



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS – UFT
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

RAYANE OLIVEIRA DA CRUZ

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE MECÂNICA DE FLUIDOS DO ENSINO
MÉDIO**

Araguaína-TO

2018



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS – UFT
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

RAYANE OLIVEIRA DA CRUZ

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE MECÂNICA DE FLUIDOS DO ENSINO
MÉDIO**

Monografia apresentada à UFT - Universidade Federal do Tocantins - Campus Universitário de Araguaína para obtenção do título de professor de Licenciatura em Física, sob orientação da Profa. Dra. Érica Cupertino Gomes.

Araguaína-TO

2018

RAYANE OLIVEIRA DA CRUZ

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE MECÂNICA DE FLUIDOS DO
ENSINO MÉDIO**

Monografia apresentada como pré-requisito de conclusão do curso de Licenciatura em Física, da Fundação Universidade Federal do Tocantins, tendo como orientadora Profa. Dra. Érica Cupertino Gomes.

Data de Apresentação: 23/02/2018

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Érica Cupertino Gomes (Orientadora)



Prof. Dr. Alexandre Silvestre da Rocha



Profa. Dra. Regina Lelis de Sousa

Araguaina – TO

2018

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a Deus por guiar essa jornada e propósito de vida e também aos meus pais e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço de maneira especial a minha orientadora Profa. Dra. Érica Cupertino Gomes por sua disponibilidade, entusiasmo e dedicação ao orientar de forma assídua esse trabalho. Além de ser inspiração com a sua inteligência, paciência e carisma para o período da minha vida acadêmica. Quero agradecer por suas orientações no projeto PIBID desde 2016 e todas as orientações nas disciplinas e trabalhos apresentados nos eventos da Universidade Federal do Tocantins – UFT.

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – PIBID pelo incentivo na permanência na graduação de Física e principalmente por possibilitar o desenvolvimento de projetos nas escolas públicas e contato com a profissão de professor ainda como acadêmica. Em especial porque atuei como bolsista no Colégio Estadual Campos Brasil que estudei durante o Ensino Fundamental e parte do Ensino Médio, voltar fazendo contribuições para o projeto pedagógico da escola é de grande satisfação pessoal e futuramente profissional.

Aos professores do curso de Física Jaime José Zanolla, Sheyse Martins, Regina Lelis de Sousa e Matheus Pereira Lobo por serem dedicados e preocupados com todas as dificuldades que tive como acadêmica. Eles motivam com suas experiências e conselhos a seguir com os estudos direcionados a Física.

Ao meu pai Edvaldo Pereira da Cruz que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos desde o ingresso na graduação, com suas palavras de incentivo e motivação. Sei que ainda tenho muito à aprender com os seus conselhos. Fico feliz em dividir cada conquista com o meu conselheiro, amigo e irmão mais velho, tudo que você significa na minha vida.

À minha mãe por todo o esforço e apoio durante o período da graduação, em que esteve presente em todas as dificuldades, ajudando com a sua paciência em resolver problemas e amor incondicional. Tenho muito orgulho em ter sua presença nessa jornada. Espero retribuir todo amor e dedicação sempre.

As minhas amigas Michelle Laiane, Patricia Vasconcelos, Daniely Campos por todas as palavras de incentivo e aos anos dedicados a nossa amizade. Sei que sempre posso contar com vocês para dividir minhas conquistas e fracassos.

A minha amiga especial Shirley Tássia que contribuiu para todo o processo da graduação e em especial na elaboração desse projeto, pois esteve ao meu lado mostrando toda sua lealdade e alegria em

momentos cruciais dessa caminhada. Tenho imensa admiração por toda sua história de vida e espero contar com sua amizade sempre.

A acadêmica Adriana Valadares que contribuiu na execução desse projeto, com o seu trabalho como bolsista do PIBID. Sou muito grata a toda sua disposição em me ajudar nesse processo.

A professora supervisora do PIBID Charlene Rose Reis que gentilmente compartilhou toda sua experiência em Educação para o meu trabalho como bolsista e para realizações dos estágios. Sempre esteve a disposição para ajudar em todas as atividades ou projetos desenvolvidos junto ao Colégio Estadual Campos Brasil e a Universidade Federal do Tocantins.

Aos acadêmicos: Robson Carneiro, Patrick Alves, Alan Keverson, Alex Keverson, Marcelo Wanderley, Matheus Mendes, Welliton Leite, Antoniana Feitosa, Agnes Monteiro, João Marcos e Patricia Oliveira que compartilharam diversos momentos incríveis durante a graduação e compartilharam de suas experiências e seus conhecimentos. Desejo sucesso na vida profissional e pessoal de cada um e sei que estaremos sempre nos apoiando em cada novo desafio.

“Nada ocorre por si mesmo. Nada é dado. Tudo é construído.”

Bachelard.

RESUMO

O presente trabalho surgiu da necessidade de abordarmos os conteúdos de Mecânica dos Fluidos no 1º ano do Ensino Médio, fazendo uso de métodos de ensino-aprendizagem que são contrários a memorização de conteúdos sem significados. As metodologias aplicadas no Colégio Estadual Campos Brasil, dentro do projeto do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – PIBID, seguiram os planejamentos da sequência didática, com a finalidade de obter uma aprendizagem significativa por parte dos estudantes. O desenvolvimento desse trabalho acontece a partir do interesse de utilizar um objeto de estudo conhecido dos estudantes, por isso são apresentados alguns parâmetros e contextualizações usando o lago da cidade de Araguaína. O local é conhecido, próximo a região da escola e contribuiu para essa aproximação inicial dos alunos aos conteúdos e tornou-se relevante nesse processo. Os conteúdos de Mecânica dos Fluidos são descritos de acordo com seus conceitos, equações e aplicações. As assimilações acontecem mediante aos conceitos e aos conhecimentos prévios, que é o ponto de partida para aplicação dessas teorias. No decorrer das sequências didáticas vamos encontrar métodos que funcionam como organizadores do conhecimento, fundamentais para a aplicação de atividades de assimilação e atividades avaliativas. São os casos dos mapas conceituais, da problematização inicial, desenvolvimento dos “momentos pedagógicos”. Para o planejamento dos momentos pedagógicos, também foram feitos mapa conceitual e planos de aulas, que funcionam de maneira mais resumida, descrevendo os passos de cada encontro. Esses planejamentos podem ser usados por professores que são motivados pelas teorias cognitivistas da aprendizagem.

Palavras-Chave: Aprendizagem significativa, sequência didática, Mecânica dos Fluidos.

ABSTRACT

The present work arose from the need to approach the contents of Fluid Mechanics in the 1st year of High School, using teaching-learning methods that are contrary to the memorization of contents without meanings. The methodologies applied in Campos Brasil State College, within the project of the Institutional Program of Initiatives for Teaching - PIBID, followed the planning of the didactic sequence, in order to obtain meaningful learning on the part of the students. The development of this work happens from the interest of using a study object known to students, so some parameters and contextualizations are presented using the lake of the city of Araguaína. The place is known, close to the school district and contributed to this initial approximation of the students to the contents and became relevant in this process. The contents of Fluid Mechanics are described according to their concepts, equations and applications. Assimilations take place through concepts and prior knowledge, which is the starting point for the application of these theories. In the course of the didactic sequences we will find methods that function as organizers of knowledge, fundamental for the application of assimilation activities and evaluative activities. These are the cases of conceptual maps, the initial problematization, the development of "pedagogical moments". For the planning of the pedagogical moments, also were made conceptual map and lesson plans, which work in a more summarized way, describing the steps of each meeting. These plans can be used by teachers who are motivated by cognitive theories of learning.

Keywords: Meaningful Learning, following teachin, Fluid Mechanics.

SUMÁRIO

1.1 Justificativa e Relevância	3
1.2 Estrutura do trabalho.....	4
2. METODOLOGIA	5
3.1 Aprendizagem Significativa de David Ausubel.....	7
3.1.2 Mapa Conceitual	8
3.1.3 “Momentos Pedagógicos” de Delizoicov	9
3.2 Mecânica dos Fluidos.....	10
3.2.1 Densidade	10
3.2.2 Pressão.....	11
3.2.3 Lei de Stevin.....	12
3.2.4 Princípio de Pascal	14
3.2.5 Princípio de Arquimedes	15
3.2.6 Tensão Superficial	17
3.2.7 Vazão	17
3.2.8 Equação da Continuidade.....	18
3.2.9 Tipos de Escoamento.....	19
4. SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	21
4.1 Primeiro momento	21
4.1.1 Elaboração do Mapa Conceitual	22
4.1.2 Conteúdo – Simulação de Densidade	22
4.1.3 Atividade sobre a Densidade do Lago da cidade.....	23
4.1.4 Atividade avaliativa – Jogo afunda ou boia.....	24
4.2 Segundo momento	25
4.2.1 Problematizações propostas	25
4.2.2 Atividades desenvolvidas	26
4.3 Terceiro momento	26

4.3.1 Conteúdo – Vídeo sobre o Princípio de Arquimedes	26
4.3.2 Atividade sobre o Empuxo.....	26
4.4 Quarto momento	28
4.4.1 Experimento sobre Tensão Superficial	28
4.4.2 Parâmetros do Lago.....	29
4.4.3 Atividade avaliativa – Quiz de múltipla escolha	32
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	35
REFERÊNCIAS	36
APÊNDICE A: Mapa Conceitual	38
APÊNDICE B: Exercício sobre Pressão e Lei de Stevin	39
APÊNDICE C: Exercício sobre Pressão	40
APÊNDICE D: Exercício sobre velocidade	41
APÊNDICE E: Quiz sobre todos os conteúdos.	43
APÊNDICE F: Planos de Aula	46
ANEXO A: Primeiro Mapa Conceitual do grupo D.....	50
ANEXO B: Segundo Mapa Conceitual do grupo D.....	51

1. INTRODUÇÃO

A aprendizagem significativa é uma teoria desenvolvida de acordo com a psicologia cognitivista, que conceitua a aprendizagem e suas condições. De acordo com essa teoria é necessário desenvolver estratégias de ensino que consolide as informações obtidas com os conteúdos para construirmos conhecimentos novos, que sejam duradouros e práticos. A sequência didática, contendo momentos pedagógicos, permite a inclusão de diversos mecanismos de ensino para que os professores possam planejar e promover a interação entre os estudantes e executar os conteúdos de Física. A Mecânica dos Fluidos estuda uma parte fundamental da Física, conteúdos capazes de despertar o interesse dos estudantes, por suas assimilações com situações reais, como a utilização do lago de Araguaína e seus parâmetros para exemplificações de conceitos.

