



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

**AESLEY SOARES NOBRE**

**PROPOSTA DE UMA NOVA PRÁTICA PARA O LABORATÓRIO NA DISCIPLINA  
DE FÍSICA 2 - HIDRODINÂMICA: TUBO DE VENTURI**

**FORTALEZA  
2013**

AESLEY SOARES NOBRE

PROPOSTA DE UMA NOVA PRÁTICA PARA O LABORATÓRIO NA DISCIPLINA DE  
FÍSICA 2 - HIDRODINÂMICA: TUBO DE VENTURI

Monografia apresentada ao curso de Licenciatura em Física do Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva

FORTALEZA

2013

AESLEY SOARES NOBRE

PROPOSTA DE UMA NOVA PRÁTICA PARA O LABORATÓRIO NA DISCIPLINA DE  
FÍSICA 2 - HIDRODINÂMICA: TUBO DE VENTURI

Monografia apresentada ao curso de Física do  
Departamento de Física da Universidade  
Federal do Ceará, como requisito parcial para  
a obtenção do Título de Licenciado em Física.

Aprovado em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva  
Universidade Federal do Ceará

---

Prof. Dr. Nildo Loiola Dias  
Universidade Federal do Ceará

---

Prof. Ms. Josias Valentim Santana.  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará- Campus - Tianguá

A Deus e minha família.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu pai e minha mãe, pelo apoio psicológico, financeiro e sentimental.

A minha madrinha que também me ajudou bastante.

A minha namorada pelo apoio sentimental e amoroso.

Ao Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva, pela orientação nessa monografia.

Aos colegas da Monitoria: Gleicynilton, Diomaique, Wendell, André, Jessé, Everton, Tiago Moura, Tiago Iachiley, Jardel, Icaro, Vítor, Cecéu, Airton, Raul, pelo apoio deste trabalho.

Aos meus professores do Dep. de Física pelas contribuições para minha formação acadêmica.

Aos colegas da turma de graduação, pelas dicas inerentes aos assuntos acadêmicos.

“Bem aventurado o homem que  
acha sabedoria, e o homem que  
adquire conhecimento”.

(Provérbio 3.13 – Bíblia Sagrada)

## RESUMO

A presente monografia baseia-se em um experimento realizado com um Tubo de Venturi que foi aplicado no laboratório de instrumentação do Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará, pois identificou-se que não há nenhuma prática nesta área. Como resultado deste trabalho, criou-se também um roteiro para sua aplicação, objetivando aprofundar o conteúdo teórico de hidrodinâmica dos graduandos em física. No laboratório foi aplicada a prática com os alunos concludentes que reproduziram o experimento com o Tubo de Venturi seguindo o roteiro experimental, que foi preenchido conforme os dados obtidos no experimento e, ao final, foi aplicado um questionário avaliativo. Para entender-se o comportamento do Tubo de Venturi tem-se que lembrar que num fluido ideal: o escoamento será laminar, o fluido será incompressível e a massa não varia no decorrer de sua trajetória dentro do tubo. Para se calcular a velocidade de escoamento do fluido, mediu-se primeiro sua vazão. Para isso é utilizada uma garrafa pet de dois litros e um cronômetro para medir o tempo de enchê-la d'água, e depois usou-se a equação de Bernoulli. Conhecendo-se as áreas das seções transversais dos tubos substituiu-se os valores e achou-se as velocidades de escoamento. Com uma abordagem metodológica experimental pretende-se levar os alunos a uma reflexão sobre o ensino de Física; fazendo uso da teoria da aprendizagem de modo a explicar fatos específicos observados e levando o educando a aprender os princípios de aprendizagem com o experimento. Vale ressaltar que o experimento do tubo de Venturi pode ser visto no cotidiano de todos, quando, por exemplo, se diminui a passagem d'água com o dedo em uma mangueira de jardim, fazendo com que a velocidade da água que jorra aumente. Com isso aguçando a criatividade do aluno, sendo possível extrair dessa situação uma oportunidade que possibilite demonstrar fenômenos físicos que provoquem uma mudança comportamental no educando, motivando-o a estudar.

