

MÉTODO COMPLEMENTAR PARA ENSINO DE HIDRODINÂMICA, COM UM TUBO DE VENTURI, UTILIZANDO SENSOR DE PRESSÃO

COMPLEMENTARY METHOD FOR TEACHING HYDRODYNAMICS, USING A VENTURI TUBE AND PRESSURE SENSOR

DANIEL BATISTA DA SILVA ^{*1}, MATEUS RAMON DE SÁ NOVAES ⁺¹, MARCO
AURELIO CLEMENTE GONCALVES ^{‡2}, MARIELE REGINA PINHEIRO
GONÇALVES ^{§2}

¹Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - Polo 08

²Universidade Federal do Vale do São Francisco - Mestrado Nacional Profissional em
Ensino de Física - MNPEF Polo 08

Resumo

É sabido que a prática experimental é de grande valia no processo de aprendizagem, por possibilitar que os discentes vivenciem de forma até simplória, fenômenos físicos que antes eram de grande dificuldade interpretativa. Essa técnica de ensino está embasada nos princípios das metodologias ativas, tratando-a como uma prática inovadora, ou seja, os alunos poderão aprender praticando e, conseqüentemente, será possível que esses mesmos alunos, depois de ter assimilado tal conhecimento, sejam capazes de explicar os fenômenos relacionados com discernimento. Na maioria dos casos é notável que grande parte das instituições de ensino básico, como também de nível superior, não possuem laboratórios didáticos equipados, suficientemente, para oferecer novas metodologias de ensino para os discentes, no âmbito instrumental. Assunto de grande relevância como o tubo de Venturi é abordado de forma bem teórica e com simples aplicações/resoluções de exercícios bastando para isso, mera aplicação de equações matemáticas encontradas no estudo da hidrodinâmica para o seu entendimento. Almejando corrigir tal problemática, foi proposto nesse artigo a construção de uma sequência didática com um tubo de Venturi, equipamento que pode ser construído com baixo custo, associado a utilização do aplicativo Phyphox, que funciona como um medidor da pressão interna do tubo. Com o equipamento relatado foi possível mensurar a variação de pressão interna no decorrer do percurso e, através desse dado, pode-se fazer relações entre velocidade e pressão dependendo da variação da área de secção transversal do dispositivo percorrido pelo fluido.

Palavras-chave: Hidrodinâmica. Phyphox. Tubo de Venturi. Variação de pressão.

^{*}daniel.batista@discente.univasf.edu.br

[†]ekenidy@gmail.com

[‡]marco.goncalves@univasf.edu.br

[§]mariele.pinheiro@univasf.edu.br

Abstract

It is known that the experimental practice is of great value in the learning process, for enabling the students to experience in a simple way, physical phenomena that before were of great interpretative difficulty. This teaching technique is based on the principles of active methodologies, treating it as an innovative practice, that is, students will be able to learn by practicing and, consequently, it will be possible that these same students, after having assimilated such knowledge, are able to explain phenomena related to discernment. In most cases it is remarkable that most institutions of basic education, as well as higher education, do not have teaching laboratories equipped enough to offer new teaching methodologies for students in the instrumental scope. Subject of great relevance as the Venturi tube is approached in a very theoretical way and with simple applications/resolutions of exercises sufficient for this, mere application of mathematical equations found in the study of hydrodynamics for its understanding. Aiming to correct this problem, it was proposed in this article the construction of a didactic sequence with a Venturi tube, equipment that can be built with low cost, associated with the use of the Phyphox application, which works as a gauge of the internal pressure of the tube. With the reported equipment, it was possible to measure the internal pressure variation during the course of the course and, through this data, one can make relations between speed and pressure depending on the variation of the cross-sectional area of the device traveled by the fluid. .

