

DOI: <https://doi.org/10.36470/famen.2025.r6a19>

Recebido em: 13/05/2025

Aceito em: 27/06/2025

**MECÂNICA DOS FLUIDOS: PROPOSTA DE AULAS EXPERIMENTAIS
SOB O OLHAR DA TEORIA CONSTRUTIVISTA**

**FLUID MECHANICS: A PROPOSAL FOR EXPERIMENTAL LESSONS THROUGH
THE LENS OF CONSTRUCTIVIST THEORY**

Júlia Alexandre Vilar dos Santos

Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-9167-9462>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3373297714193393>

Mestranda em Ensino de Física

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN, Brasil

E-mail: juliavilardossantos@gmail.com

Melquisedec Lourenço da Silva

Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-0567-4605>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6674115023139208>

Doutor em Física

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN, Brasil

E-mail: melquisedec.silva@ifrn.edu.br

RESUMO

Este artigo propõe uma sequência de aulas experimentais sobre dinâmica dos fluidos, utilizando a teoria construtivista como referencial teórico e motivador avaliativo. O objetivo é estimular os alunos a explorar o conteúdo, analisar os fenômenos e calcular valores propostos. Os experimentos sugeridos são: Manômetro de Tubo em “U”, Tubo de Alcance e Tubo de Venturi. A sequência didática é composta por quatro encontros que envolvem averiguar os conhecimentos prévios, realização das atividades experimentais e análise dos resultados obtidos pelos estudantes. A proposta visa promover a aprendizagem dos estudantes, estimulando o raciocínio lógico, a curiosidade, a criatividade e a autonomia. Dessa forma, este trabalho apresenta os fundamentos teóricos, a descrição da construção dos experimentos, as orientações pedagógicas e a sequência didática.

Palavras-chave: Dinâmica dos fluidos; teoria construtivista; experimentação do ensino de Física; sequência didática.

ABSTRACT

This article proposes a sequence of experimental lessons on fluid dynamics, using constructivist theory as both a theoretical framework and an evaluative motivator. The aim is to encourage students to explore the content, analyze phenomena, and calculate proposed values. The suggested experiments are: U-Tube Manometer, Pitot Tube, and Venturi Tube. The didactic sequence consists of four sessions involving the assessment of prior knowledge, the execution of experimental activities, and the analysis of results obtained by the students. The proposal aims to promote student learning by stimulating logical reasoning, curiosity, creativity, and autonomy. Thus, this work presents the theoretical foundations, a description of the construction of the experiments, pedagogical guidelines, and the instructional sequence.

Keywords: Fluid dynamics; constructivist theory; physics teaching through experimentation; didactic sequence.

1 INTRODUÇÃO

A implementação de experimentos no ensino de Física tem demonstrado sua eficácia conforme a pesquisa em metodologia de ensino de ciências progride. Essas atividades permitem que os alunos consolidem conceitos e adquiram conhecimentos e habilidades de maneira mais eficiente e agradável. O professor, por sua vez, consegue proporcionar um aprendizado cada vez mais prático e relevante para o contexto da sala de aula.

De acordo com Villani e Nascimento (2003), o laboratório didático - isto é, os experimentos realizados na escola com o objetivo de auxiliar no ensino - introduz elementos específicos que facilitam a identificação do contexto escolar. Isso aumenta a probabilidade e a necessidade de os alunos usarem argumentos mais apropriados e completos, cuja estrutura se assemelha mais à dos argumentos científicos, em suas respostas a problemas e questões escolares.

Os experimentos não apenas incentivam os alunos academicamente, mas também promovem o diálogo entre eles, expandem sua visão de mundo, propiciam discussões sobre questões atuais, promovem interações com o professor e trazem novas perspectivas e conhecimentos diversos.

A atividade de demonstração experimental em sala de aula, particularmente quando relacionada a conteúdos de Física, apesar de fundamentar-se em conceitos científicos, formais e abstratos, têm por singularidade própria a ênfase no elemento real, no que é diretamente

observável e, sobretudo na possibilidade simular no microcosmo formal da sala de aula a realidade informal vivida pela criança no seu mundo exterior. Grande parte das concepções espontâneas, senão todas, que a criança adquire resultam das experiências por ela vividas no dia-a-dia, mas essas experiências só adquirem sentido quando ela as compartilha com adultos ou parceiros mais capazes, pois são eles que transmitem a essa criança os significados e explicações atribuídos a essas experiências no universo sócio-cultural em que vivem (Gaspar; Monteiro, 2005, p. 232).