**Palavras-chave:** Ensino de Física; Metodologia Contextualizada; Tubo de Venturi.

## ABSTRACT

This monograph is based on an experiment conducted with the Venturi's tube that was applied in the laboratory instrumentation of Physics Department of Federal University of Ceará, it was identified that there is no practice in this area. How to result this work, also was created a roadmap for its implementation, aiming of deepen the theoretical content of hydrodynamics of undergraduate physics students. In laboratory practice with students that are graduating who reproduced the experiment with the Venturi's tube following the roadmap, that was filled out with the data obtained in the experiment and, at the end, an evaluation questionnaire was applied. To understand the behavior of the Venturi's tube has to remember that in an ideal fluid: the flow is laminar, the fluid is incompressible and the mass does not vary in the course of its path inside the tube. Firstly was measured outflow to calculate the velocity of outflow. For this a two-liter plastic bottle and a chronometer is used to measure time to fill it water, and then used the Bernoulli's equation. Knowing the areas of the cross sections of the tubes, was replaced his values and it was found out his speeds. With an experimental methodological approach is intended to lead students to reflect on the teaching of physics, making use of learning theory in order to explain specific facts observed and leading our students to learn the principles of learning from the experiment. It is noteworthy that the experiment the venturi's tube can be seen in everyday life of everybody , for example, if it reduces the passage of water with your finger on a garden hose causing an increasing speed of the water flowing. Thereby sharpening the student's creativity, it is possible to extract of this situation an opportunity that may demonstrate physical phenomena to causing a behavioral change on the educating, motivating them to study.

**Keywords :** Physics Teaching , Methodology Contextualized ; Venturi's tube .



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	10
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	14
<b>2.1 Contextualizando Significado</b>	14
<b>2.2 Evento educativo na aprendizagem significativa</b>	15
<b>2.3 Princípios de Aprendizagem significativa e o Vê de Gowin</b>	16
<i>2.3.1 O experimento como Meio Avaliativo</i>	18
<b>2.4 Motivar, Incentivar e Despertar interesse na aprendizagem</b>	19
<b>3 METODOLOGIA</b>	21
<b>3.1 O Experimento isolado</b>	21
<i>3.1.1 escoamento de um fluido</i>	21
<i>3.1.2 Linha de corrente</i>	22
<i>3.1.3 Vazão e equação da continuidade</i>	22
<i>3.1.4 Teorema de Stevin e equação de Bernoulli</i>	24
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	29
<b>4.1 Resultados experimentais</b>	29
<b>4.2 Levantamento estatístico</b>	30
<b>4.3 Visão qualitativa</b>	33
<b>5 CONCLUSÃO</b>	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
APÊNDICES	40

## 1. INTRODUÇÃO

A formação do cidadão foi pensada como uma consequência da educação formal no ensino das ciências naturais. A necessidade da educação é vista como requisito básico para a sobrevivência do indivíduo e sua comunicação. A ciência propicia o saber científico, porém, não só o científico, mas, o entender a si mesmo (FEITOSA, 2011, p.9), ressaltando que:

O ensino das Ciências Naturais tradicionalmente tem se caracterizado por ser enciclopédico, com ênfase na nomenclatura científica e na memorização, fragmentado (sem estabelecer relações entre conteúdos diversos), descontextualizado, a-histórico e acrítico.

Segundo Krasilchik (1987), o ensino da disciplina de Ciências tornou-se obrigatório no Brasil após a Lei 4.024/1961, dando suporte as Diretrizes e Bases da Educação (LDB) nacional. Ainda nesse período, o modelo educacional era baseado no método escolástico e o estudo de línguas ainda era muito priorizado dando uma menor importância à matemática. (ALFONSO-GOLDFARB; FERRAZ, 2002; KRASILCHIK, 2000; TANURI, 2000). Essas reformulações só aconteceram devido às mudanças no panorama político-militar mundial que ficou conhecido como Guerra Fria e a inserção desse programa só teve efetividade graças a um acordo entre o Ministério da Educação (MEC) brasileiro e a agência de cooperação americana (USAID).

Ausubel *et al.* (1978 *apud* da SILVA, 2013) defende que o fator mais importante para a aprendizagem é o conhecimento que o aluno traz consigo, ou seja, sua vivência prévia. A atual Lei de Diretrizes e Bases (LDB), aprovada em 1996, juntamente com os Parâmetros Nacionais Curriculares Mais Ensino Médio (PCNs+ EM) (BRASIL, 2001) asseguram que a contextualização tem a necessidade de incentivar a conveniência para o seu exercício nas escolas, sendo que a Física precisa de uma abordagem próxima do cotidiano do aluno.