Keywords: *Hydrodynamics. Phyphox. Venturi tube. Pressure variation.*

I. INTRODUÇÃO

Há uma extensa literatura onde atestam que a utilização de práticas experimentais, sobretudo no Ensino de Física, colabora significativamente na árdua tarefa de ensinar e aprender, ainda que estejamos tratando de conceitos basilares da área (GIL-PEREZ *et al* 1999; ARAÚJO & ABIB, 2003; GRASSELLI & GARDELLI, 2014; LEIRIA & MATARUCO, 2015; SILVA & DUARTE, 2018).

O conhecimento acerca do tubo de Venturi e dinâmica dos fluidos é de grande relevância para a comunidade estudantil, nos mais diversos níveis, já que esse aprendizado tem inúmeras aplicações de presença rotineira no nosso cotidiano. Porém, é notória a falta de curiosidade por parte dos alunos em tentar compreender este conteúdo em específico, devido a carência de motivação ou ineficiência dos docentes em buscar novas metodologias de ensino. Diante desses obstáculos a área de hidrodinâmica passa despercebida pelos alunos do ensino médio, considerando que muitos livros didáticos abordam de forma bastante simplista o tubo de Venturi em breves menções, meramente como um superficial exemplo de um fenômeno relacionado à dinâmica dos fluidos, ou como uma simples curiosidade, sem se preocupar com o devido aprofundamento e exploração dos conceitos físicos relacionados ao mesmo.

Nota-se também, que grande parte dos conteúdos estudados na Física são repassados de forma, exacerbadamente tecnicista, ou seja, quando nos deparamos com certo problema

físico o professor se limita a aplicação de equações matemáticas, deixando de lado a parte conceitual. Neste aspecto, ao menos em nossas percepções durante a aplicação da sequência didática, os(as) estudantes precisam enxergar sentido naquilo que está sendo apresentado, caso contrário ele não será capaz de atribuir significado ao conhecimento que lhe foi comunicado.

De acordo com Moreira (2012), a aprendizagem é significativa quando uma nova informação, conceito, ideia ou proposição ganha valor para o aluno através da relação que este faz com informações preexistentes em sua estrutura cognitiva, ou seja, se a nova informação não fizer sentido para o aluno, não passará de mais uma abstração para o mesmo e a informação será armazenada como um conhecimento a curto prazo. Com isso, uma alternativa para contornar essa problemática seria a prática experimental associada aos conteúdos vistos em sala de aula, na qual seria possível apresentar de forma palpável as aplicações de tais teorias vistas, contextualizando-as com situações do cotidiano; ideia essa pautada pela reforma do ensino médio a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (BRASIL, 1996).

Portanto, desenvolver um método experimental para o ensino do tubo de Venturi, apoiado por uma sequência didática através da qual, consigamos detectar possíveis lacunas de conhecimento ou equívocos conceituais e, imediatamente, reforçando com um arcabouço teórico-conceitual mais adequado, é de grande relevância para a referida tarefa.

Uma das buscas aqui é, desenvolver um elemento ou metodologia essenciais para proporcionar um ambiente educacional favorável à aprendizagem, pois pode vir a ser uma alternativa para potencializar a abordagem e assimilação deste conteúdo, considerando que, sob a visão humanista de Rogers (2017), o ser humano é considerado único, tanto no que diz respeito à sua vida interior quanto às suas clarividências e avaliações sobre o mundo; o conhecimento é construído pelo sujeito através da experiência de vivenciar tal realidade, logo a educação deve ser centrada na pessoa, sendo que o ser humano tem por natureza a capacidade da autocompreensão, criando condições para o crescimento pessoal, interpessoal e intergrupal, contanto que tal premissa só será possível se houver um ambiente favorável.

Apesar de toda importância da experimentação para o ensino e aprendizagem da Física, como citado no início deste artigo, de acordo com Pereira (2010) aulas voltadas para práticas experimentais não asseguram, de maneira isolada, uma relação significativa entre teoria e prática. Do ponto de vista do autor, o ensino experimental deve estar relacionado com a consciência do professor da necessidade de se buscar novas abordagens para o ensino de ciências. Dessa forma o professor deve atuar como um auxiliador na elaboração das concepções prévias dos alunos, que por sua vez deverá ser o protagonista, sendo constantemente estimulado a explorar suas ideias e concepções formuladas antes e durante a prática experimental, para que, a partir delas, o indivíduo seja capaz de chegar a conclusões baseadas em princípios científicos sólidos, ou seja, necessitamos também aqui de uma vigilância epistemológica constante.