1.1 Justificativa e Relevância

O presente projeto foi motivado pela necessidade de desenvolver um processo de ensino-aprendizagem de Física no Ensino médio, em que os conteúdos de Mecânica dos Fluidos fossem trabalhados de maneira simples e que a aprendizagem não se restringisse apenas à um processo de memorização de conceitos e equações matemáticas. O objetivo é buscar um método para que a aprendizagem tenha mais significado para os alunos.

Esse projeto foi baseado na experiência no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência da Universidade Federal do Tocantins– PIBID/UFT, que promove o encontro do acadêmico com o funcionamento das escolas públicas. Desenvolver as sequências didáticas em horários dos reforços escolares do PIBID/UFT, no Colégio Estadual Campos Brasil, serve como incentivo para a carreira de professor, por manter esse elo entre Universidade e escolas públicas. O trabalho tem um impacto direto na compreensão e aplicação do conhecimento dos conteúdos programáticos de Física para Ensino Médio, em específico para o 1º ano do nível médio, pois os conteúdos estão listados nos Documentos Referência para Elaboração dos Planos de Ensino (TOCANTINS, 2017).

1.2 Estrutura do trabalho

O projeto está estrutura e esquematizado em capítulos, que são distribuídos em seis, cada um será apresentado seguindo a estrutura planejada para o trabalho.

O início deste trabalho contém a introdução, justificativa e relevância do projeto. Posteriormente temos a metodologia usada para desenvolver o trabalho e embasá-lo. Em seguida apresentamos as fundamentações teóricas, que consistem em todo material de leitura e estudo do tema. A Sequência Didática, usada para organizar os conteúdos e atividades planejadas, dividido em momentos, contendo técnicas de ensino são descritas na pesquisa. Em seguida são feitas algumas análises de cada momento que compõe a sequência didática. E para finalizar são feitas algumas recomendações para os interessados em utilizar os métodos apresentados e por fim, as conclusões, contendo as apreciações do trabalho.

2. METODOLOGIA

Os assuntos tratados, no decorrer das aulas de aplicação do projeto, foram relacionados à Mecânica dos Fluidos, utilizando o Lago de Araguaína, como objeto de assimilação dos conteúdos, assim podemos trabalhar Densidade, Pressão, Lei de Stevin, Princípio de Pascal, Mecanismos Hidráulicos, Pressão Atmosférica, Princípio de Arquimedes, Tensão Superficial, Tipos de Escoamento, Velocidade, Equação da Continuidade e Vazão.

Durante a Sequência Didática, foram realizados quatro encontros, com duas horas de duração cada. Foi apresentado aos estudantes o conteúdo de Mecânica dos Fluidos tendo como referência os métodos da teoria de Ausubel, a Aprendizagem Significativa.

No decorrer das aulas, foram usadas atividades de formato dinâmico para avaliar a compreensão dos alunos em relação a cada tópico abordado. A utilização de trechos de desenhos animados, mapa conceitual, vídeos animados, simulação computacional e experimentos, foram fundamentais para a construção desse modelo de ensino-aprendizagem. Tudo isso dentro dos momentos didáticos desenvolvidos nesse projeto.

Esse projeto foi aplicado no Colégio Estadual Campos Brasil, localizado no bairro de Fátima, cidade de Araguaína, com a utilização do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – PIBID/UFT, no qual os estudantes de graduação desenvolvem projetos ligados as escolas públicas. Os acadêmicos têm contato direto com a realidade da escola. O PIBID/UFT atua a fim de aprimorar e valorizar a formação de professores.

O projeto ocorreu às tardes com os alunos do 1º ano do ensino médio, com um total de 64 estudantes. 13 estavam presentes na primeira aula, 6 estavam na segunda, 22 na terceira e 21 na última aula.

O lago, próximo à escola, foi utilizado para contextualizar todo o conteúdo. Os parâmetros do lago foram usados como exemplos didáticos para aproximar os estudantes da Física envolvendo a Mecânica dos Fluidos. Com isto foi possível estimular o conhecimento prévio nas aulas, pois a partir do conhecimento dessa região os alunos puderam assimilar as teorias e equações com a prática.

O mapa conceitual foi utilizado não somente para a preparação das aulas, mas também durante as aulas. Como critério de análise da teoria aplicada, ou seja, a confecção do mapa no

início e final do conteúdo serviram para analisarmos o quanto melhorou o conhecimento dos estudantes sobre Mecânica dos Flúidos.

Outro método desenvolvido durante as aulas foi a problematização descrita por (DELIZOICOV, 1991), no qual o professor investiga o conhecimento prévio dos estudantes e ao mesmo tempo propõe a discussão daquele assunto.

3. FUNDAMENTAÇÕES TEÓRICAS

Para entendermos a teoria de ensino e suas vertentes dentro do contexto desta pesquisa, temos que propor uma explicação para o processo de aprendizagem, que pode ser descrito pela psicologia cognitivista que trata a aprendizagem como o armazenamento de informações no cérebro. Pela teoria cognitivista essas informações precisam ser organizadas e incorporadas. Assim, para que possamos aprender é necessário que,

Novas ideias e informações podem ser aprendidas e retiradas na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ponto de ancoragem, para as novas ideias e conceitos. (MOREIRA; MASINI, 2001, p. 21)

A teoria da Aprendizagem Significativa é uma das vertentes da Teoria Cognitivista, pois considera que os estudantes possam adquirir várias informações ou conteúdos com auxílio de mecanismos de ensino, se as informações e conceitos forem trabalhados com o objetivo de empregar significado a eles.

Nesse capítulo vamos conceituar e exemplificar a aprendizagem significativa como teoria de ensino e apresentar os mecanismos pedagógicos usados para desenvolvê-la e alcançar os seus devidos fins.

3.1 Aprendizagem Significativa de David Ausubel

A teoria cognitiva desenvolvida por David Ausubel e aplicada no seu mais fundamental conceito que norteia o ensino-aprendizagem é o da aprendizagem significativa. Que foi definida por Ausubel como “um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo” (AUSUBEL, apud MOREIRA; MASINI, 2001) ou seja, os estudantes precisam de conhecimentos prévios dos conteúdos, isso pode ocorrer com a associação com situações cotidianas, por exemplo.

A partir dessa ancoragem do conhecimento, novos conceitos irão se formar e o mais importante, ficar mais tempo na memória do indivíduo. Esses conceitos devem ser importantes na vida do estudante, determinado assim estruturas cognitivas mais organizadas, formando uma hierarquia de aprendizagem.

No processo de formação de professores e no próprio exercício da função, a aprendizagem significativa pode ser utilizada para organizar as aulas. Esse método é recomendado por Ausubel e é chamado de organizadores prévios, que tem como função:

Segundo Ausubel, a principal função dos organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o material possa ser aprendido de forma significativa. Ou seja, os organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como “pontes cognitivas”. (MOREIRA; MASINI, 2001, p. 21).

Esses organizadores podem ser utilizados para evoluir com os conceitos, não se limitando em apenas a memorização mecânica, e sim em métodos que promovam a aprendizagem significativa. Para isso tem que existir a predisposição para o aprendizado, por isso a importância dos conceitos serem visualizados no cotidiano ou pelo menos assimilado com ideias prévias.

3.1.2 Mapa Conceitual

Os mapas conceituais estão como propostas para os organizadores do conhecimento, que podem ser definidos como diagramas que relacionam conceitos ou até palavras que incluem conceitos, podem ser ligados por setas e organizados de forma hierárquica.

Os estudantes e professores fazem uso do mapa conceitual para construção dos conceitos e por consequência dos significados. Para os alunos pode ser uma maneira de estruturar o conhecimento e para os professores pode servir como planejamento dos conteúdos a serem trabalhados.

Esse método também pode ser utilizado na avaliação, de maneira qualitativa, com os estudantes, assim dizemos que:

Como instrumento de avaliação da aprendizagem, mapas conceituais podem ser usados para se obter uma visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento. Trata-se basicamente de uma técnica não tradicional de avaliação que busca informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno. (MOREIRA, p. 5).

Os mapas conceituais possibilitam além de uma organização dos conteúdos, uma mudança na forma de ensinar dos professores, que podem usar os mapas conceituais para planejar suas aulas, como no exemplo do Apêndice A, em que o mapa conceitual serviu como apoio pedagógico para o planejamento da sequência didática.

3.1.3 “Momentos Pedagógicos” de Delizoicov

A problematização inicial se propõe a desenvolver e planejar atividades que não se limitam em apenas resolver questões ou listas de exercícios e sim, discutir e construir novos conceitos, a partir de situações que os estudantes tenham conhecimento, da relevância dos conteúdos e a assimilação dos exemplos cotidianos com os conceitos físicos formulados. Esta problematização inicial faz parte da teoria de Delizoicov, composta por três “momentos pedagógicos” que são: **problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.** (DELIZOICOV,1991)

A organização do conhecimento ocorre após a problematização inicial, em que os conteúdos são trabalhados. Várias atividades são propostas nesse momento, sempre mediadas pelo docente e usando os conceitos físicos para chegar à solução da problematização. Os problemas vistos em exercícios, nesse momento, podem ser necessários para formar os conhecimentos específicos da Física pelos estudantes.

A aplicação do conhecimento além de resolver as questões propostas inicialmente, possibilitar que os estudantes aprendam outras aplicações físicas com os mesmos conceitos e possam visualizar no cotidiano evidências da aprendizagem adquirida.

No trabalho apresentado realizou os três “momentos pedagógicos” descritos, pois na construção e execução da sequência didática e planos de aula, contidos no apêndice E, podemos desenvolver cada momento, norteados pelos conceitos, equações e leis que contém a Mecânica dos fluidos.

3.1.4 Sequência Didática - SD

A sequência didática é um conjunto de planejamentos e atividades dos conteúdos de um tema ou uma disciplina, realizados pelos professores, para facilitar a aprendizagem dos alunos. Apesar das semelhanças conceituais com os planos de aulas, a sequência didática são mais amplas, por abordar os conteúdos e atividades de forma mais detalhada.