Os experimentos práticos oferecem aos estudantes a chance de desenvolver suas atitudes, aumentando seu entusiasmo em sala de aula. Essas experiências tendem a capturar o interesse e atenção dos alunos, direcionando seu foco para a matéria e o tópico em discussão. Quando isso ocorre, e com um uso eficaz dos conceitos e a utilização correta dos diversos recursos disponíveis, é possível assegurar uma aula produtiva e prazerosa. Dessa forma, haverá mais oportunidades para um aprendizado tangível.

Este trabalho apresenta uma proposta de sequência de aulas experimentais para o ensino médio sobre a Mecânica dos Fluidos, bem como a construção desses experimentos e os respectivos procedimentos pedagógicos. Além disso, para acompanhar o processo de ensino-aprendizagem, foi adotado o método construtivista, o qual será percebido nas discussões ao longo do artigo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A TEORIA CONSTRUTIVISTA

Com o passar do desenvolvimento humano e a busca por uma aprendizagem efetiva, várias teorias de aprendizagem foram criadas e testadas.

A teoria do construtivismo de Piaget consiste em ter a aprendizagem e a construção do conhecimento como consequência da interação do indivíduo com o meio no qual é exposto ou colocado. Piaget estudou as fases do desenvolvimento cognitivo e os mecanismos de funcionamento da inteligência. Sua tese superou o empirismo e o inatismo ao afirmar que as estruturas que nos permitem conhecer e interpretar o mundo são providas da experiência e também pré-formadas. Grize (1996) discute o lugar de Piaget no pensamento contemporâneo,

e o coloca como tendo seu ponto central de estudo justamente a noção de sujeito e como suas concepções são moldadas pelo ambiente e suas experiências.

Dentro das ideias centrais da teoria, o construtivismo de Piaget distingue-se das outras teorias pelo modo de ver a construção do conhecimento. Para ele, essa construção é realizada por parte do sujeito, sendo possibilitada por sua inserção no mundo. Permitindo a construção de estruturas de compreensão (no sujeito) cada vez mais equilibradas, ao mesmo tempo em que uma estruturação (em termos de significado) cada vez mais abrangente do mundo. A estrutura e o sujeito relacionam-se a todo momento. Além disso, a construção é, na verdade, sempre uma reconstrução indissociável da interação: o sujeito reconstrói o conhecimento, tanto pelas ideias que já possui, como também absorve o que está sendo colocado e estimulado à sua frente (Lajonquière, 1997).

Há uma coisa mais ou menos já dada que se atualiza, isto é, que evolui graças ao simples contato gratificante ou frustrante com uma realidade pensada como seu exterior (Piaget, 1970, p. 20).

A construção do conhecimento, segundo a teoria do construtivismo de Piaget, só é possível através de uma interação mediada pela ação do sujeito, em que três conceitos são centrais:

a) a assimilação. O sujeito age quando incorpora a experiência aos esquemas de interpretação já elaborados;

b) a acomodação. O sujeito modifica seus esquemas para aproximar-se melhor da realidade.

c) equilibração. O sujeito busca o equilíbrio entre a assimilação e a acomodação.

O sujeito modifica seus esquemas para aproximar-se melhor da realidade.

Nenhuma interação ocorre entre dois eventos previamente formados: o sujeito e o objeto da percepção. Em vez disso, permite a criação de novas ideias e conceitos, através dos quais o conhecimento se estabelece pela primeira vez, através das características das relações entre eles. E o mais importante: são as interações que possibilitam as mudanças nas estruturas cognitivas do sujeito. Apesar de ser uma condição, a interação não é suficiente. O saber, através dela, é erguido por meio de um processo em que as aquisições anteriores sejam possibilidades de aquisições subsequentes, aquisições recém-integradas (e não agregadas), com aquisições antigas (Piaget, 1996).