Nesta perspectiva, este trabalho tem como objetivo atualizar o arsenal de possibilidades do professor de física, nos mais variados níveis de educação.

Trata-se aqui de uma receita de bolo onde, o educador poderá elaborar junto com seus alunos, um ambiente próprio destinado ao estudo experimental da hidrodinâmica, explorando o tubo de Venturi. Neste ínterim, o aluno estará imerso no processo, tornando-se protagonista do seu aprendizado e o professor segue como mediador desse conhecimento,

mostrando o melhor caminho a seguir. Tal metodologia se baseia nos princípios do Seymour Papert no que tange ao construcionismo aqui evidenciado.

De acordo com Massa (2022), o construcionismo é uma tendência pedagógica que se baseia na ideia de que as pessoas constroem o conhecimento através da interação ativa com o mundo e com outras pessoas. Foi desenvolvido pelo cientista da computação Seymour Papert que acreditava que as pessoas aprendem melhor quando estão engajadas em atividades concretas, onde possam experimentar, investigar e resolver problemas de forma colaborativa. Ele enfatizava o uso de tecnologias, como computadores e dispositivos eletrônicos, para permitir que os alunos criem, manipulem e explorem objetos e ambientes virtuais.

Considerando todos os pontos abordados anteriormente, a prática experimental aliada a mediação adequada de um professor pode ser uma alternativa promissora para potencializar o ensino de ciências. Entretanto, é de conhecimento geral que a maior parte das instituições de ensino não possuem um laboratório equipado o suficiente para atender as necessidades experimentais, daí também a importância de um alto nível de criatividade de todos os atores envolvidos. Nesse sentido, neste artigo foi explorado a construção e aplicação de uma sequência didática utilizando um tubo de Venturi de baixo custo combinado com a utilização de um aplicativo que utiliza os sensores do mesmo para aferir a pressão em diferentes pontos de um fluido.

II. TUBO DE VENTURI

Criado por Giovanni Battista Venturi, o tubo de Venturi é um mecanismo utilizado para medir velocidade de escoamento e vazão de um fluido incompressível, por meio da variação de pressão ao longo do mesmo, ocasionada por uma variação de seção transversal, fazendo com que o fluido escoe inicialmente com uma seção mais larga que vai variando e ficando mais estreita ao longo do tubo. Essa parte de seção mais estreita é chamada de estrangulamento, como pode ser observado abaixo, na figura 1.

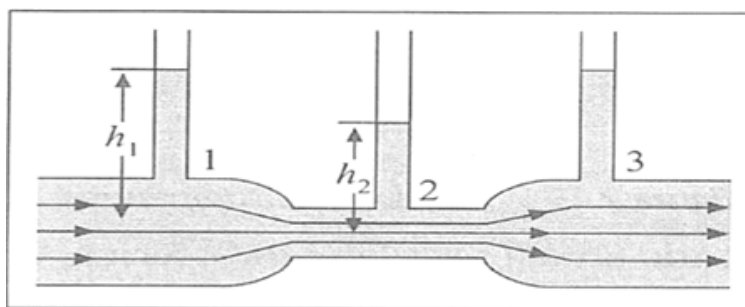


Figura 1: Ilustração do tubo de Venturi. Fonte: NUSSENZVEIG (2002 p. 39)

De acordo com NUSSENZVEIG (2002), a equação de continuidade para um fluido incompressível mostra que a velocidade de um fluido quando está passando por um tubo

multiplicada pela respectiva área de secção transversal é constante durante todo o tubo, mesmo que ele sofra um estrangulamento:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \rightarrow v_2 = \frac{A_1 v_1}{A_2} \quad (1)$$

Sejam A_2 e v_2 a área da secção transversal e a velocidade de escoamento do fluido, respectivamente, no trecho do estrangulamento. Acima de cada um dos trechos de secções diferentes, existe um capilar por onde irá escapar um pouco de fluido. Quando realizado o experimento, foi observado que o fluido atinge uma maior distância vertical no capilar que estava acima da parte do tubo de maior secção transversal, o que sugere que exatamente nesse trecho existe uma maior pressão sobre o fluido em relação à parte do estrangulamento.