As atividades realizadas na SD propõem explorar melhor os temas de cada momento pedagógico, assim o autor afirma que:

As atividades que compõem uma sequência didática seguem um aprofundamento crescente do tema discutido e proporciona ao aluno trabalhar tema utilizando várias

estratégias, tais como: experimentos, pesquisas, trabalhos de campo, etc. Desta forma, o aluno discutirá um determinado tema de ciências durante algumas semanas, no sentido de aprofundá-lo e se apropriar dos conceitos envolvidos. (KOBASHIGAWA et al, 2008).

As SD permitem uma interação maior dos professores com os estudantes, por promover as discussões a respeito do conteúdo. A colaboração dos estudantes nas atividades permite que o professor identifique melhor as dificuldades com os conteúdos e possa trabalhar para tirar possíveis dúvidas. Assim os alunos podem ser parte contribuinte de todo processo, e não apenas aqueles que recebem o conhecimento.

Os professores podem montar a SD utilizando os recursos disponíveis na instituição e as habilidades dos estudantes para adequar os conteúdos as realidades. Podem ser utilizadas diversas metodologias de ensino dentro das sequências, afim de alcançar o maior número de alunos interessados possível. As adequações são importantes para atender as necessidades de aprendizagem e diversificar as formas avaliativas.

3.2 Mecânica dos Fluidos

A mecânica dos fluidos é a ciência que estuda os fluidos em repouso e em movimento, chamados também de hidrostática e hidrodinâmica. Os fluidos são substâncias com facilidade no escoamento e se deformam consecutivamente. Os gases e os líquidos são os exemplos mais evidentes dos fluidos, contendo tais características.

Nesse trabalho vamos focar nas propriedades físicas dos fluidos relacionadas aos líquidos. Em seguida trataremos de tópicos referentes a hidrostática, como: densidade, pressão, lei de Stevin, princípio de Pascal, princípio de Arquimedes e tensão superficial. Já a parte da hidrodinâmica trabalhamos com: vazão, equação da continuidade e tipos de escoamento.

3.2.1 Densidade

No estudo da mecânica dos fluidos uma propriedade Física fundamental é a Densidade, que relaciona a massa de corpo com o volume total. Para determinarmos a Densidade usamos a seguinte equação:

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

Sendo:

d : densidade

m : massa

V : volume

No Sistema Internacional, (S.I), a unidade padrão de medida de Densidade é o quilograma, (Kg), por metro cúbico, (m^3). Que também é conhecido por (Kg/ m^3).

3.2.2 Pressão

No estudo da mecânica é comum considerarmos forças atuando em um determinado ponto. Já as forças que atuam nos fluidos não estão concentradas em um ponto e sim espalhadas ao longo da superfície analisada. Para definirmos esse espalhamento da força, precisamos entender a grandeza física Pressão.

“A pressão exercida pela força que age sobre uma superfície é diretamente proporcional a sua intensidade e inversamente proporcional à área da superfície de contato.”
(XAVIER; BARRETO,2010, p. 38)

Portanto, temos a equação que relaciona esse conceito, que é determinada por:

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

Sendo:

p_m = Pressão média

F = Força

A = Área

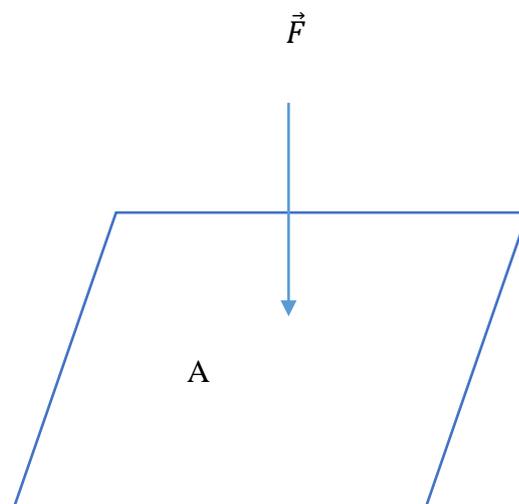


Ilustração 01: Força exercida em uma superfície de área A. Fonte: Autoria própria.

No Sistema Internacional, (S.I), a unidade padrão de medida da pressão é o Newton, (N), por metro quadrado, (m^2). Que também é conhecido como Pascal, (Pa).

3.2.3 Lei de Stevin

Quando corpos estão imersos em líquidos, estes estarão submetidos a pressão exercida por esse líquido. Para determinarmos a pressão exercida nesse único ponto, usamos a Lei de Stevin. As condições podem ser visualizadas na figura 01.

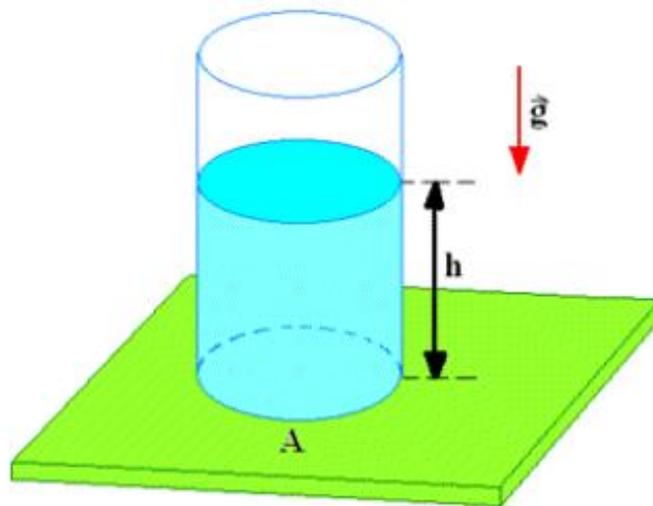


Figura 01: Condições iniciais para a Lei de Stevin. Fonte: OLIVEIRA, hidrostática aula exploratória. Disponível em: < <http://www.colegioatenas.com.br/control/files/3177e71ee00a207f691370689f7975dd.pdf>>.

O recipiente completamente cheio e aberto na parte superior, temos que considerar a ação da pressão atmosférica no líquido. Nesse caso a pressão atmosférica é adicionado a pressão exercida pelo líquido em um determinado ponto no recipiente. Temos assim a Lei de Stevin:

A Lei de Stevin pode ser visualizada em algumas situações, como por exemplo, quando temos uma caixa d'água em casa, podemos perceber que a pressão dos jatos de água são maiores com menos altura. Isso é mais perceptível em um prédio, a pressão é maior nos andares mais baixos e menor nos andares mais altos.

Em um dado recipiente de altura h e área da base A podemos dizer que seu volume total é dado por:

$$V = Ah \quad (\text{I})$$

Supondo que este líquido esteja em equilíbrio. Podemos afirmar que a força é igual ao peso do líquido, então temos:

$$F = P \quad (\text{II})$$

Em que o peso é dado por:

$$P = mg \quad (\text{III})$$

Lembrando que a densidade do líquido é: $d = \frac{m}{V}$

A Pressão exercida no fundo desse recipiente é dado por:

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

Substituindo a (III) na (VI), temos:

$$p = \frac{mg}{A} = \frac{dVg}{A} \quad (\text{V})$$

Portanto temos:

$$p = dgh \quad (\text{VI})$$

Com o recipiente completamente cheio e aberto na parte superior, temos que considerar a ação da pressão atmosférica no líquido. Nesse caso a pressão atmosférica é adicionado a pressão exercida pelo líquido em um determinado ponto no recipiente. Temos assim a Lei de Stevin:

$$\mathbf{p = p_{atm} + dgh}$$

A Lei de Stevin pode ser visualizada em algumas situações, como por exemplo, quando temos uma caixa d'água em casa, podemos perceber que a pressão dos jatos de água são maiores com mais altura. Isso é mais perceptível em um prédio, a pressão é maior nos andares mais baixos e menor nos andares mais altos.

3.2.4 Princípio de Pascal

O físico e matemático Blaise Pascal, nascido na França em 1623, fez em um dos seus principais trabalhos, sobre mecânica dos fluidos e o comportamento dos líquidos, enunciou um princípio físico, que conseqüentemente levou o seu nome.

Esse princípio diz que: “Uma pressão aplicada a um fluido dentro de um recipiente se transmite sem diminuição a todo o fluido e às paredes do recipiente” (SAMPAIO; CALÇADA, 2005, p. 80).

Existem diversas aplicações para o princípio de Pascal presente no cotidiano, como por exemplo, o uso de seringa, em que se aplica uma força para empurrar o êmbolo, ou até mesmo quando apertamos o tubo de pasta de dente. Uma outra aplicação conhecida do princípio de Pascal está nos elevadores hidráulicos, exemplo da figura 02 e ilustrado na figura 03. Se aplicarmos uma força F_1 em um dos lados do elevador hidráulico a força será transmitida ao longo da área do elevador a uma força F_2 . Assim podemos relacionar as pressões, que são iguais para esses casos:

$$p_1 = p_2 \quad (3.2.4.1)$$

Assim temos:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (3.2.4.2)$$

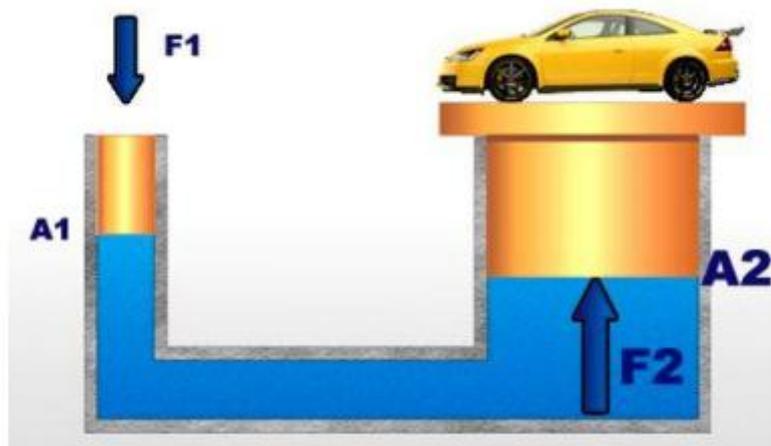


Figura 02: ilustração de um elevador hidráulico. Fonte: OLIVEIRA, hidrostática aula exploratória. Disponível em: <<http://www.colegioatenas.com.br/control/files/3177e71ee00a207f691370689f7975dd.pdf>>.