2.2 CONCEITOS BÁSICOS DE MECÂNICA DOS FLUIDOS

Manômetro de Tubo em “U”

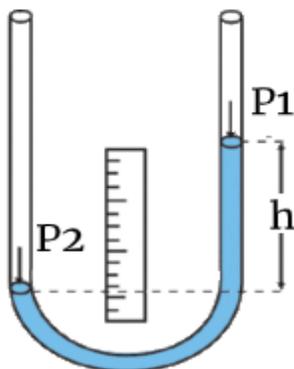
A Lei de Stevin descreve o comportamento dos fluidos em equilíbrio em um campo gravitacional. Por isso, ela é considerada uma lei fundamental da hidrostática. Ela também estabelece que a diferença de pressão entre dois pontos em um fluido estável é proporcional à diferença de altura entre esses pontos, à densidade do fluido e ao campo gravitacional (Sears, Zemansky; Young, 2008).

Os manômetros, do tipo tubo em forma de “U”, (Figura 1) são ferramentas que permitem a quantificação de pressões relativamente baixas, através do equilíbrio observado diretamente em uma coluna de líquido. Através da aplicação da Lei de Stevin, descrita anteriormente, podemos usar o manômetro de tubo e estabelecer a diferença de pressão entre dois pontos em fluidos.

$$P_2 - P_1 = \rho gh. (1)$$

Assim, a diferença de pressão entre dois pontos (P_1 e P_2) é igual ao produto entre a densidade do fluido.

Figura 1 – Exemplificação do Manômetro de Tubo em “U” e suas medidas.



Fonte: autores (2023) - elaborada com o software Sketchpad.

Tubo de Alcance

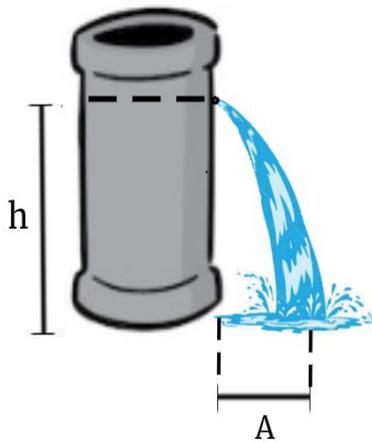
Em Mecânica dos Fluidos, os conceitos de pressão, volume e profundidade são essenciais e têm grande relevância em uma ampla gama de aplicações tanto na prática quanto na teoria. Esses elementos, que são cruciais para o entendimento e a manipulação do

comportamento de fluidos em diferentes contextos e situações, são perceptíveis e calculados no Tubo de Alcance (Sears, Zemansky e Young, 2008).

Para realizar as experimentações propostas neste artigo com o Tubo de Alcance, será necessário a utilização e manejo algébrico do princípio de bernoulli, da equação da continuidade dos fluidos e das equações da cinemática usadas no lançamento horizontal de um corpo, a fim de compará-las. A lei de stevin, já citada, também se faz presente nesta seção.

Na figura 2, é apresentada uma elaboração do aparato; pode-se perceber que o fluido possui velocidade, pressão e altura específicas para cada ponto (furo) do Tubo de Alcance.

Figura 2 – Exemplificação do Tubo de Alcance e suas medidas.



Fonte: autores (2023) - elaborada com o software Sketchpad.

A equação de bernoulli, juntamente a seu teorema, foi publicada em 1738, por Daniel Bernoulli, em seu livro *Hidrodinâmica*. A equação mostra como a conservação da energia age nos fluidos em movimento e também tem por propósito descrever o comportamento de fluidos ideais ao longo de condutos. Ela será necessária para realizar as proposições deste trabalho, e pode ser escrita como:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g y_2. (2)$$

A pressão de fluido (P_1) em um determinado ponto de um trajeto, somada a metade do produto da sua densidade (ρ) pelo quadrado da sua velocidade (v_1) - naquele mesmo ponto - adicionado ao produto da sua densidade (ρ) pela aceleração gravitacional (g) e altura (y_1) - naquele mesmo ponto, é igual a pressão daquele fluido em um outro ponto da trajetória, somada

a metade do produto da sua densidade (ρ) pelo quadrado da sua velocidade (v_2) - naquele outro ponto da trajetória - adicionado ao produto da sua densidade (ρ) pela aceleração gravitação e altura (y_2) - naquele outro ponto da trajetória.

Neste artigo, uma das atividades propostas é a comparação entre as previsões das velocidades dos jatos de água pelas equações da hidrostática e hidrodinâmica e do lançamento oblíquo - as quais serão desenvolvidas nesta seção.