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. (PCN+ EM, 2001, p. 59).

O laboratório é uma espécie de auxílio ao abstrato e proporciona ver as ideias físicas de forma concreta (GIL-PÉREZ; OZÁMIZ, 1993). O laboratório é uma oficina onde fenômenos físicos são feitos tendo as condições ideais para demonstrá-los (KRASILCHIK, 1987).

Tendo com base as diretrizes expostas nos PCN+EM e a LDB, o presente trabalho tem como proposta inserir uma prática de hidrodinâmica (Tubo de Venturi) de baixo custo no laboratório de física que sirva como base para o aluno licenciando aplicar futuramente em suas salas de aula, tendo o intuito de melhorar a forma do processo de ensino-aprendizagem no ambiente escolar fazendo a substituição dos métodos expositivos pelos chamados métodos ativos, dentre os quais se sobrepõe o laboratório. Na figura 1 mostramos esquematicamente o tubo de Venturi.

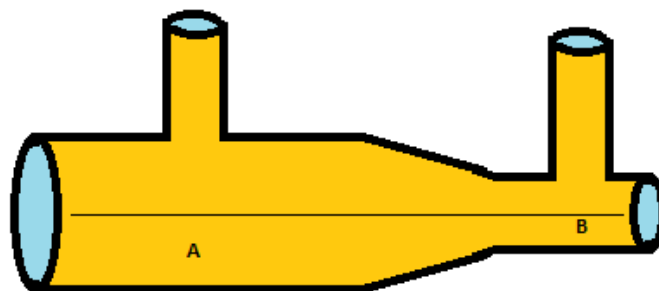


Figura 1. Esquema do tubo de Venturi. Fonte: o autor.

O que hoje conhecemos como o princípio de Bernoulli teve sua alusão em 1738 quando o matemático suíço Daniel Bernoulli o publicou em seu livro “*Hydrodynamica*” que fala a respeito da dinâmica dos fluidos e afirma que: em fluido sem viscosidade quando há um aumento na sua velocidade há simultaneamente uma redução na sua pressão, e isso pode ser observado com o experimento que iremos demonstrar no laboratório pela diferença de altura das colunas de água.

Tendo em vista a necessidade de ter um experimento de hidrodinâmica no laboratório para que os graduandos de licenciatura tenham em sua formação a contextualização do conteúdo visto em sala de aula com esse experimento. É importante tanto para o educando quanto para o educador que haja um tempo dedicado a fazer experimentos no laboratório, a vivência dessa realidade faz com que o educando aprenda determinados fenômenos, e assim, internalize os conceitos da realidade vivida e o conhecimento adquirido não será “imaginando” o fenômeno. Com isso, o aluno poderá ter maior domínio dos conteúdos que são propostos (FERREIRA, 1978).

Segundo Novak os seres humanos fazem três coisas: pensam, sentem e atuam. Tendo isso em mente Moreira (1999) afirma:

Qualquer fenômeno educativo envolve direta ou indiretamente quatro elementos que ele chama de “lugares comuns”: aprendiz (aprendizagem), professor (ensino), matéria de ensino (currículo) e matriz social (meio, contexto). Quer dizer em um fenômeno educativo de alguma maneira, alguém (aprendiz) aprende algo (adquire conhecimento) interagindo (trocando significados) com alguém (professor) ou com alguma coisa (um livro ou programa de computador, por exemplo) em um certo contexto (em uma escola, uma sociedade, uma cultura, um regime político). (Moreira, 1999, p.168).

Muitas vezes os alunos não possuem conceitos científicos e acabam se apegando a concepções espontâneas e essas concepções são conhecimentos adquiridos na tentativa de dar significado às atividades cotidianas que são usadas no seu ambiente, ou seja, onde vive o estudante.

