os

estudantes iniciaram as medidas dos tempo utilizando o cronômetro do celular. Na Figura 3.(d) é possível observar uma estudante anotando os tempos medidos. A Figura 3.(e) mostra um estudante realizando medida de altura. Na Figura 3.(f) uma estudante anotava os dados relacionados a velocidade, tempo, altura, área, vazão etc., na tabela (ver tabela 3).

Figura 18: Tabela 3 - Modelo de tabela utilizada pelos estudantes no momento da aplicação do produto.

NOME: Maldini Jr. Nº 39
 NOME: Francisco Roberto Nº 33
 OBJETIVO: CALCULAR A VAZÃO MÉDIA DA AGUA ATRAVES DA CANELETA
 DADO : largura L da canelleta = 12,5 cm.

TABELA

VELOCIDADE		TEMPO Δt(s)	ALTURA		AREA A(m ²)	VAZÃO		Erro Φ(m ³ /s)	Erro ² Φ(m ³ /s)
v(km/h)	v(m/s)		h(cm)	h(m)		Φ(l/s)	Φ(m ³ /s)		
3,0	0,83	6,36	1,0	0,01	0,00125	1,03	0,00103	0,00035	0,00000122
3,6	1,0	6,36	1,5	0,015	0,001875	1,87	0,00187	0,00049	0,00000240
3,4	0,94	6,36	1,0	0,01	0,00125	1,17	0,001175	0,00021	0,00000044
3,0	0,8	6,30	1,0	0,01	0,00125	1,00	0,00100	0,000389	0,00000149
3,8	1,05	6,30	1,5	0,015	0,001875	1,86	0,00186	0,00058	0,00000336
3,8	1,05	6,30	1,0	0,01	0,00125	1,36	0,00131	0,00027	0,00000079
2,8	0,77	5,33	1,5	0,015	0,001875	1,44	0,00144	0,0006	0,00000036
3,6	1,0	5,33	1,0	0,01	0,00125	1,25	0,00125	0,00039	0,00000169
3,4	0,94	5,33	1,5	0,015	0,001875	1,76	0,00176	0,00039	0,00000144
3,2	0,88	5,33	1,0	0,01	0,00125	1,1	0,0011	0,00028	0,00000078

$$\bar{\phi} = 1,382 \text{ l/s}$$

$$\phi = 0,001382 \text{ m}^3/\text{s}$$

Fonte: Autor, 2022.

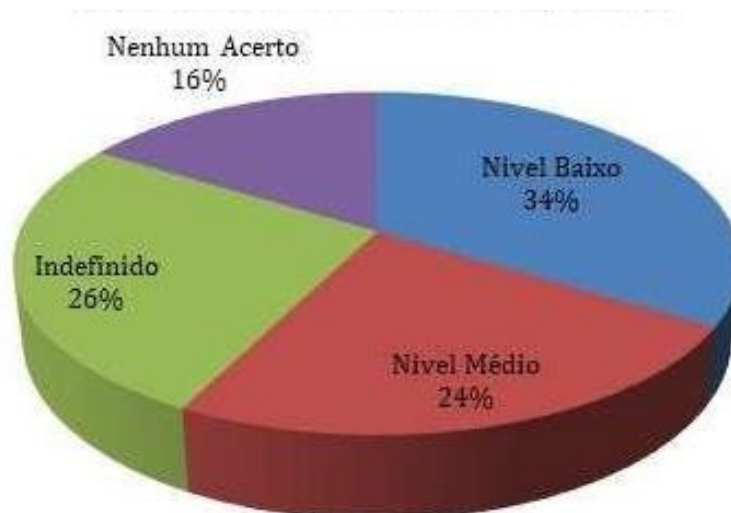
Na figura18, através da tabela 3 mostra os parâmetros calculados pelos estudantes no momento da aplicação do produto. O objetivo era utilizar os valores da velocidade, tempo, altura e área medidos para calcular a vazão média da água através da canelleta. A partir dos dados obtidos foi possível preencher a tabela 2 e realizar o cálculo do erro médio da variância e do desvio padrão. Os estudantes participaram ativamente de todas as etapas da aplicação do

produto e da obtenção e tratamento dos dados.

4.4. Questionário Após Aplicação do Produto Educacional

A Figura 19 mostra o percentual de acertos dos após aplicação do produto educacional.

Figura 19: Grau de acertos dos estudantes após a aplicação do produto educacional.



Fonte: Autor, 2022.