No Tubo de Alcance, considera-se $P_1 = P_2 = P_{atm}$,

$$\frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g y_2. (3)$$

Para facilitar a comparação entre os resultados, separa-se o valor de v_2^2 da expressão acima:

$$v_2^2 = v_1^2 + 2g(y_1 + y_2). (4)$$

Para o próximo passo, será necessário a utilização da equação da continuidade. Esta diz respeito a uma relação matemática que descreve o comportamento de um fluido que escoar por um tubo de forma laminar, ou seja, sem turbulências. O produto da área da seção transversal do tubo pela velocidade do fluido é constante em qualquer ponto do escoamento. Isso significa que, se a área de um respectivo tubo diminui, a velocidade do fluido aumenta, e vice-versa.

Ela é dada por:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2; (5)$$

Onde A_1 e A_2 são as áreas das seções transversais do tubo, e v_1 e v_2 são as velocidades do fluido nessas seções.

Tendo a equação (5), pode-se considerar $v_1 = \frac{A_2}{A_1} v_2$, bem como, pode-se constatar que $A_1 \gg A_2$, logo, o valor de v_1 é aproximadamente zero ($v_1 \simeq 0$).

Assim, especificando o valor de v_2 :

$$v_2 = \sqrt{2g(y_1 - y_2)}. (6)$$

Por outro lado, também podemos encontrar a velocidade v_2 usando as equações conhecidas na cinemática de corpos. Para o eixo x :

$$x = x_0 + v_{2x}t. (7)$$

Podemos adotar que: $x_0 = 0$, $x = A$ e $v_{2x} = v_2$:

$$v_2 = \frac{A}{t}. \quad (8)$$

Para calcular-se o valor de t , maneja-se a equação da cinemática sob o eixo y :

$$y_0 = y_2 + v_{2y}t - \frac{1}{2}gt^2; \quad (9)$$

Para essa situação, $y_0 = 0$, $y_2 = h$ e $v_{2y} = 0$:

$$0 = h - \frac{1}{2}gt^2, \quad (10)$$

Isolando o valor de t ,

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}. \quad (11)$$

Voltando a equação $v_2 = \frac{A}{t}$ e substituindo o valor de t encontrado:

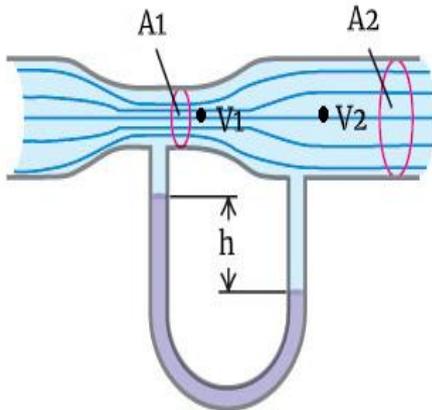
$$v_2 = \frac{A}{\sqrt{\frac{2h}{g}}}, \quad (12)$$

$$v_2 = A \sqrt{\frac{g}{2h}}. \quad (13)$$

Tubo de Venturi

O Tubo de Venturi - representado na Figura 3 - é um instrumento imprescindível no estudo e aplicação da Mecânica dos Fluidos. Ele é projetado para aferir tanto a rapidez do fluxo quanto o volume de líquidos que não se comprimem. A relevância desse dispositivo é devido ao seu mecanismo de operação, que permite medir a variação da velocidade de um fluido em movimento em um tubo de área de seção transversal variável. Para isso, ele utiliza um manômetro acoplado, para a medição da variação da pressão no tubo. À medida que o líquido adentra a área menor do tubo, ocorre um aumento em sua velocidade e, conforme o Princípio de Bernoulli, há uma conseqüente redução na pressão.

Figura 3 – Exemplificação do Tubo de Venturi e suas medidas.



Fonte: dos autores (2023) — elaborada com o software Sketchpad.

Para o exercício proposto neste artigo utilizando o Tubo de Venturi, a ideia é aplicar o Princípio de Bernoulli nos pontos 1 e 2 como representados na figura 2.