Para podermos alcançar uma aprendizagem significativa precisamos que o material utilizado tenha uma estrutura conceitual explícita com vocabulários de fácil acesso ao aprendiz, e para compreendermos algo precisamos de maior envolvimento e um afincamento com o aprendiz. Segundo Pozo (2009), a contextualização baseia-se em uma ligação com todo o conhecimento adquirido e o novo conhecimento a ser obtido, como afirma Ausubel: “Porque toda tentativa de dar significado apoia-se não apenas nos materiais de aprendizagem, mas nos conhecimentos prévios ativados para dar sentido a esses materiais.” (Pozo, 2009, p.86)

Tendo em vista a carência de experimentos no laboratório de Física II no conteúdo de Hidrodinâmica é que surgiu a ideia de criar um experimento para contextualizar seu ensino. Com esse intuito foi elaborado o experimento no laboratório tendo em vista que os alunos tinham algum conhecimento sobre o assunto, tratando de forma mais direta os assuntos, como: vazão, equação da continuidade e equação de Bernoulli. O experimento sendo de baixo custo teve a iniciativa também de encorajar os alunos a fazerem um kit próprio e procurou-se abordar uma situação de suas vidas cotidianas e o relacionar com seus conceitos.

No momento seguinte ainda no laboratório foi apresentado o comportamento do tubo de Venturi e o que acontece com a velocidade do fluido com a redução do tubo. Os resultados obtidos foram colocados no roteiro de prática que foi entregue pelo professor. A atividade foi basicamente fazer medições e cálculos das pressões nos tubos, sendo que o roteiro foi um guia a fim de orientar o ensino.

Após ter aplicado o experimento com os estudantes, aplicamos um questionário fechado, cujo objetivo foi avaliar a prática experimental e a metodologia usada. O resultado deste questionário será analisado nos resultados e discursões desse trabalho.

No capítulo 2 apresentaremos uma fundamentação teórica no que diz respeito à contextualização do ensino, em vista da teoria de educação de Novak, dentre outros. No capítulo 3 trazemos a metodologia do trabalho. No capítulo 4 analisamos os resultados da aplicação deste trabalho no laboratório de Física da UFC, e finalizamos com as conclusões deste estudo.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O ensino de Física e aprendizado de ciências são objetos de pesquisa para diversos pesquisadores que têm criado métodos de transposição de conteúdo e sempre nos deparamos com as concepções espontâneas dos alunos. Esse problema não pode ser resolvido com o ensino tradicional e muito menos com uma teoria de aprendizagem específica, tendo em vista que existem diversas metodologias com resultados satisfatórios para a educação. A incorporação da teoria na prática busca que o professor não se limite apenas a apresentações expositivas do conteúdo em sala, mas com que ele aborde de forma contextualizada e próxima da realidade do aluno.

Queremos com esse trabalho destacar a ideia de que qualquer evento educativo implica uma ação que produz troca de significados e sentimentos entre professores e aprendizes, sendo assim, a troca de significados produz a contextualização no ensino de física.

### 2.1 Contextualizando o significado

Aprender o sentido de um determinado conceito para nós professores já não é uma tarefa fácil, imagine para um aluno de graduação ou ensino médio, para isso precisamos usar uma ferramenta muito importante no ensino chamada aprendizagem significativa, ou seja, dar um significado contextualizado ao novo conteúdo.

Podemos embasar a nossa afirmação com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação:

Interdisciplinaridade e contextualização formam o eixo organizador da doutrina curricular expressa na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (1996). Elas abrigam uma visão do conhecimento e das formas de tratá-los para ensinar e para aprender que permite dar significado integrador a duas outras dimensões do currículo de forma a evitar transformá-las em novas dualidades ou reforçar as já existentes: base nacional comum/parte diversificada, e formação geral/preparação básica para o trabalho. (BRASIL, 1998, p.50)

Inclusive o Parâmetro Curricular Nacional, também faz alusão à contextualização no ensino de Física:

A cosmologia, no sentido amplo de visão de mundo, e inúmeras tecnologias contemporâneas, são diretamente associadas ao conhecimento físico, de forma que um aprendizado culturalmente significativo e contextualizado da Física transcende naturalmente os domínios disciplinares estritos. (BRASIL, 2000, p.10)

Para termos uma aprendizagem construtiva precisamos, como exigência principal, ter uma organização conceitual interna, ou seja, possuímos uma contextualização para que o material não seja algo arbitrário e sem relação lógica para o aluno, tendo uma estrutura nítida e lógica o aluno passa a ter uma predisposição para a compreensão.