Esta observação ficou conhecida como fenômeno de Venturi, uma vez que este foi o primeiro a observar o fato, porém, esperando obter um resultado contrário, pois, de acordo com a equação de continuidade, a velocidade do fluido na área do estrangulamento aumenta, fato este que o levava a crer que a maior pressão sobre o fluido se localizava naquela área.

O fenômeno de Venturi é utilizado para medir a vazão e o escoamento de fluidos em uma tubulação, inserindo nela um estrangulamento e medindo a diferença de pressão. Também é utilizado para produzir vácuo, aspirando fluidos por meio da diferença de pressão em um estrangulamento.

O princípio de Bernoulli, de acordo com NUSSENZVEIG (2002), é uma relação apresentada pelo matemático suíço Daniel Bernoulli, que apresenta uma relação entre velocidade e pressão de um fluido, usando a lei de conservação de energia para um fluido ideal. considerando a figura 1, temos a equação de Bernoulli:

$$p_1 + dgh_1 + \frac{dv_1^2}{2} = p_2 + dgh_2 + \frac{dv_2^2}{2} \quad (2)$$

onde p_1 e p_2 são as pressões respectivas dos pontos de secção normal e estrangulamento, h_1 e h_2 são as alturas alcançadas pelo fluido nos respectivos capilares, v_1 e v_2 são as velocidades nos dois pontos, g é a aceleração da gravidade e d a densidade do fluido.

Substituindo a equação (1) na (2), obtemos:

$$p_1 + dgh_1 + \frac{dv_1^2}{2} = p_2 + dgh_2 + \frac{d}{2} \left(\frac{A_1^2 v_1^2}{A_2^2} \right) \quad (3)$$

Manipulando:

$$\frac{dv_1^2}{2} - \left(\frac{d}{2} \right) \left(\frac{A_1^2 v_1^2}{A_2^2} \right) = p_2 - p_1 - dgh_1 + dgh_2 \quad (4)$$

Fatorando $\frac{dv_1^2}{2}$ e dg :

$$\frac{dv_1^2}{2} \left(1 - \frac{A_1^2}{A_2^2} \right) = p_2 - p_1 + dg(h_2 - h_1) \quad (5)$$

colocando v_1^2 em evidência, obtemos:

$$v_1 = \sqrt{\frac{(2/d)(p_2 - p_1) + 2g(h_2 - h_1)}{1 - A_1^2/A_2^2}} \quad (6)$$

Portanto, é possível obter as velocidades através de medidas experimentais das pressões p_1 e p_2 , das alturas h_1 e h_2 e das áreas A_1 e A_2 .

III. MATERIAIS E MÉTODOS

O aparato em questão é composto por um tubo de Venturi, um secador de cabelos para gerar fluxo de ar no interior do tubo e um smartphone para a visualização das medidas das pressões internas do fluido no tubo, por meio do aplicativo Phyphox. O secador de cabelos utilizado, tem potência elétrica de 1200W. A montagem de um tubo de Venturi é relativamente simples e não onerosa. Serão apresentados agora, os materiais utilizados e o procedimento experimental

O TUBO

A construção do tubo demanda os seguintes materiais:

- Um tubo de PVC de 100mm de diâmetro e comprimento de 50cm;
- Um tubo de PVC de 75mm de diâmetro e comprimento de 34cm;
- Uma luva de redução PVC de 100 para 75mm;
- Dois bicos para torneira de plástico com diâmetro de 3/4;
- Furadeira, broca e serra copo;
- Massa adesiva (durepoxi) e adesivo plástico para PVC.