No aparato considera-se que $y_1 = y_2$. Portanto:

$$P_2 - P_1 = \frac{1}{2} \rho (v_1^2 - v_2^2). \quad (14)$$

Semelhante ao cálculo realizado no experimento do Tubo de Alcance, a velocidade v_1 pode ser definida pela equação de continuidade (5). Assim, destacando o v_2 na expressão da diferença entre as pressões,

$$v_2 = \sqrt{\frac{2(P_2 - P_1)}{\rho \left[\left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2 - 1 \right]}}. \quad (15)$$

O fluido contido no manômetro acoplado no tubo de Venturi está em repouso. Dessa forma, podemos aplicar a Lei de Stevin ($P_{abs} = P_{atm} + \rho gh$) para calcular a diferença de pressão $P_2 - P_1$ na equação anterior.

Dessa forma, os cálculos são auxiliados e facilitados pela lei de Stevin, pois pode-se ver que:

$$P_2 = P_1 + \rho gh, \quad (16)$$

Desta equação tem-se uma outra expressão para as diferenças de pressão:

$$P_2 - P_1 = \rho gh. \quad (17)$$

Substituindo na equação 16, obtém-se:

$$v_2 = \sqrt{\frac{2(\rho gh)}{\rho \left[\left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2 - 1 \right]}}, \quad (18)$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2(gh)}{\left[\left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2 - 1 \right]}}. \quad (19)$$

3 METODOLOGIA, RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 UNIDADE DIDÁTICA PROPOSTA

Introdução

Os fluidos possuem características distintas que os separam dos sólidos. Eles não possuem uma forma fixa e podem se deslocar de um local para outro. Além disso, eles têm a habilidade de propagar pressão em todas as direções. A hidrodinâmica se dedica ao estudo do movimento dos fluidos. A Equação (1) descreve a conservação de energia para um fluido em movimento e é fundamental para entender como a pressão, a velocidade e a altura se relacionam em um fluido.

Objetivos

- a) Verificar o princípio Bernoulli;
- b) Comparar os resultados experimentais — Bernoulli e cinemática;
- c) Calcular a diferença de pressão entre dois pontos;
- d) Prever as velocidades dos fluidos envolvidos;
- e) Observar o fenômeno do movimento dos fluidos;

Conteúdo da Aprendizagem

I. Conceituais

Princípio de Bernoulli; Equação de Lançamento Horizontal; Lei de Stevin; Princípio da Continuidade.

II. Procedimentais

Será necessário saber calcular: as velocidades de fluidos em um mesmo ponto e em ponto com alturas diferentes, pressões em pontos com alturas diferentes. Aferir alturas e tamanhos requisitados pelos experimentos. Aplicar e reconhecer os conceitos descritos nas atividades experimentais.

III. Atitudinais

Desenvolvimento de habilidades de pensamento; capacidade de argumentação científica; reflexão sobre os fenômenos físicos apresentados; interagir com cortesia e respeito à diversidade; mudança de visão e postura (positiva) diante da ciência.

Sequência Didática

Primeiro encontro

O primeiro encontro tem por objetivo principal a aplicação de um questionário de sondagem, a fim de registrar e diagnosticar o nível de conhecimento dos alunos naquele momento inicial.

- a) Tempo de aula previsto: 90 minutos — duas aulas.
- b) Conteúdos: Lei de Stevin; Princípio de Bernoulli; Princípio da Continuidade; Lançamento Horizontal.
- c) Procedimentos: Teste de sondagem para diagnóstico inicial dos alunos.
- d) Objetivos: Avaliar os conhecimentos prévios dos alunos.
- e) Avaliação: Atividade (questionário 1) com cinco questões objetivas de múltipla escolha. Abaixo segue um modelo sugestivo de pré-teste (Questionário 1) para a sequência didática construída neste artigo.

Questionário 1

Questão 01) A respeito da Lei de Stevin, marque a alternativa correta:

- a) Diz respeito apenas sobre a variação de pressão de líquidos.
- b) A densidade é a única grandeza que determina a variação de pressão de um fluido.
- c) A pressão sobre um líquido depende de sua forma.
- d) À medida que varia a profundidade, varia também a pressão de um fluido.

Objetivo: Verificar o conhecimento e as habilidades do aluno a respeito da Lei de Stevin.

Questão 02) Em uma situação hipotética é posto um Tubo em “u”, contendo um considerável nível de água, acoplado a uma saída de ar à sua coluna esquerda. Assinale a opção correta.

- a) A parte da água localizada na coluna esquerda se deslocará para cima.
- b) A diferença de altura entre as colunas de água depende da diferença de pressão entre elas.
- c) A diferença de altura entre as colunas de água não depende da densidade dos fluidos.
- d) Nenhum fenômeno ocorrerá.