Os dados da Figura 19 mostram que após a aplicação do produto educacional houve uma queda substancial no número de questões em que não houve nenhum acerto, ou seja, apenas 16%. A partir desses dados é possível inferir que o produto educacional contribuiu para que houvesse aprendizagem significativa.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSÃO

É consenso entre os pesquisadores da educação que o processo de ensino e aprendizagem deve vir acompanhando de estímulos, a utilização do medidor de vazão como uma ferramenta facilitadora desse processo, ajuda os estudantes a compreenderem, muitos conteúdos de Física presente em seu cotidiano. Levando em consideração a realidade dos discentes uma vez que a cidade de Itinga-MA, onde a Escola Estadual José Neves de oliveira está situado possui histórico de inundações causadas pelos rios que a circunda. Partindo desse pressuposto o presente trabalho teve como base a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) de 1996 que descreve que o currículo nacional deve ter uma preocupação voltada para características regionais e concepções de Novak a respeito de uma aprendizagem significativa e investigativa, ou seja, que e os estudantes possam aprender fazendo.

Foram realizadas 4 etapas, para a realização do presente trabalho. A primeira etapa foi a aplicação um questionário prévio para avaliar o quanto os estudantes sabiam sobre os conceitos de hidrodinâmica. Nessa etapa foi possível observar que acima de 42% dos estudantes não sabiam o significado do termo hidrodinâmica, também não sabiam responder perguntas básicas como: se ar e os líquidos são fluidos, além de desconheciam o termo vazão de líquido e de terem dificuldades quando foi perguntados sobre se o ar e os líquidos exercem pressões.

Na segunda etapa o professor realizou uma aula expositiva e apresentou um vídeo sobre alguns conceitos de hidrodinâmica.

Na terceira etapa utilizou o medidor de vazão para realizar as medições.

A quarta e última etapa foi a aplicação de um questionário no qual foi possível verificar que 84% dos estudantes conseguiram responder as questões sobre hidrodinâmica esse dado mostra que houve aprendizagem significativa.

Por fim, é importante pontuar que os autores do presente trabalho acreditam que a utilização de um estímulo nas aulas práticas de física pode trazer respostas significativas no processo de ensino e aprendizagem.

CAPÍTULO VI

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<<http://ideb.inep.gov.br/Site/>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

<<https://editora.unoesc.edu.br/index.php/coloquiointernacional/article/view/1262>>.

Acessado em 21/07/2019

[1] ALVARENGA, B., MÁXIMO, A. **Curso de Física Volume 1**. São Paulo, Ed. Scipione, 2000.

[2] BRENNAN, Richard P. **Gigantes da física**: uma história da física moderna através de oito biografias. Rio de Janeiro: Zahar, 2000. (Ciência e Cultura).

[3] GOWIN, D.B. **Educating**. Ithaca, NY, Cornell University Press, 1981.

[4] HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos da física, volume 2**: Gravitação, Ondas e Termodinâmica. 10 ed. Rio de Janeiro; LTC, 2016.

[5] HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física**:

[6] HEWITT, P. G. **Física Conceitual - 12ª ed.** Porto Alegre, Bookman, 2015.

[7] HUGH, D. Y., FREEDMAN, R. A. **Física II - Termodinâmica e Ondas - 10ª ed.** - São Paulo: Addison Wesley, 2003.

[8] IDEB_Índice de desenvolvimento da educação básica, 2011-2013. Disponível em

ISSN: 1984-6444. <http://dx.doi.org/10.5902/1984644432311>, 2018.

[9] MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília, Editora da UnB, 2006.

[10] MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo. EPU, 2011.

[11] NOVAK, J.D. (1981). **Uma teoria de educação**. São Paulo, Pioneira. Tradução de M.A.

[12] NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica: Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor**. Volume 2. 4 ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2002.

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

[14] OLIVEIRA, Michele Mezari; FROTA, Paulo Rômulo de Oliveira; MARTINS, Miriam da Conceição. **A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e os mapas conceituais de Novak na formação de professores pedagogos**. Disponível em:

[15] OSTERMANN, F; CAVALCANTI, C. J. (2010). **Teorias de Aprendizagem**. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/sead/servicos-ead/publicacoes-1/pdf/Teorias_de_Aprendizagem.pdf>. Acesso em 21/07/2019.

[16] PASQUALETTO, T. I. VEIT, E. A. SOLANO, I. A. **Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino de Física: uma Revisão da Literatura**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. RBPEC 17(2), 551–577. Agosto, 2017.




[17] PENTEADO, PAULO CESAR M. Física – **Ciência e Tecnologia**, 1º ano. 1. Ed. São Paulo; Moderna, 2005.

[18] PISA 2012. Disponível em <<http://talis.inep.gov.br/web/guest/pisa-programa-internacionalde-avaliacao-de-aluno>>. Acesso em: 10 abr. 2016.