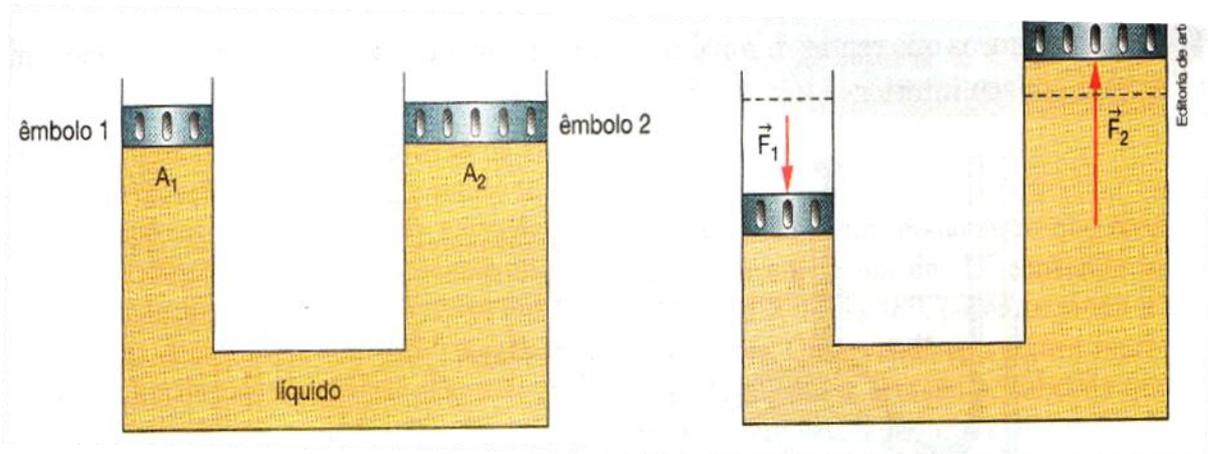


Figura 03: Ilustração da aplicação do Princípio de Pascal. Fonte: XAVIER; BARRETO, 2010, p. 58.

3.2.5 Princípio de Arquimedes

Para Arquimedes, se um corpo está parcialmente ou totalmente submerso em um líquido, em equilíbrio, determinado pela hidrostática, recebe uma força na direção vertical, denominada Empuxo, \vec{E} , sendo o sentido desse empuxo contrário a gravidade e a intensidade do empuxo é idêntico ao peso do fluido que se deslocou. De acordo com a figura 04, podemos demonstrar a equação do Empuxo e as condições da flutuação de um corpo.

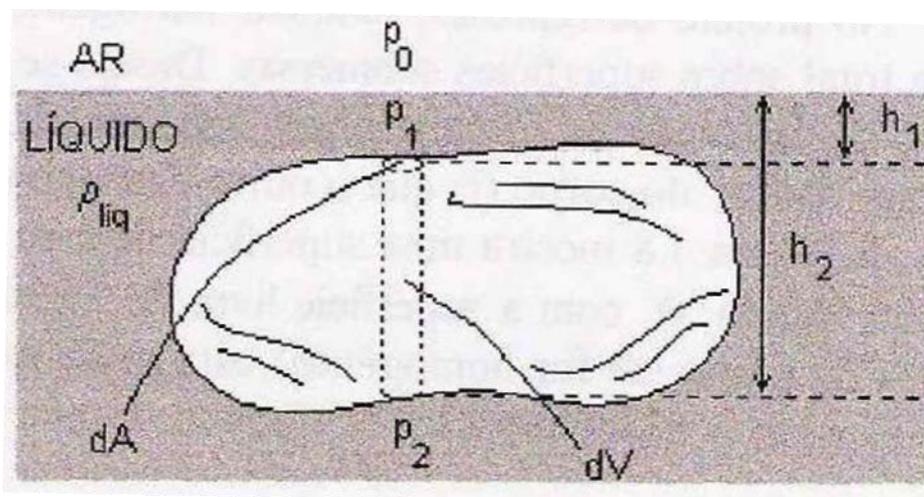


Figura 04: Corpo totalmente imerso em um fluido. Fonte: GOMES, p. 19.

Com um corpo em equilíbrio, a diferença entre as forças atuantes é igual a peso do fluido deslocado, então temos:

$$F_2 - F_1 = P \quad (\text{I})$$

As forças no sentido vertical podem ser denominadas Pressão e multiplicando essa igualdade pela área A da base do cilindro, temos:

$$p_2 A - p_1 A = E \quad (\text{II})$$

Incluindo a Densidade do líquido, a altura e a gravidade atuante, temos:

$$\Delta p \cdot A = d_f g (hA) = E \quad (\text{III})$$

Sendo o volume é dado por $V = hA$, podem os substituir em (III):

$$E = p_f V_f g \quad (\text{IV})$$

- Três condições devem ser satisfeitas para que ocorra o empuxo:

Corpo em equilíbrio: $p_f V_f g = p_i V_i g$ ou $p_f = p_i$

Corpo totalmente imerso: $p_f < p_i$

Corpo parcialmente imerso: $p_f > p_i$

3.2.6 Tensão Superficial

As moléculas de um líquido localizadas no fundo de um recipiente, se repelem por causa da proximidade entre elas, já as que estão na superfície, ou seja com menor densidade, se atraem com mais facilidade. Assim a superfície do líquido fica como uma membrana esticada, podendo resistir a pressões menores. Essa propriedade é denominada Tensão Superficial.

Alguns insetos conseguem caminhar sobre a água, isso ocorre pois eles exercem pequenas pressões no líquido, que não são suficientes para quebrar a Tensão Superficial da água, assim eles não afundam imediatamente.

3.2.7 Vazão

Para iniciarmos as análises da hidrodinâmica, dos fluidos em movimento, começamos pela vazão, que acontece em uma região delimitada. A Vazão é uma porção de fluido que se desloca com variação de sua velocidade de escoamento em um volume determinado. Veja a figura 05 abaixo com a ilustração desse fenômeno.

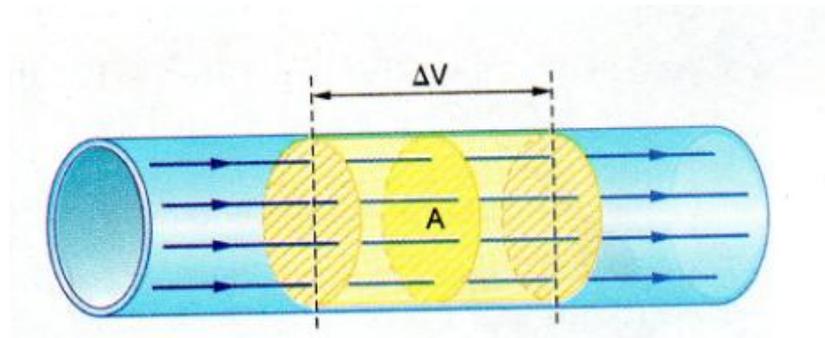


Figura 05: Ilustração do fluxo contínuo em uma determinada área, se deslocando com variação de velocidade. Fonte: XAVIER; BARRETO,2010, p. 73.

Por essa definição, podemos escrever a seguinte equação matemática:

$$\varnothing = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (3.2.7)$$

Sendo:

ΔV : variação do volume.

Δt : variação do tempo

ϕ : Vazão

3.2.8 Equação da Continuidade

Analisando um conduto com secções transversais, visto na figura 06, que não são constantes. Nessas condições um fluido terá velocidade de escoamento diferentes ao passar por essas secções.

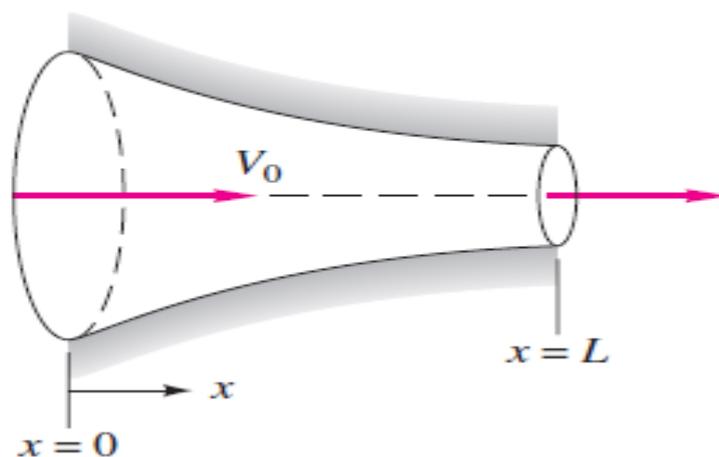


Figura 06: Conduto com duas secções de áreas x e L . Fonte: (WHITE, 2011, p. 285)

Sabendo de A_1 e A_2 são respectivamente as áreas x e L , dizemos que a velocidade de escoamento varia em um dado intervalo de tempo. O volume que passa nessas duas secções é o mesmo, logo, a vazão, que é diretamente proporcional ao volume, também é a mesma.

Podemos representar matematicamente, usando algumas condições como o volume ser igual a área de secção transversal, vista na figura, multiplicada pela altura do conduto, portanto temos:

$$V = Ah \quad (I)$$

Substituindo a altura do conduto (I) pela velocidade de escoamento do fluido multiplicado pela variação de tempo, temos:

$$V = Av\Delta t \quad (\text{II})$$

A massa é conservada, portanto:

$$\Delta m_1 = \Delta m_2 \quad (\text{III})$$

Incluindo a Densidade do fluido incompressível, temos:

$$dA_1 v_1 \Delta t = dA_2 v_2 \Delta t \quad (\text{IV})$$

Resolvendo a igualdade, temos:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Sendo:

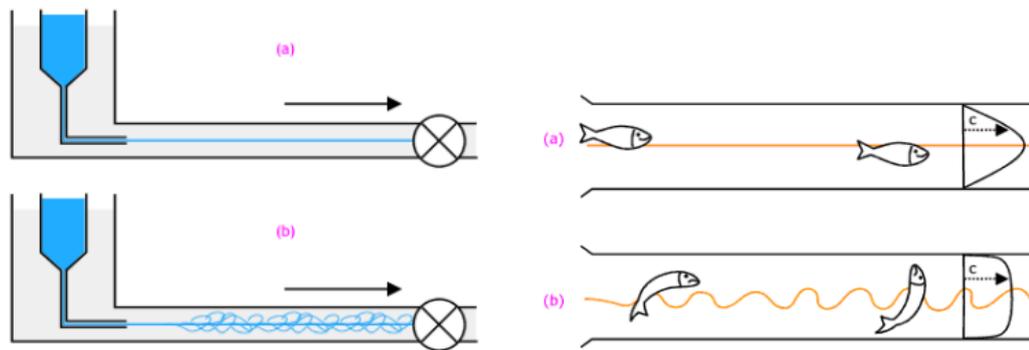
A: área

v : velocidade

3.2.9 Tipos de Escoamento

Para analisarmos os fluidos em movimento, precisamos compreender alguns aspectos do escoamento. Um fluido real apresenta características complexas, pois se movimenta em mais de uma dimensão.