Objetivo: Verificar o conhecimento e as habilidades do aluno a respeito da Lei de Stevin aplicado ao Tubo em “u”.

Questão 03) O Princípio de Bernoulli é uma das bases para a Mecânica dos Fluidos. Sobre ele é correto afirmar:

- a) É válido apenas para fluidos estáticos.
- b) O princípio de Bernoulli afirma que a diminuição na velocidade do fluido ocorre simultaneamente com uma diminuição na pressão.
- c) Sua aplicação restringe-se a líquidos.
- d) Descreve a relação entre a velocidade, a pressão e a altura de um fluido ao longo de um conduto.

Objetivo: Verificar o conhecimento e as habilidades do aluno a respeito do Princípio de Bernoulli e suas aplicações.

Questão 04) Um fluido começa a escoar por um tubo com uma área transversal estabelecida e possui uma determinada velocidade. Ao sair pelo outro lado do tubo, cuja a área é três maior que a anterior, a velocidade de escoamento nessa nova área do tubo será:

- a) Duas vezes menor.
- b) Quatro vezes maior.
- c) Cinco vezes maior.
- d) Três vezes menor.

Objetivo: Verificar o conhecimento e as habilidades do aluno a respeito do Princípio da Continuidade e suas aplicações.

Questão 05) O lançamento horizontal é um tipo de movimento estudado na física, particularmente na mecânica clássica. Abaixo, julgue as afirmações e marque as corretas.

- a) O alcance do objeto é geralmente representado pelo seu deslocamento do eixo “x”.
- b) No lançamento horizontal, o movimento possui apenas uma componente.
- c) A trajetória do objeto no lançamento horizontal é retilínea.
- d) A velocidade do objeto, durante o lançamento horizontal, é vertical.

Objetivo: Verificar o conhecimento e as habilidades do aluno a respeito do Lançamento Horizontal.

Segundo Encontro

O segundo encontro será utilizado para a realização do experimento do Tubo de Alcance, bem como o Tubo em “u”. Junto a eles, deverá ser recolhido e calculado os valores sugeridos.

- a) Tempo de aula previsto: 90 minutos — duas aulas.
- b) Conteúdos: Lei de Stevin; Princípio de Bernoulli; Princípio da Continuidade; Lançamento Horizontal.
- c) Procedimentos:

Primeiro momento: Apresentação do experimento do Tubo de Alcance; observação dos fenômenos; coleta das medições necessárias — alturas dos pontos (furos); alturas dos alcances de cada ponto —; o exercício proposto é cálculo das velocidades dos jatos de água, para cada um dos pontos, segundo a equação de Bernoulli e, depois, fazendo uso da equação de lançamento horizontal.

Para o experimento com o Tubo de Alcance foi necessário:

1. Cano PVC de 50mm;
2. Fita métrica.

Figura 4 – Fotografia do Tubo de Alcance.



Fonte: autores (2023).

Segundo momento: Apresentação do experimento do Tubo em “u”; observação dos fenômenos; coleta das medições necessárias — alturas das colunas, para cada um dos pontos do Tubo de Alcance; o exercício proposto é o cálculo das diferenças de pressões — para cada um dos pontos (furos) do Tubo de Alcance.

Para construir o Manômetro de Tubo em “U”, o qual será utilizado juntamente ao Tubo de Alcance, foi preciso de:

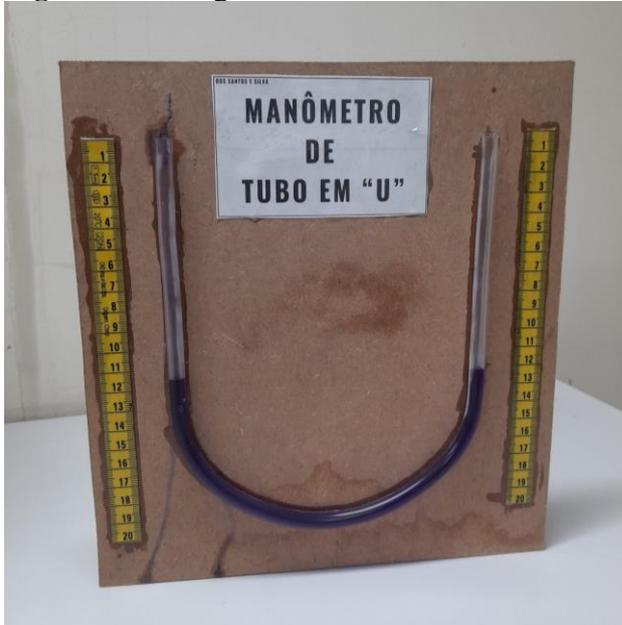
1. Placa de madeira (30cmx30cm);
2. Cânula (1cm de diâmetro);
3. Cola para madeira;
4. Duas fitas métricas com marcação de pelo menos 20cm;
5. Apoio para a placa.
6. Água;
7. Corante.