A construção do tubo é simples, consiste no acoplamento dos dois tubos (de 75 e 50mm) através da luva de redução soldável e da fixação com adesivo plástico para PVC. Ainda, em cada tubo, é feita uma abertura, aproximadamente na metade, para a colocação dos bicos de torneira. O bico é fixado com a aplicação de massa adesiva. Em seguida, devemos acoplar a saída do secador de cabelo a uma das extremidades do tubo (a extremidade utilizada não influencia nos resultados obtidos). Na figura 2 podemos visualizar o Tubo de Venturi montado.

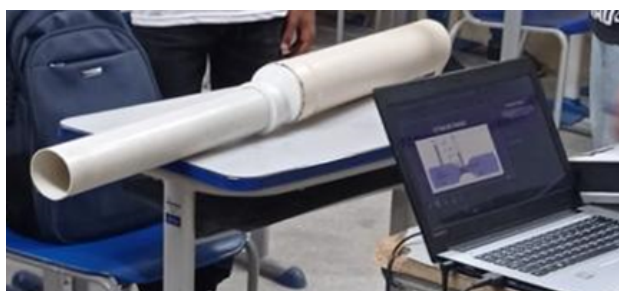


Figura 2: Montagem do tubo de Venturi. Fonte: O autor.

III.1. O aplicativo Phyphox

O Phyphox é um aplicativo de celular que permite transformar um smartphone em um laboratório de física portátil. Ele permite a utilização dos sensores presentes no dispositivo no qual está instalado.

Com o Phyphox, é possível medir uma variedade de grandezas físicas, como aceleração, rotação, luz, som, temperatura, pressão, entre outras grandezas. Ele fornece uma interface amigável para configurar os experimentos, visualizar os dados coletados e até mesmo exportar os dados para análise posterior.

O aplicativo é bastante útil para estudantes, professores e entusiastas da física, pois oferece uma forma prática e acessível de realizar experimentos e explorar os princípios científicos por trás deles. É uma ótima ferramenta educacional e de aprendizado.

Neste sentido, a utilização do aplicativo em questão servirá como uma alternativa para contornar o problema da falta de laboratórios equipados para realização de experimentos científicos, enfrentado pela maioria das escolas no Brasil.



Figura 3: Interface do aplicativo. Fonte: phyphox.org.

III.2. A sequência didática

Os conceitos físicos e a prática experimental relacionados ao fenômeno em questão, estarão inseridos em uma sequência didática que terá uma duração de 4 aulas e será inteiramente baseada nos princípios pedagógicos propostos pelo construcionismo de Harel e Papert (1991).

Aula 1:

Tema: Introdução ao fenômeno de Venturi

Objetivos:

- Apresentar o fenômeno de Venturi e sua importância na física e engenharia.
- Compreender o conceito de velocidade do fluido e pressão em um sistema de fluxo.

Atividades:

- A primeira aula iniciou com uma discussão sobre o fluxo de fluidos e a importância do fenômeno de Venturi.
- Explique aos alunos o conceito de velocidade do fluido e como ela se relaciona com a pressão em um sistema de fluxo.
- Demonstre visualmente o fenômeno de Venturi usando um modelo ou diagrama simples, figura 1.
- Peça aos alunos para anotarem suas observações sobre o fenômeno e discuti-rem em grupos.
- Incentive os alunos a levantarem questões e hipóteses sobre o fenômeno de Venturi.

Aula 2:

Tema: Construção do aparato experimental do tubo de Venturi.

Objetivos:

- Construir o aparato experimental do tubo de Venturi baseado nas instruções fornecidas no tópico 3.1.
- Medir as mudanças de pressão ao longo do sistema de fluxo para cálculo da velocidade do fluido na parte larga e na parte estreita do tubo, utilizando a relação (6).