Nesse trabalho podemos observar o comportamento de dois tipos de escoamento, o Laminar que se caracteriza por ser unidimensional, com camadas de fluidos bem definidas. E o escoamento Turbulento que é caracterizado pela desordem das moléculas do líquido, o movimento é tridimensional e o movimento é sobreposto, sendo difícil identificar as camadas de fluidos. Na figura 07, podemos notar essa diferença.



Escoamentos (a) Laminar, (b) Turbulento

Figura 07: Tipos de escoamento. Fonte: (ANDRADE, Máquinas hidráulicas AT -087. Disponível em:

<http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasalan/AT087-Aula04.pdf>.

4. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Neste capítulo será desenvolvida uma sequência de ensino-aprendizagem sobre mecânica dos fluidos, em que várias de atividade foram planejadas etapa por etapa para melhor aproveitamento dos conteúdos. Esse planejamento utilizou métodos diferentes para abordar os assuntos, em um sequência de várias aulas, que são denominados momentos. Aconteceram quatro momentos, que tiveram duração de 120 à 130 minutos cada, sendo equivalente, no total a 10 aulas regulares do Ensino Médio.

A sequência didática foi apresentada em quatro momentos, em que os conteúdos sobre mecânica dos fluidos são divididos em diversas atividades, dentro dos conceitos e vertentes da Aprendizagem Significativa. A figura 08 mostra uma das partes expositivas realizada no primeiro momento.



Figura 08: Fotografia de um dos encontros. Fonte: Autoria própria.

4.1 Primeiro momento

Nesse primeiro momento foi necessária uma avaliação diagnóstica, ou seja, uma verificação dos conceitos prévios sobre mecânica dos fluidos. Para isso foi pedido aos alunos que elaborassem um mapa conceitual, em grupo, a fim de identificar o que eles já conheciam e as principais dificuldades com o tema.

4.1.1 Elaboração do Mapa Conceitual

Após esse primeiro contato foi pedido aos alunos, organizados em grupos de três componentes, que construíssem um mapa conceitual, onde os tópicos ou palavras-chaves contidas nesse trabalho tivessem relação com o tema proposto e que os estudantes, mesmo sem ter estudado os assuntos, pudessem associar suas experiências com conteúdo da Física e situações cotidianas.

4.1.2 Conteúdo – Simulação de Densidade

Os tópicos sobre Densidade e massa específica foram trabalhados, com auxílio de simulação computacional, disponibilizado no site https://phet.colorado.edu/pt_BR/ (PHET-COLORADO) no qual podemos fazer diversas simulações computacionais referentes aos assuntos da Física, dentre outras disciplinas. Os estudantes puderam visualizar, figura 09, como de fato funciona a relação entre massa, volume e densidade. Pode-se entender como os conceitos e equação funcionam de uma forma prática.

Essa simulação, como as demais usadas durante o projeto, foram aplicadas com o auxílio da acadêmica Adriana Valadares, que desenvolveu o projeto sobre vídeos e animações para o ensino-aprendizagem da Física. Esses vídeos e simulações trabalhados em sala de aula motivam os estudantes na compreensão dos conteúdos e associação com o objeto de estudo, nesse caso o lago da cidade.

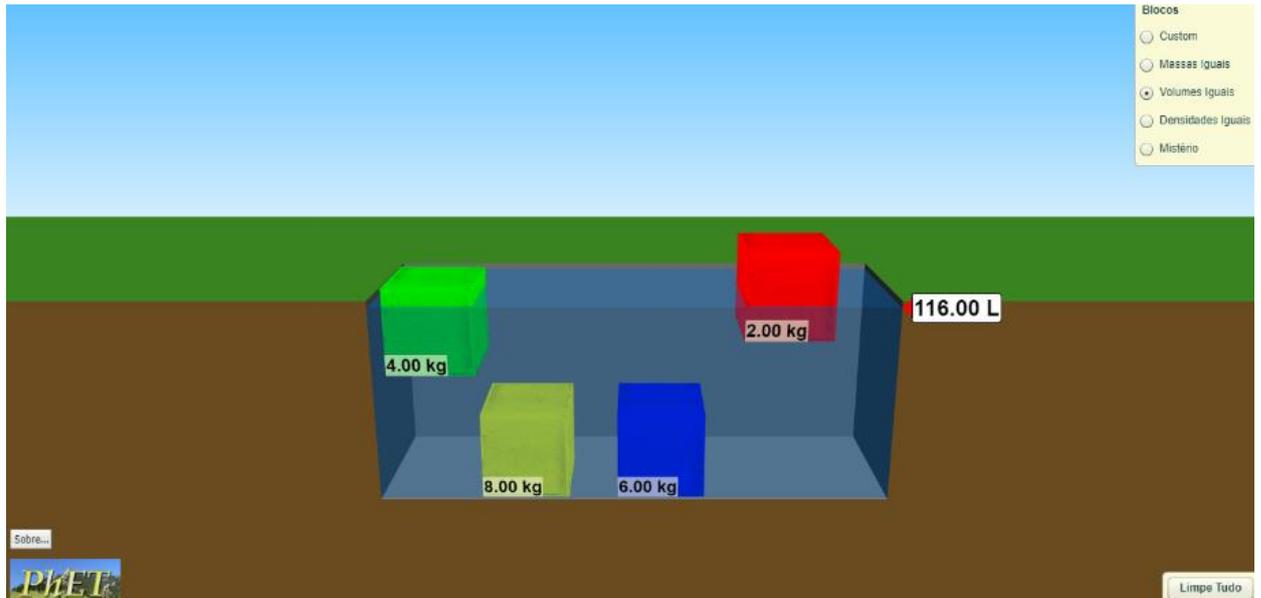


Figura 09: simulação de densidade, com diferentes massas em um mesmo volume de líquido. Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/density_pt_BR.html.

4.1.3 Atividade sobre a Densidade do Lago da cidade

Para calcularmos a Densidade de um líquido, foi coletado do lago da cidade 200 ml de água. No laboratório de Física da Universidade Federal do Tocantins – UFT, utilizando a balança de precisão verificamos a massa da água. Com esse dado experimental, os estudantes foram capazes de calcular a Densidade da água em um pequeno volume, observado na figura 10.



Figura 10: Foto do experimento para obter a densidade. Medida da massa da água. Fonte: Autoria Própria.

Posteriormente, esses dados coletados foram organizados na tabela 01, e a partir de então os estudantes puderam realizar os cálculos.

Tabela 01: Volume e Massa da água.

Volume (ml)	Massa da água (g)
200	199,36

Volume e Massa da água coletados para o cálculo de Densidade.

4.1.4 Atividade avaliativa – Jogo afunda ou boia

Para uma avaliação parcial sobre esses tópicos, foi proposto um jogo didático, denominado “afunda ou boia”, em que objetos, que estavam na bancada do laboratório de informática, vistos na figura 11, foram jogados na água, por dois alunos que manifestaram interesse em participar da atividade, e com ajuda dos demais colegas determinavam o que aconteceria com o objeto. No jogo, foi usado também algumas substâncias, como mel, álcool, óleo e azeite para os mesmos apontarem qual era mais denso e menos denso dessas substâncias. Os estudantes puderam observar como a propriedade Densidade atua nos objetos e nas substâncias e como estão associados as massas e volumes dos elementos, vistos na figura 10.



Figura 11: Elementos usados para verificar a densidade. Fonte: Autoria própria.

4.2 Segundo momento

Nesse segundo momento da sequência didática, trabalhamos os conteúdos envolvendo Pressão Lei de Stevin. Novamente trabalhamos com vídeos e simulação computacional para ajudar na compreensão dos estudantes. Mediante a problematização inicial, iniciamos a aula com alguns questionamentos em que utilizamos situações conhecidas pelos alunos.

4.2.1 Problematizações propostas

Para começarmos o diálogo em sala de aula foi perguntado aos estudantes “Por que a Pressão da água é menor na caixa d’água com menor altura?”. Posteriormente a discussão e as possíveis respostas foram surgindo na classe. A partir dessa conversa foi possível determinar os conceitos de pressão e demonstrações das equações da pressão e Lei de Stevin.

Com o tema de pressão atmosférica foi proposto o mesmo método, em que os alunos tentassem responder, “Por que os jogadores de futebol sentem-se cansados mais facilmente em altas altitudes?”. Mediante as respostas e tentativas de explicação do fenômeno, podemos introduzir conceitos e exemplos da Pressão Atmosférica.

Após as devidas explicações e demonstrações as perguntas foram realizadas mais uma vez. Em sua maioria os estudantes sabiam articular melhor suas respostas, coerentes com os conceitos e exemplos.

4.2.2 Atividades desenvolvidas

Alguns exercícios foram resolvidos em conjunto. Tais atividades propiciaram a análise de algumas condições que podem ocorrer no lago azul da cidade. No Apêndice B temos uma atividade com a respectiva resolução.

Um outro exercício foi resolvido pelos estudantes, situado no Apêndice C, mas para chegar a solução realizamos um experimento, que estava contido na questão, e a partir do experimento eles puderam analisar as alternativas e de maneira prática solucionar tal atividade.

4.3 Terceiro momento

Para começarmos esse momento, foi necessário uma breve revisão dos assuntos desenvolvidos até então, visto que tínhamos alguns estudantes que não estavam participando do projeto. Após a revisão, demos continuidade a aula com conceitos e exemplos simples, para tratarmos sobre o Princípio de Pascal e suas aplicações, com foco nos mecanismos hidráulicos, uma das aplicações desse princípio.

4.3.1 Conteúdo – Vídeo sobre o Princípio de Arquimedes

Nesta etapa trabalhou-se o vídeo com desenho animado sobre a história de Arquimedes. Uma imagem estática do vídeo pode ser observada na figura 12. Nesta vemos o momento em que Arquimedes coloca a coroa de ouro no líquido e verifica se a mesma flutua ou afunda, provando o seu princípio. A partir daí começamos a introduzir o conceito de Empuxo. O principal objetivo nesta atividade foi introduzir o conceito físico e motivar os alunos para a apresentação formal dos conceitos.