No momento de aferir as pressões para cada furo no Tubo de Alcance, também será necessário:

1. Um (1) equipo médico de microgotas convencional;

2. Uma (1) agulha BD 1,2x40mm 18G.

Figura 5 – Fotografia do Manômetro de Tubo em “U”.



Fonte: autores (2023).

Figura 6 – Fotografia do equipo e da agulha.



Fonte: autores (2023).

- d) Objetivos: comparar os valores obtidos entre as velocidades dos pontos para cada equação, bernoulli e lançamento horizontal, aferindo, também, seus erros experimentais em porcentagem; obter os valores das diferenças de pressões entre os pontos do Tubo de Alcance.

- e) Avaliação: Realização dos cálculos propostos.

Terceiro Encontro

O terceiro encontro será utilizado para a realização do fenômeno do Tubo de Venturi e o Tubo em “u” — o qual já está acoplado ao experimento — também será utilizado. Junto a eles, deverá ser recolhido e calculado os valores sugeridos.

- a) Tempo de aula previsto: 90 minutos — duas aulas.
- b) Conteúdos: Lei de Stevin; Princípio de Bernoulli; Princípio da Continuidade.
- c) Procedimentos: Apresentação do experimento do Tubo de Venturi; observação dos fenômenos; coleta das medições necessárias — tamanho dos diâmetros dos círculos transversais; alturas das colunas no Tubo em “u”; o exercício proposto é o cálculo do tamanho das áreas (A_1 e A_2), da diferença entre as alturas da coluna (h) e da velocidade (v_2) do fluido (ar).

Para o experimento com o Tubo de Venturi foi necessário:

1. Duas (2) garrafas pet;
2. Um (1) secador de cabelo;
3. Cânula (2cm de diâmetro);
4. Encaixe para cano (2,5cm de diâmetro).

Talvez seja necessário algo que auxilie a encaixar o secador na entrada do Tubo de Venturi. Para tal pode ser usado:

1. Espuma de tecido;
2. Toalha ou pano.

Também foi construído outro Manômetro de Tubo em “U” para ser acoplado no tubo, sendo preciso de:

1. Placa de madeira (30cmx30cm);
2. Cânula (1cm de diâmetro);
3. Cola para madeira;
4. Duas fitas métricas com marcação de pelo menos 20cm;
5. Água;
6. Corante.

Figura 7 – Fotografia do Tubo de Venturi, indicando como deve ser realizada a experimentação em sala de aula.



Fonte: autores (2023).

- d) Objetivos: calcular a velocidade (v_2) do fluido (ar).
- e) Avaliação: Realização dos cálculos propostos.

Quarto Encontro

O quarto encontro será empregado para discussões sobre os experimentos realizados e correção dos cálculos.

- a) Tempo de aula previsto: 90 minutos — duas aulas.
- b) Conteúdos: Lei de Stevin; Princípio de Bernoulli; Princípio da Continuidade; Lançamento Horizontal.
- c) Procedimentos: considerações iniciais — importância dos experimentos; comparar os resultados calculados entre o professor e o aluno; oferecer abertura no diálogo para que o aluno expresse sua opinião mediante o experimento — sobre sentir-se motivado/estimulado com as atividades propostas.
- d) Objetivos: Discutir sobre os fenômenos ocorridos; sanar dúvidas as quais surgiram durante o percurso sugerido; interligar as habilidades adquiridas aos conhecimentos prévios.
- e) Avaliação: Observa-se a participação dos alunos, bem como a sua atenção e motivação.

4 RESULTADOS OBTIDOS

Com a finalidade de testar a reprodução e eficácia dos experimentos propostos, eles foram construídos e tiveram suas variáveis medidas e/ou calculadas de acordo com cada exercício sugerido. Os modelos abaixo também podem ser utilizados para finalizar e averiguar o desempenho dos alunos perante os exercícios propostos, sendo necessário comparar os resultados alcançados por eles com os do professor.