Atividades:

- Divida a turma em grupos pequenos e forneça os materiais necessários para a construção do tubo de Venturi.
- Explique o processo de construção passo a passo, incentivando os alunos a discutirem e colaborarem entre si, sempre destacando as partes essenciais para o experimento.
- Após a construção do experimento, peça aos alunos para realizarem medições da pressão na parte da seção larga e na parte da seção estreita.
- Oriente os alunos para substituírem os dados experimentais coletados nas diferentes partes do tubo (seção larga e seção estreita) na relação (6), e obterem as velocidades do fluido nos respectivos pontos.
- Realize uma discussão em grupo sobre as observações e resultados obtidos.

Aula 3:

Tema: Análise dos resultados.

Objetivos:

- Analisar os resultados obtidos no experimento de Venturi.
- Compreender as aplicações práticas do fenômeno de Venturi em diversos campos.

Atividades:

- Peça aos alunos para apresentarem seus resultados e medições realizadas na aula anterior.
- Incentive a análise dos dados e a discussão sobre as relações entre velocidade do fluido, pressão e diâmetro do tubo.
- Explore com os alunos as aplicações práticas do fenômeno de Venturi em áreas como engenharia, medicina e indústria.
- Peça aos alunos para imaginarem outras situações em que o fenômeno de Venturi possa ser aplicado.
- Promova um debate em grupo sobre as aplicações e potenciais benefícios do fenômeno de Venturi.

Aula 4:

Tema: Aplicação de questionário avaliativo.

Objetivos:

- Aplicar um questionário com situações relacionadas aos conceitos físicos estudados, para avaliação da aprendizagem.
- Refletir sobre o processo de aprendizagem e a importância da experimentação no ensino.

Atividades:

- Direcione um tempo para os alunos responderem o questionário.
- Conclua a sequência didática com uma reflexão sobre o processo de aprendizagem e a importância da experimentação no ensino da física.
- Incentive os alunos a compartilharem suas opiniões e experiências ao longo da sequência.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sequência didática em questão foi aplicada em uma escola estadual, no distrito de Izacolândia, interior da cidade de Petrolina PE, no ensino médio, em uma turma de 2º ano, composta por aproximadamente trinta alunos.

Previamente à aplicação da sequência didática, a escola foi consultada a respeito do conteúdo programático da disciplina de física, direcionado para a turma preterida para a aplicação das atividades propostas. Foi verificado que a turma ainda não havia alcançado, dentro das aulas letivas, o conteúdo que seria abordado na aplicação. Portanto, a sequência foi adaptada de modo a ter uma abrangência maior na parte dos conceitos básicos sobre hidrodinâmica, servindo como uma forma de situar os alunos e proporcionar uma noção maior sobre o fenômeno físico que seria evidenciado durante as atividades.

Durante as aulas teóricas, a turma se mostrou pouco interativa e não foram feitas perguntas em demasia sobre os tópicos abordados na aula. Entretanto, uma grande parte dos alunos aparentou ter assimilado as definições sobre pressão, velocidade, densidade e vazão, que foram apresentados e como elas se relacionam dentro do tubo de Venturi, durante o escoamento de um fluido. Abaixo estão algumas respostas da turma quando questionados sobre a definição das grandezas físicas apresentadas na aula teórica:

- É o quão leve a água passa pelo tubo! - Aluna 1, quando questionada sobre o que seria a velocidade de um fluido.
- O líquido empurrando as paredes do cano por dentro. - Aluno 2, sobre a definição de pressão.

A princípio, a turma associou a definição de fluido como um líquido no geral. Por este motivo, não conseguiam entender como iriam fazer um fluido escoar por uma tubulação no meio da sala de água. Após uma explicação mais detalhada, alguns dos estudantes logo perceberam a utilidade do secador de cabelo no aparato experimental.

Passada a parte teórica, considerando o número de alunos presentes na sala, foi decidido que a melhor estratégia para dar início à parte experimental era que a turma fosse dividida em cinco grupos com cinco integrantes cada. Estes grupos foram instruídos sobre a montagem do aparato experimental. Após montarem o experimento, cada um dos grupos utilizou um secador de cabelo para gerar um fluxo de ar no interior do tubo, como pode ser observado na figura 4. Feito isto, com o celular dentro do tubo, o aplicativo Phyphox pode utilizar o barômetro do aparelho para aferir a pressão nos dois pontos de diferentes seções transversais. Com os dados do aplicativo e a medida dos raios das duas seções do tubo, por meio da relação (6), foi possível determinar as velocidades do fluido na parte do estrangulamento e na parte da seção transversal normal. Após isso, cada grupo apresentou seus resultados e foi feito um debate geral acerca dos mesmos.