Figura 12: Imagem retirada do vídeo sobre o princípio de Arquimedes. Fonte:
https://www.youtube.com/watch?v=_N4wKnCwuq4 .

4.3.2 Atividade sobre o Empuxo

A atividade sobre o empuxo foi desenvolvida pelos alunos. O objetivo foi a identificação de qual das bolas sofreria maior empuxo e posteriormente qual das três bolas seria a mais densa e qual a menos densa. A imagem da figura 13 foi projetada com um data show para os alunos. As três bolas visualizadas têm massas distintas e foram imersas em um mesmo volume de líquido e todos os dados estavam disponíveis aos estudantes. Usando as condições para satisfazer o Empuxo e com os conhecimentos sobre Densidade, eles foram capazes de identificar.

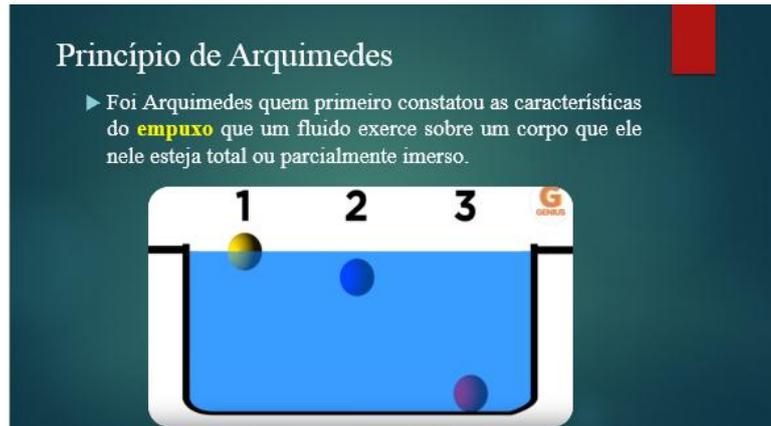


Figura 13: Imagem retirada do slide usado para os estudantes visualizarem a atividade. Fonte: Autoria própria.

4.4 Quarto momento

No último momento didático, os conceitos sobre Tensão Superficial, juntamente com um experimento, usado para explicar melhor o tópico, foram apresentados. Em sequência abordamos a hidrodinâmica, usando os parâmetros do lago para explicar exemplificar tais conteúdos, assim podemos trabalhar Tipos de escoamento, Velocidade, Vazão e Equação da Continuidade norteados por esses parâmetros.

4.4.1 Experimento sobre Tensão Superficial

O experimento foi utilizado para exemplificar os conceitos anteriormente trabalhados, os estudantes foram convidados a fazer a experiência, utilizando uma bacia com água, um pedaço firme de papel e um pouco de detergente, usado como substância surfactante, que “quebra” a tensão superficial da água. Mediante a esse experimento podemos verificar como se comporta as moléculas de água na superfície ao adicionarmos o detergente, perto do pedaço de papel apoiado sobre a superfície. Ao quebrarmos a Tensão Superficial com o detergente o pedaço de papel se desloca na bacia.

4.4.2 Parâmetros do Lago

Para a realização de exercícios sobre os diversos conteúdos abordados foram utilizados alguns dados coletados no lago, um dos principais cartões postais da cidade de Araguaína, que pode ser visto na figura 14. Tendo em vista a dimensão do lago foi necessária uma demarcação que pode ser observada pela figura 15.



Figura 14: Fotografia do lago de Araguaína. Fonte: Autoria própria.



Figura 15: Área do lago demarcada. Fonte: <https://www.google.com.br/maps/@-7.2107578,-48.2386118,21z>

Para este trabalho foram necessários alguns experimentos e cálculos, tendo em vista a não obtenção dos dados das características físicas do lago, pois não encontramos documentos que disponibilizassem esses parâmetros para apreciação pública. Para o cálculo da Velocidade de Escoamento em um determinado ponto do lago a aquisição, fez-se necessário a aquisição de tempos de percurso, aferidos no lago anteriormente a ida a escola. Para isto foi utilizado um pedaço de isopor, uma trena e um cronômetro. Na ocasião foi cronometrado o tempo gasto, do pedaço de isopor, para percorrer uma distância de 1 metro. Os dados podem ser observados nas tabelas 02.

Tabela 02: Tempos registrados no cronômetro.

Tempo 1	22,54s
Tempo 2	22,15s
Tempo 3	23,65s
Tempo 4	22,97s
Tempo 5	24,07s
Tempo 6	09,04s
Tempo 7	22,54s
Tempo 8	26,47s
Tempo 9	12,36s
Tempo 10	31,59s

Tempos visualizados quando distância percorrida pelo pedaço de isopor foi de 1 metro.

Mediante a esses parâmetros os estudantes foram capazes de entender e calcular a Velocidade de Escoamento em um determinado ponto do lago, na área delimitada, vista anteriormente. Tais cálculos foram realizados pelos próprios alunos em seus respectivos cadernos, sem registro pelo docente. No entanto, no Apêndice D, pode-se observar a resolução e a solução das velocidades referentes a todos os tempos cronometrados. À partir de tais dados foi possível fazer a análise dos Tipos de Escoamentos que podem acontecer em diferentes condições.

Pode-se perceber na tabela 02, que não há uma variação tão significativa na medida dos tempos, entre os valores de tempo 1 e 5, o que conseqüentemente torna a velocidade média pouco variada, aproximando-se de um escoamento Laminar. Já na entre os tempos 6 e 10 temos uma variação significativa nas medidas de tempo, logo os valores de velocidade média mudaram perceptivelmente, como pode ser observado no Apêndice D. Tal fato deve-se às condições no momento da coleta de dados, onde tínhamos constante interferência do vento e a ação da correnteza em diversos momentos. Esse exemplo prático nos faz entender melhor o escoamento Turbulento.

4.4.3 Atividade avaliativa – Quiz de múltipla escolha

Para finalizarmos esta sequência didática propomos um jogo de perguntas e respostas objetivas, apresentadas no Apêndice E, para o qual os alunos foram divididos em duas equipes. Nesse jogo o objetivo era avaliar o conhecimento dos estudantes sobre todo o conteúdo trabalhado. Pode-se perceber em uma primeira análise, que aqueles que participaram ativamente da maior quantidade de aulas, que chamamos de momentos pedagógicos, tiveram melhor desempenho.

5. ANÁLISE DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

As análises das Sequências Didática foram realizadas de acordo com as descrições dos momentos, atividade realizadas e relatos de experiência.

O projeto estruturado dentro das propostas do PIBID, teve como público alvo alunos das turmas de 1º ano do nível médio, do Colégio Estadual Campos Brasil. Os encontros aconteceram, no período vespertino, com estudantes voluntários da escola, com os temas desenvolvidos em quatro momentos entre os meses de agosto e setembro de 2017, no laboratório de informática da unidade de ensino. Na aplicação desse trabalho a acadêmica e bolsista do PIBID Adriana Valadares contribuiu para a demonstração dos vídeos e simulações que aconteceram durante os momentos, fazendo parte de um projeto sobre o uso de animações para o ensino de Física no Ensino Médio.

Os exercícios, jogos, construção dos Mapas Conceituais e experimentos foram realizados em grupo, afim de promover a interação entre as turmas de 1º ano de Ensino Médio. A troca de experiências e conhecimento contribui para melhor desenvolvimento dos conteúdos propostos.

As atividades aplicadas tiveram inicialmente o propósito de análise do conhecimento prévio dos estudantes. Esse diagnóstico foi feito mediante a construção do primeiro Mapa Conceitual, Anexo A, em que os conceitos ou palavras chaves foram empregados de acordo com as experiências dos alunos.

Os Mapas Conceituais feitos pelo mesmo grupo de estudantes está presente nos Anexos A e B, e demonstram evolução na compreensão dos conceitos e equações relacionadas ao tema de cada momento. Os demais Mapas Conceituais não foram feitos pelo mesmo grupo pois alguns dos alunos não estiveram presentes em todos os momentos pedagógicos, com isso notamos que faltaram alguns conceitos, algumas equações e experimentos na estrutura dos Mapas Conceituais. O fato dos encontros acontecerem no contra turno das aulas, fez com que parte dos alunos não acompanhassem toda a sequência. Em torno de 64 alunos, no total, participaram desse projeto, mas somente 45 estiveram presentes em toda sequência didática.

Durante essa experiência, assumindo uma posição de docente, as análises foram positivas em relação a cada encontro. O uso de diferentes métodos para estimular a

compreensão do conteúdo fez com que os alunos ficassem motivados para o desenvolvimento dos experimentos e solução das atividades propostas.

O trabalho propõe não somente ministrar aulas no Ensino Médio, mas também sugere modelos de organização para professores que atuam nas escolas, isso por que traz o mapa conceitual e a sequência didática como organizadores do conhecimento. Além da problematização inicial que foi utilizada em diferentes situações para chamar a atenção e instigar a participação dos alunos para os conteúdos e seus questionamentos. Tudo isso dentro da teoria da Aprendizagem Significativa, que possibilita a utilização desses elementos para aperfeiçoar a prática docente.

Os momentos tiveram de 120 a 130 minutos de duração, acontecendo um vez por semana, um pouco mais que o tempo disponível para uma aula de Física semanalmente em uma turma de Ensino Médio, que é 100 minutos por semana. Em horários normais de aulas a aplicação da sequência seria em torno de 10 aulas. De acordo com o documento referência para elaboração dos planos de ensino, (TOCANTINS, 2017) os conteúdos básicos de Física, distribuídos em bimestres, contém os conteúdos de Mecânica dos Fluidos, no quarto bimestre.

Esses conteúdos podem ser ministrados em aproximadamente em 12 aulas, ou seja, os professores podem fazer uso da sequência didática apresentada nesse trabalho, adequando o tempo das aulas e atividade avaliativas, com condições de estender os conteúdos e até mesmo fazer mais avaliações.