Além disso, a análise dos resultados obtidos pelos alunos permite não apenas verificar a compreensão dos conceitos abordados, mas também identificar possíveis dificuldades ou lacunas no aprendizado. Essa comparação entre os resultados dos alunos e os parâmetros estabelecidos pelo professor serve como um importante indicador de eficácia do processo de ensino, possibilitando ajustes e melhorias nas estratégias pedagógicas adotadas. Dessa forma, o monitoramento contínuo do desempenho dos alunos garante que os objetivos educacionais sejam alcançados de maneira mais precisa e eficiente.

Tabela 1 –Experimento com o Tubo de Alcance - valores para o Primeiro Momento do Segundo Encontro

Número do furo	Valores de v_2 para o cálculo com as equações da hidrostática e hidrodinâmica	Valores de v_2 para o cálculo com as equações de lançamento oblíquo	Erro percentual
Furo 1 (0,1m)	2,62m/s	1,82m/s	30%
Furo 2 (0,2m)	2,21m/s	1,42m/s	36%
Furo 3 (0,3m)	1,71m/s	1,14m/s	33%

Fonte: autores (2023).

Tabela 2 – Experimento com o Tubo de Alcance - valores para o Segundo Momento do Segundo Encontro.

Número do furo	Tamanho da diferença de altura entre as colunas do manômetro (h)	Valores calculados para pressão hidrostática
Furo 1 (0,1m)	0,06m	$6 \times 10^2 N/m^2$
Furo 2 (0,2m)	0,04m	$4 \times 10^2 N/m^2$
Furo 3 (0,3m)	0,03m	$3 \times 10^2 N/m^2$

Fonte: autores (2023).

Tabela 3 – Experimento com o Tubo de Venturi - valores.

Área da seção transversal 1 (A_1)	Área da seção transversal 2 (A_2)	Diferença de altura entre as colunas (h)	Velocidade prevista na seção 2 (v_2)
$0,012m^2$	$0,047m^2$	0,07m	0,35m/s

Fonte: autores (2023).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sequência didática proposta possui potencial para ser uma ferramenta eficaz para o ensino da Mecânica dos Fluidos no Ensino Médio. No entanto, é importante ressaltar que a Experimentação no Ensino de Física é um campo vasto e complexo e sempre está a inspirar novas metodologias e ideias pedagógicas. Embora a sequência didática tenha abordado os conceitos fundamentais, há muitos outros tópicos e aplicações que poderiam ser explorados em futuras aulas. Ao incorporar novas abordagens pedagógicas e ajustar os métodos conforme as necessidades dos estudantes, os professores podem criar um ambiente de ensino mais inclusivo e motivador, que desperta o interesse pela Física e prepara os alunos para compreender e aplicar

os conceitos científicos no mundo real. A constante busca por inovação no ensino é um reflexo do compromisso com a formação de cidadãos críticos, capazes de enfrentar os desafios do presente e do futuro.

REFERÊNCIAS

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. C. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: Uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigação em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005.

GRIZE, J. B. Sous la Psychologie, L'Épistémologie. *In*: ASSIS, M. C.; ASSIS, O. Z. M.; RAMOZZI-CHIAROTTINO, Z. (Orgs). **Piaget: Teoria e Prática**. Campinas: Tecnicópias Gráfica e Editora, 1996, p. 3-7.

LAJONQUIERE, L. Piaget: Notas para uma Teoria Construtivista da Inteligência. **Psicologia USP**, v. 8, n. 1, p. 131-142, 1997.

PIAGET, J. **As Formas Elementares da Dialética**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1996.

PIAGET, J. **La naissance de l'intelligence chez l'enfant**. 7. ed. Neuchatel: Delachaux et Niestlé, 1970.

SEARS, F.; ZEMANSKY M. W.; YOUNG H.D. **Física II: Termodinâmica e Ondas**. São Paulo: Pearson Education, 2008.

VILLANI, C. E. P.; NASCIMENTO, S. S. A Argumentação e o Ensino de Ciências: Uma Atividade Experimental no Laboratório Didático de Física do Ensino Médio. **Investigação em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, v. 8, n. 3, p. 187-209, 2003.