Figura 4: Instruções sobre a montagem do experimento. Fonte: O autor.

Durante a etapa do experimento em que deveria se utilizar a expressão (6) e as medidas de pressão coletadas com o aplicativo para calcular a velocidade do fluido no estrangulamento e na seção normal, apesar de alguns terem conseguido concluir que a velocidade do fluido aumentou na parte de menor seção transversal, foi observada uma dificuldade de alguns grupos na hora de obter medidas para a velocidade do fluido. Dificuldade esta que pode estar relacionada a um conhecimento insuficiente dos conceitos de matemática básica, que podem não ter sido assimilados de forma efetiva, no ensino fundamental. Portanto, dependendo do nível de conhecimento matemático de uma eventual turma onde esta sequência didática possa ser replicada, é aconselhável que se estenda um pouco mais a parte teórica de explicação dos conceitos básicos do fenômeno, visando também dar ênfase a o formalismo matemático utilizado para descrevê-lo, revisando alguns artifícios de anos anteriores, se necessário.

Para finalizar a sequência de atividades planejadas, foi aplicado um questionário (apêndice 1) com dez questões objetivas, que envolviam os conceitos físicos trabalhados durante as partes teóricas e experimentais, com o intuito de avaliar a aprendizagem dos alunos durante todo o encontro. Devido a um diagnóstico feito no decorrer da aplicação, relativo a um déficit da turma na utilização de expressões matemáticas, o questionário foi adaptado para avaliar o desempenho da turma no que concerne a assimilação dos conceitos físicos estudados. O desempenho da turma pode ser observado no gráfico a seguir.



Figura 5: Gráfico de desempenho dos alunos. Fonte: O autor.

Onde os intervalos de 3 a 5 acertos, de 6 a 8 acertos e de 9 a 10 acertos foram categorizados como desempenhos ruins, medianos e ótimos, respectivamente. Assim, se pode observar que 91% da turma apresentou um desempenho classificado entre médio e ótimo no questionário avaliativo.

V. CONCLUSÕES

Levando em consideração que o objetivo central da sequência didática proposta é fazer com que mais alunos consigam adquirir um conhecimento básico sobre os fenômenos estudados na hidrodinâmica, mais precisamente sobre o tubo de Venturi, e também considerando que a aplicação desta sequência foi o primeiro contato da turma com o tema em questão, o desempenho observado foi considerado satisfatório.

Dessa forma, os resultados atingidos sugerem que, provavelmente, se generalizada para outras áreas da física, uma abordagem de conteúdos baseada no construcionismo, pode contribuir de forma significativa para o processo de aprendizagem, uma vez que o uso de tecnologias pode tornar o fenômeno físico estudado tangível ao aluno, além de proporcionar a oportunidade de que o mesmo seja responsável por sua aprendizagem, podendo fazer observações, coletar dados e chegar a conclusões, por meio da experimentação.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*, 1996.
- GIL-PEREZ, D.; FURIÓ MÁ, C.; VALDÉS, P.; SALINAS, J.; MARTINEZ-TORREGROSA, J.; GUIASOLA, J.; GONZÁLEX, E.; DUMÁS-CARRÉ, A.; GOFFARD, M.; PESSOA DE CARVALHO, A. M. Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, v. 17, n. 2, p. 311-320, 1999.
- GRASSELLI, E. C.; GARDELLI, Daniel. *O ensino de Física pela experimentação no Ensino Médio: da Teoria à prática*. In: *Cadernos PDE, Os Desafios da Escola Pública Paraense na Perspectiva do Professor* vol. 1, 2014.
- HAREL, I.; PAPERT, S. *Constructionism*. Ablex Publishing, 1991.
- LEIRIA, T. F.; MATARUCO, S. M. C. O papel das atividades experimentais no processo de ensino-aprendizagem de Física. *Anais do Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências*, 2015.