A avaliação qualitativa realizada no quarto momento pedagógico teve a finalidade de avaliar o aproveitamento dos alunos. Isso aconteceu com o Quiz, com os estudantes organizados em dois grupos. Cada grupo tinha um representante para responder uma pergunta por vez. Ao final dessa “disputa” pode-se perceber que o grupo em que a maioria dos integrantes participaram assiduamente da sequência didática responderam mais questões corretamente. Assim, salientamos que a sequência didática requer uma série de conhecimentos arranjados de maneira progressiva, porém é essencial a participação dos alunos em todos os momentos propostos para que haja aprendizagem realmente significativa.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O projeto apresentado promove reflexões acerca dos métodos usados na construção da aprendizagem. O uso de metodologias que aproximem os estudantes dos conteúdos, e atividades, incluindo o aluno no processo de descoberta, em que possam participar ativamente da formulação e resolução de problemas. O uso do lago da cidade como objeto de estudo mostra a relevância da assimilação e de partimos de um conhecimento já existente para adquirirmos um novo conhecimento.

Aos professores que buscam planejamentos engajados com a teoria da aprendizagem significativa e entendem a necessidade de estimular e desenvolver com os discentes conceitos com reais significados, recomendamos os planos de aula para os planejamentos dos momentos pedagógicos, Apêndice F, e a sequência didática para organizar estrategicamente cada método e suas avaliações.

As diversas estratégias de ensino empregadas dentro da SD apresentada otimizam o tempo das aulas, ou seja, é possível abranger uma quantidade grande de conteúdos em pouco tempo. Além disso, usando diferentes abordagens e de maneiras flexíveis, para organizar cada momento, os professores podem aproveitar ao máximo todos os tópicos dos conteúdos de Física, que geralmente são muito extensos, demandando muitas horas para trabalhar em sala de aula. Embora a elaboração da SD demande tempo e esforço, depois de pronta, os professores conseguem administrar melhor o tempo para cada conceito, equação, lei ou teorema, podendo apenas adaptar a SD de acordo com a turma.

Com todas as metodologias aplicadas o objetivo final foi alcançado, os conteúdos de Mecânica dos Fluidos tiveram maior significado para os alunos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Alan Sulato de. **Máquinas hidráulicas AT -087**. Universidade Federal do Paraná, Curso de Engenharia Industrial Madeireira. Disponível em: <<http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasalan/AT087-Aula04.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2018.

DELIZOICOV, Demétrio. **Conhecimento, tensões e transições**. Faculdade de Educação da USP. Tese de Doutorado. São Paulo, 1991. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/75757/82794.pdf>>. Acesso em 27 set. 2017.

ENEM 2013- Exame Nacional do Ensino Médio. Questão 57. Disponível em:<educacao.globo.com/provas/enem-2013/questoes/57.html>. Acesso em: 03 jul. 2017.

GOMES, Maria Helena Rodrigues. **Apostila de Mecânica dos Fluidos**. Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2012/09/Apostila-de-Mec%C3%A2nica-dos-Fluidos.pdf>>. Acesso em 23 fev. 2018.

HALLIDAY, RESNICK & WALKER. **Fundamentos de Física**. Vol. 2. 8 edição. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

KOBASHIGAWA, A.H.; ATHAYDE, B.A.C.; MATOS, K.F. de OLIVEIRA; CAMELO, M.H.; FALCONI, S. **Estação ciência: formação de educadores para o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental**. Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/dados/smm/_estacaocienciaformacaodeeducadoresparaoensinodocienciasnasseriesiniciaisdoensinofundamental.trabalho.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2018.

MOREIRA, Marco Antonio. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. Porto Alegre, Instituto de Física – UFRGS. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em: 15 Nov. 2017.

MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.

MURJI, Regiane Nunes Dronov, **Proposta de Sequência Didática para o Ensino de Ondas: uma abordagem teórico-experimental**. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – UFGD. Sociedade Brasileira de Física – SBF. Dourados, 2016. Disponível em: <

http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacao_Regiane.pdf>. Acesso em: 23 Dez. 2017.

MURJI, Regiane Nunes Dronov; SOUZA, José Ezequiel de; LOURENÇO, Ariane Baffa. **Sequência Didática para o Ensino de Ondas**. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – UFGD. Sociedade Brasileira de Física – SBF. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/produto_Regiane_0.pdf>. Acesso em: 21 Dez. 2017.

PHET-COLORADO. (2017). Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/density_pt_BR.html>. Acesso em: 07 Ago. 2017.

SAMPAIO, José Luiz; CALÇADA, Caio Sérgio. **Universo da Física 2**. 2 ed. São Paulo: Editora Atual, 2005.

TOCANTINS, **Documentos Referência para Elaboração dos Planos de Ensino**. Secretaria da Educação, Juventude e Esportes - SEDUC. Palmas, 2017.

WHITE, Frank M. **Mecânica dos Fluidos**. 6 ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

XAVIER, Claudio; BARRETO, Benigno. **Coleção Física aula por aula**. Vol. . 1 ed. São Paulo: FTD, 2010.

APÊNDICE A: Mapa Conceitual



APÊNDICE B: Exercício sobre Pressão e Lei de Stevin

Exercício (adaptado)

1. Supondo que a região do lago de Araguaína a pressão atmosférica vale $P_{\text{atm}} = 1,02 \cdot 10^5$ Pa e a aceleração da gravidade vale $g = 10 \text{ m/s}^2$, um peixe nada a uma profundidade de $h = 15,0$ metros. Sabe-se que a densidade da água nessa região é $d = 1,03 \cdot 10^3 \text{ Kg/m}^3$.
 - a) Calcule a pressão suportada pelo peixe.
 - b) Calcule a intensidade da força exercida pela água do lago em cada cm^2 da superfície do peixe.

Solução

1. Dados: $P_{\text{atm}} = 1,02 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$h = 15,0 \text{ m}$$

$$d = 1,03 \cdot 10^3 \text{ Kg/m}^3$$

a) Usando a Lei de Stevin: $p = p_{\text{atm}} + dgh$

$$p = 1,02 \cdot 10^5 + 1,03 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 15$$

$$p = 1,02 \cdot 10^5 + 1,55 \cdot 10^5$$

$$p = 2,56 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

b) $A = 1 \text{ cm}^2$ transformar em m^2

$$A = 10^{-4} \text{ m}^2$$

Sendo a pressão: $p = 2,56 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

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

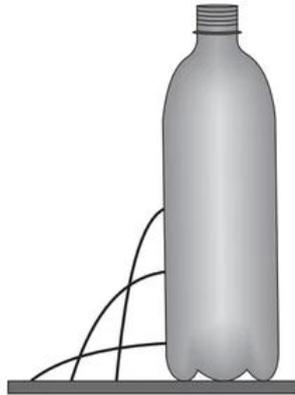
$$F = A \cdot p$$

$$F = 10^{-4} \cdot 2,56 \cdot 10^5$$

$$\vec{F} = 2,56 \text{ N}$$

APÊNDICE C: Exercício sobre Pressão.

2. (ENEM 2013) Para realizar um experimento com uma garrafa PET cheia d'água, perfurou-se a lateral da garrafa em três posições a diferentes alturas. Com a garrafa tampada, a água não vazou por nenhum dos orifícios, e, com a garrafa destampada, observou-se o escoamento da água conforme ilustrado na figura.



Como a pressão atmosférica interfere no escoamento da água, nas situações com a garrafa tampada e destampada, respectivamente?

- Impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; não muda a velocidade de escoamento, que só depende da pressão da coluna de água.
- Impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; altera a velocidade de escoamento, que é proporcional à pressão atmosférica na altura do furo.
- Impede a entrada de ar, por ser menor que a pressão interna; altera a velocidade de escoamento, que é proporcional à pressão atmosférica na altura do furo.
- Impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; regula a velocidade de escoamento, que só depende da pressão atmosférica.
- Impede a saída de água, por ser menor que a pressão interna; não muda a velocidade de escoamento, que só depende da pressão da coluna de água.

Solução: Quando a garrafa está tampada, a pressão atmosférica é maior que a pressão dentro da garrafa, a saída da água é impedida. Já quando a garrafa está destampada, a pressão atmosférica na boca da garrafa e nos orifícios tem o efeito contrário, portanto anulado. A força dentro da garrafa depende da pressão exercida pela coluna de líquido.

Alternativa: a

APÊNDICE D: Exercício sobre velocidade.

De acordo com os dados coletados no lago de Araguaína, vamos fazer os cálculos das respectivas velocidades médias, referentes aos tempos cronometrados na tabela 02.

Solução:

- Velocidades médias dos dados da tabela 02, do tempo 1 ao tempo 5:

Distância percorrida: 1,0 metro

$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (1.0)$$

Para o Tempo 1: 22,54 segundos

$$V_m = \frac{1,0\text{m}}{22,54\text{s}} = 0,044 \text{ m/s}$$

Tabela 01: Velocidades médias.

Velocidade 1	0,044 m/s
Velocidade 2	0,045 m/s
Velocidade 3	0,042 m/s
Velocidade 4	0,043 m/s
Velocidade 5	0,041 m/s

Cálculos das velocidades médias a partir dos dados coletados no lago. Descrição do escoamento Laminar.

- Velocidades médias dos dados da tabela 02, do tempo 6 ao tempo 10:

Para o Tempo 6: 09,04 segundos

$$V_m = \frac{1,0\text{m}}{09,04\text{s}} = 0,11 \text{ m/s}$$

Tabela 02: Velocidades médias.

Velocidade 1	0,044 m/s
Velocidade 2	0,110 m/s
Velocidade 3	0,037 m/s
Velocidade 4	0,080 m/s
Velocidade 5	0,031 m/s

Cálculos das velocidades médias a partir dos dados coletados no lago. Descrição do escoamento Turbulento.

APÊNDICE E: Quiz sobre todos os conteúdos.

1. Sabe-se que a densidade do gelo é $0,92 \text{ g/cm}^3$, a do óleo é $0,80 \text{ g/cm}^3$ e a da água é $1,0 \text{ g/cm}^3$. A partir desses dados podemos afirmar que:
 - a) O gelo flutua no óleo e na água.
 - b) O gelo afunda no óleo e flutua na água.
 - c) O gelo flutua no óleo e afunda na água.

2. Sobre a pressão atmosférica qual alternativa é VERDADEIRA:
 - a) A pressão atmosférica diminui quanto maior for a altitude.
 - b) A pressão atmosférica aumenta proporcionalmente à altura.
 - c) A pressão atmosférica é a mesma em todo a planeta.

3. Uma pressão externa aplicada a um fluido dentro de um recipiente se transmite sem diminuição a todo o fluido e às paredes do recipiente. Isso é a definição do:
 - a) Princípio de Arquimedes.
 - b) Primeira de Kepler.
 - c) Princípio de Pascal.