[19] SILVA, Wilker Solidade da. **A pesquisa qualitativa em educação**. Horizontes – Revista de Educação, v. 2, n.3, 2014.

[20] TAVARES, F. G. de O. **O conceito de inovação em educação: uma revisão necessária**. volume 1: mecânica. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

ANEXOS

		
<p>A: Questionário Antes da Aplicação do Produto Educacional</p> <p>QUESTIONÁRIO APLICADO PELOS PROFESSORES TITULARES DAS TURMAS DA ESCOLA.</p> <p>NOMEDATA.....</p> <p>SERIE ANO DO ENSINO MEDIO.</p> <p>ESCOLA : CENTRO EDUCACIONAL JOSÉ NEVES DE OLIVEIRAASSUNTO : HIDROSTÁTICA/HIDRODINÂMICA</p> <p>NOMEDATA.....</p> <p>1 . VOCÊ SABE O QUE É HIDRODINÂMICA?() SIM () NÃO</p> <p>2 . O AR É UM FLUÍDO?() SIM () NÃO () NÃO SEI</p> <p>3 . O LIQUIDO É UM FLUÍDO?() SIM () NÃO () NÃO SEI</p> <p>4 . VOCÊ CONHECE O TERMO VAZÃO DE LÍQUIDO? () SIM () NÃO</p> <p>5 . OS LÍQUIDOS E GASES EXERCEM PRESSÃO?() SÓ OS LIQUIDOS () SÓ OS GASES() OS DOIS () NÃO SEI</p>		

B: Questionário Após a Aplicação do Produto Educacional

Questionário aplicado pelos professores titulares das turmas.....da escola.....

NOMEDATA.....

SERIE ANO DO ENSINO MEDIO.

ESCOLA : CENTRO EDUCACIONAL JOSÉ NEVES DE OLIVEIRA ASSUNTO :
HIDROSTÁTICA/HIDRODINÂMICA

01. (Pucsp 2018) Por uma luva de redução de PVC, que fará parte de uma tubulação, passarão 180 litros de água por minuto. Os diâmetros internos dessa luva são 100 mm para a entrada e 60 mm para a saída da água.



Determine, em m/s a velocidade aproximada de saída da água por essa luva.

- a) 0,8 b) 1,1
c) 1,8 d) 4,1

02. (Ufjf-pism 2 2018) Para economizar energia, você contratou uma bomba hidráulica, chamada Maria Emmy, que instalou um sistema de aquecimento solar para um reservatório de água. O reservatório é conectado ao chuveiro de sua casa por 12 metros de tubulação com diâmetro de 1 cm. Quando a torneira é aberta, o chuveiro apresenta uma vazão constante de 6 litros por minuto. Quanto tempo você deve esperar para começar a cair água quente no chuveiro? Utilize $\pi(\text{pi}) \sim 3$.

- a) 18 s b) 9 s
c) 36 s d) 2,25 s
e) 5,5

03. (Enem 2014) Uma pessoa, lendo o manual de uma ducha que acabou de adquirir para a sua casa, observa o gráfico, que relaciona a vazão na ducha com a pressão, medida em metros de coluna de água (mca).



Nessa casa residem quatro pessoas. Cada uma delas toma um banho por dia, com duração média de 8 minutos, permanecendo o registro aberto com vazão máxima durante esse tempo. A ducha é instalada em um ponto seis metros abaixo do nível da lâmina de água, que se mantém constante dentro do reservatório.

Ao final de 30 dias, esses banhos consumirão um volume de água, em litros, igual a) 69.120

- b) 17.280
 c) 11.520
 d) 8.640
 e) 2.880

03.(Ufsm 2011) Movida pela energia solar, a água do nosso planeta é levada dos oceanos para a atmosfera e, então, para a terra, formando rios que a conduzem de volta ao mar. Em um rio ou tubulação, a taxa correspondente ao volume de água que flui por unidade de tempo é denominada vazão. Se a água que flui por uma mangueira enche um recipiente de 1 L em 20 s, a vazão nessa mangueira, em m^3/s , é

- a) 5×10^{-2}
 b) 2×10^{-3}
 c) 5×10^{-5}
 d) 20
 e) 50

04. (Ufsm 2005) Em uma cultura irrigada por um cano que tem área de seção reta de 100 cm^2 , passa água com uma vazão de 7200 litros por hora. A velocidade de escoamento da água nesse cano, em m/s , é

- a) 0,02
 b) 0,2
 c) 2 d) 20 e) 200

05.(Uepg 2001) Entre as grandezas físicas que se aplicam exclusivamente a fluidos figuram:

- 01) vazão
 02) tensão superficial 04) viscosidade 08) densidade 16) pressão