MASSA, N. P.; OLIVEIRA, G. S.; SANTOS, J. A. O construcionismo de Seymour Papert e os computadores na educação. *Cadernos da FUCAMP*, v. 21, n. 52, p. 110-122, 2022.

MOREIRA, M. A. *O que é afinal Aprendizagem significativa?* Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>>.

NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de Física Básica: fluidos, oscilações e ondas, calor*. Editora Blucher, 2018.

PEREIRA, B. B. Experimentação no ensino de ciências e o papel do professor na construção do conhecimento. *Cadernos da FUCAMP*, v. 9, n. 11, 2010.

ROGERS, Carl R. *Tornar-se pessoa*. WWF Martins Fontes, 2017.

SILVA W. V.; DUARTE, M. O. O Ensino de Física e atividades experimentais em sala de aula: Algumas considerações. *Anais do Congresso Internacional de Educação e Tecnologias e do Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância*, 2018.

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO OBJETIVO DE HIDRODINÂMICA

1 - A Hidrodinâmica é responsável pelo seguinte estudo:

- a) Movimento das Partículas;
- b) Movimento das Ondas Sonoras;
- c) Movimento dos Fluidos;
- d) Movimento das cargas elétricas;
- e) Movimento dos Astros.

2 - O que é entendido como fluido?

- a) Somente Água;
- b) Somente Óleo;
- c) Somente Ar;
- d) Tudo que pode escoar;
- e) Somente Gás.

3 - O que é entendido como tubo de Venturi?

- a) Aparato para medir a densidade dos fluidos;
- b) Aparato para medir a velocidade, vazão e pressão dos fluidos;
- c) Aparato para medir a temperatura dos fluidos;
- d) Aparato para medir a quantidade de calor dos fluidos;
- e) Aparato para medir o Potencial de Hidrogênio (PH) dos fluidos.

4 - O que significa Estrangulamento na Hidrodinâmica?

- a) Área de secção mais larga do tubo;
- b) Área de secção mais estreita do tubo;
- c) Área de secção contínua do tubo;
- d) Área de secção qualquer do tubo;
- e) Área de secção horizontal do tubo.

5 - Em qual área transversal do tubo encontra-se maior velocidade do fluido?

- a) Na área mais larga;
- b) Na área contínua;
- c) Na área menos estreita;
- d) Na área qualquer;
- e) Na área mais estreita.

6 - Em qual área transversal do tubo encontra-se maior pressão do fluido?

- a) Na área mais larga;
- b) Na área mais estreita;
- c) Na área contínua;
- d) Na área menos larga;
- e) Na área qualquer.

7 - Considere um fluido passando através de um tubo com a mesma área de secção transversal ao longo do percurso. É correto afirmar que:

- a) A velocidade do fluido aumenta;
- b) A pressão do fluido diminui;
- c) A velocidade do fluido diminui;
- d) A pressão do fluido aumenta;
- e) A vazão do fluido permanece constante.

8 - Quanto à aplicabilidade do fenômeno de Venturi em fluidos, é correto afirmar que:

- a) É utilizado para medir velocidade;
- b) É utilizado para medir pressão;
- c) É utilizado para medir a vazão;
- d) É utilizado para gerar vácuo;
- e) Todas as alternativas anteriores.

9 - São várias as aplicações do tubo de Venturi. Qual alternativa está incorreta sobre sua aplicação?

- a) Escadas Hidráulicas;
- b) Carros antigos;
- c) Medidor de Vazão;
- d) Em canos;
- e) Injetor de adubo.

10 - Qual é a lei que descreve a relação entre a velocidade de um fluido e a sua pressão?

- a) Lei de Pascal;
- b) Lei de Bernoulli;
- c) Lei de Newton;
- d) Lei de Arquimedes;
- e) Lei de Gauss.