4. Em qual dessas situações se aplica o Princípio de Pascal:
 - a) Elevação da caixa d'água.
 - b) Elevadores hidráulicas.
 - c) Em embarcações.

5. Qual dessas condições é ideal para um corpo afundar em contato com um líquido:
 - a) Corpo mais denso que a líquido.
 - b) Corpo com menos peso que a líquido.
 - c) Corpo de mesma densidade que a líquido.

6. Sobre a velocidade de escoamento, marca a alternativa INCORRETA
 - a) No trecho em que a velocidade é maior, a pressão é menor.
 - b) Quando o fluido está em movimento há um outro fator que influencia a pressão: a velocidade.
 - c) A velocidade de escoamento obedece a Lei de Stevin.

7. Todo corpo imerso total ou parcialmente em um fluido recebe deste uma força vertical de baixo para cima, igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo. Essa afirmação foi confirmada no experimento de:
- Arquimedes.
 - Pascal.
 - Torricelli.
8. Puxar uma âncora de navio é relativamente fácil enquanto ela está dentro da água, mas isso se torna mais difícil quando ela sai da água. Em relação a esse fato, a afirmativa CORRETA é:
- A força necessária para içar a âncora dentro da água é igual à diferença entre seu peso e o empuxo que atua sobre ela.
 - O empuxo da água sobre a âncora anula o seu peso.
 - O empuxo da água sobre a âncora é maior do que seu peso.
9. Sobre a equação da continuidade, marque a opção CORRETA:
- Quanto menor a área a velocidade de escoamento diminui.
 - Quanto menor a área a velocidade de escoamento aumenta.
 - Quanto menor a área de escoamento o volume diminui.
10. Numa região em que a pressão atmosférica vale $P_{\text{atm}} = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ e a aceleração da gravidade vale $g = 10 \text{ m/s}^2$, um peixe nada a uma profundidade $h = 15 \text{ m}$. Sabe-se que a massa específica da água do mar é $\rho = 1,03 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. Qual pressão suportada pelo peixe.
- $2,56 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.
 - $5,8 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.
 - $10,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

Gabarito:

1. b
2. a
3. c
4. b
5. a
6. c
7. a
8. a
9. b
10. a

APÊNDICE F: Planos de Aula

Plano de Aula 01

Tempo: 120 a 130 minutos

Tema: Mecânica dos Fluidos e Densidade.

Objetivos:

Objetivo Geral: Compreender e identificar os conceitos básicos da Mecânica dos Fluidos e suas propriedades.

Objetivo Específico: Associar e analisar situações com o propósito de associar as propriedades estudadas.

Metodologia:

Simulação computacional sobre massa, volume e Densidade, experimento sobre Densidade, construção do primeiro Mapa Conceitual e jogo pedagógico “afunda ou boia”.

Problematização inicial:

Porque alguns objetos flutuam na água e outros não?

Organização do conhecimento:

Introdução ao projeto PIBID;

Conceitos relacionados a Mecânica dos fluidos e suas propriedades;

Construção do primeiro mapa conceitual:

Associação do tema com o lago da cidade de Araguaína;

Desenvolvimento de atividades e jogos avaliativos.

Aplicação do conhecimento:

Através do momento pedagógico e das atividades em grupo propostas demonstrar que o tema do projeto pode ser utilizado para compreender questões simples e fazer associações com um recurso hídrico da região, o lago da cidade de Araguaína.

Experimento:

Com diferentes objetos e substâncias propor um jogo de "afunda ou boia”.

Plano de Aula 02**Tempo: 120 a 130 minutos****Tema:** Pressão e Lei de Stevin**Objetivos:**

Objetivo Geral: Utilizar o conhecimento prévio para construir novos conceitos referentes a Pressão e Lei de Stevin.

Objetivo Específico: Analisar circunstâncias em que se visualiza na prática a Lei de Stevin e os efeitos da Pressão Atmosférica.

Metodologia:

Aula expositiva, resolução de problemas sobre Pressão e deduções da Lei de Stevin, experimento sobre Pressão.

Problematização inicial:

Por que a Pressão da água é maior na caixa d'água com o aumento da altura?

Organização do conhecimento:

Introdução ao conceito de Pressão;

Equação matemática da Pressão;

Denotação da equação matemática da Lei de Stevin;

Relacionar a Lei de Stevin com situações do cotidiano;

Aplicação do conhecimento:

Utilizando atividades e discutindo sobre a problematização inicial, mostrar a prática dos conceitos vistos e fazer relação situações relevantes, usando como base o conteúdo proposto.

Experimento:

Mediante a um exercício, reproduzir o experimento sobre Pressão.

Plano de Aula 03**Tempo: 120 a 130 minutos****Tema:** Princípio de Pascal e suas aplicações e Princípio de Arquimedes.**Objetivos:**

Objetivo Geral: Conceituar e exemplificar o Princípio de Pascal e visualizar suas aplicações e entender o Princípio de Arquimedes

Objetivo Específico: Analisar as circunstâncias que podemos assimilar os conceitos com a prática diária dos conteúdos trabalhados.

Metodologia:

Aula expositiva, vídeos animados sobre o princípio de Arquimedes e resolução de problemas.

Problematização inicial:

Por que os navios não afundam?

Organização do conhecimento:

Introdução ao Princípio de Pascal;

Aplicações do Princípio de Pascal;

Introdução aos conceitos do Princípio de Arquimedes;

Aplicação do conhecimento:

Mediante atividades verificar se o conhecimento foi assimilado.

Plano de Aula 04**Tempo: 120 a 130 minutos****Tema:** Tensão Superficial, Vazão, Equação da Continuidade, Tipos de Escoamento**Objetivos:**

Objetivo Geral: Compreender os conceitos e equações relacionados a fluidodinâmica.

Objetivo Específico: Verificar os conceitos usando o lago de Araguaína para assimilar os conteúdos.

Metodologia:

Aula expositiva, experimento sobre Tensão Superficial, Uso de parâmetros do lago, construção do segundo mapa conceitual e realização do Quiz.

Problematização inicial:

Por que a velocidade muda em diferentes partes do lago?

Organização do conhecimento:

Realizar um experimento para demonstrar a Tensão Superficial;

Introdução a Vazão e equação relacionada;

Introdução equação da continuidade e equação relacionada;

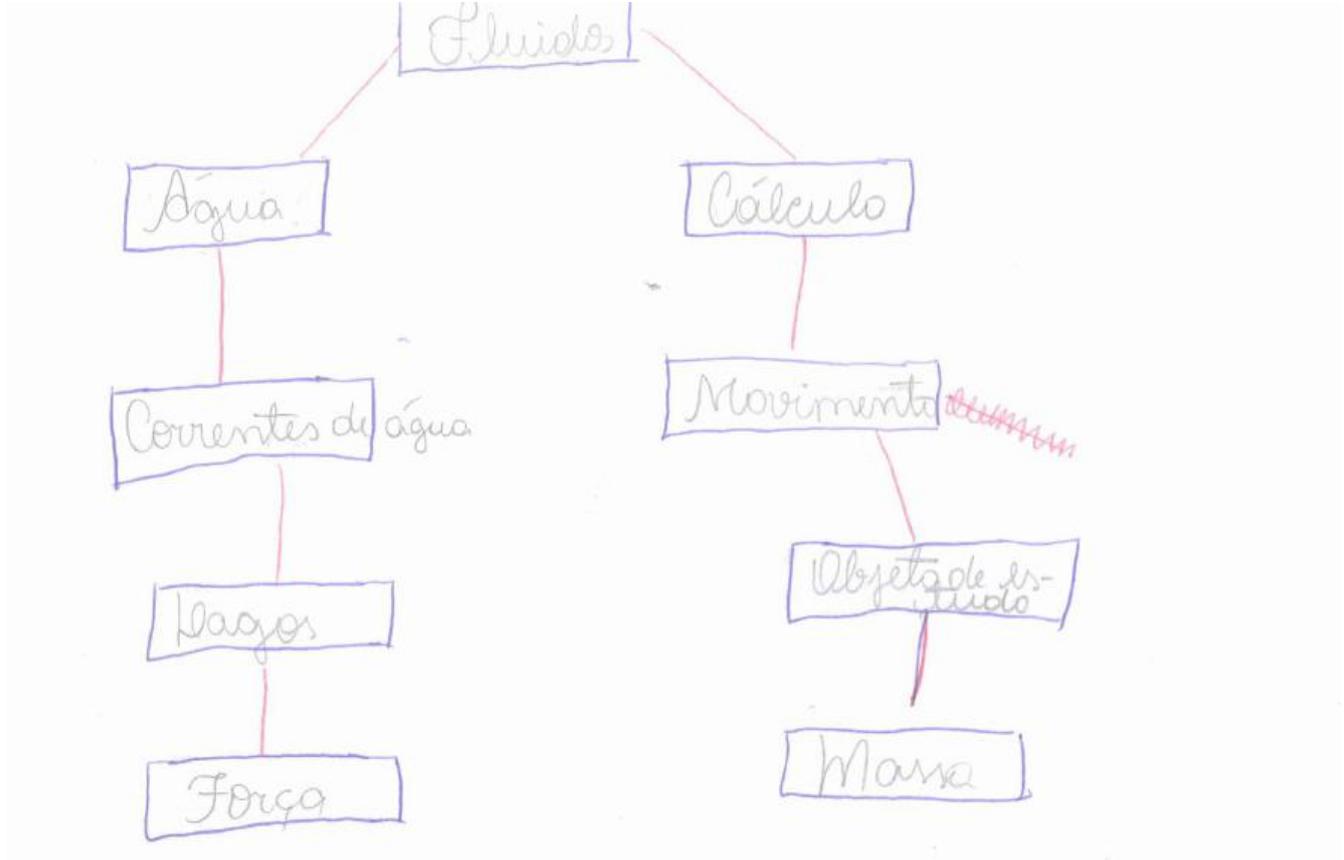
Tipos de escoamento e suas características.

Aplicação do conhecimento:

Mediante a uma atividade verificar se os alunos assimilaram todo o conteúdo da aula

Experimento:

Verificar a tensão superficial da água, utilizando detergente.

ANEXO A: Primeiro Mapa Conceitual do grupo D.

ANEXO B: Segundo Mapa Conceitual do grupo D.