A ideia principal de Novak na interpretação de Ausubel é que toda busca para dar significado ao ensino é apoiada não somente em materiais didáticos, mas em conhecimentos prévios para dar sentido à aprendizagem. Ainda que seja de grande valia, isso não garante o aprendizado e nem a compreensão dos novos conceitos, mas serve como um ativador para fazer surgir um novo conhecimento através do antigo.

Um grande gerador de concepções alternativas é a origem sensorial de causa e efeito que o corpo tem na tentativa de dar significado às atividades cotidianas, sendo basicamente uma regra de inferência e isso acontece cada vez que enfrentamos um novo acontecimento.

Segundo TAFNER (2003) para termos eficiência na contextualização o professor precisa estar atento ao cotidiano do aluno e essa ideia não vale apenas para o ensino médio, mas para qualquer nível que se deseje ensinar:

“Ao adentrar a porta de uma sala de aula no Ensino Médio, todo educador já deveria dispor de um relatório onde constasse a vida escolar anterior de cada educando, acrescido de alguns dados sociais. Este material o ajudaria a identificar o contexto no qual aqueles educandos estavam inseridos e a vislumbrar toda a diversidade e riqueza de material humano em que se constitui agora este novo grupo”. (TAFNER, 2003, p.2).

A origem das concepções do entorno social do aluno é importante, pois é de lá que ele tira suas crenças, ou seja, de um grupo social ao qual pertence de maneira que ele assimila a cultura local, e o papel do educador é encontrar os erros conceituais associados ao seu cotidiano e mostrar o contrário.

## **2.2 Evento educativo na Aprendizagem Significativa**

De acordo com a teoria de Ausubel *et al.* (1978 *apud* Moreira 1999) sobre aprendizagem significativa, temos que ela jamais oblitera totalmente, ou seja, há sempre um significado residual e isso gera significados que passam a fazer parte da vida do indivíduo.

É natural que um professor de física queira que seus alunos absorvam e internalizem o conteúdo e os significados cientificamente aceitos pela comunidade científica. O objetivo disso é que o educador interaja com o educando e troque significados com os alunos. Novak *apud* Moreira assegura que:

“Um evento educativo é uma ação para trocar significados. Mas ele se refere, também, a uma troca de sentimentos, ou seja, um evento educativo é também acompanhado de uma experiência afetiva. Aliás, uma das condições para aprendizagem significativa segundo Ausubel e Novak, é que o aprendiz apresente uma predisposição para aprender (a outra é que o material de aprendizagem seja potencialmente significativo). Essa predisposição está intimamente relacionada com a experiência afetiva que o aprendiz tem no evento educativo... Predisposição para aprender e aprendizagem significativa guardam entre si uma relação praticamente circular: a aprendizagem significativa requer predisposição para aprender e ao mesmo tempo gera esse tipo de experiência afetiva”. (Moreira, 1999, p.170,171).

A ideia principal da teoria de educação de Novak “A aprendizagem significativa subjaz a integração construtivista entre pensamento, sentimento e ação que conduz ao engrandecimento (*empowerment*) humano”. (Moreira, 1999, p.171). Tendo isso em mente, Novak elaborou duas estratégias instrucionais para facilitação da aprendizagem significativa: o mapeamento conceitual e o Vê epistemológico de Gowin. Nesta monografia iremos trabalhar apenas com as proposições norteadoras da teoria de Novak e o Vê de Gowin.

### **2.3 Princípios de Aprendizagem significativa e o Vê de Gowin**

Na aprendizagem de ciências existe um grande desafio que é o choque de significados alternativos e os aceitos no ensino da matéria e os significados trazidos para a sala de aula geralmente entram em desacordo com o contexto da disciplina.

Vamos listar 14 princípios de Aprendizagem Significativa não em ordem de importância e nem em como usá-los segundo Moreira (1999):

“Todo evento educativo envolve cinco elementos: aprendiz, professor, conhecimento, contexto e avaliação.

Pensamentos, sentimentos e ações interligados, positiva ou negativamente.

A aprendizagem significativa requer: a) disposição para aprender, b) materiais potencialmente significativos e c) algum conhecimento relevante.

Atitudes e sentimentos positivos em relação à experiência educativa têm suas raízes na aprendizagem significativa e, por sua vez a facilitam.



O conhecimento humano é construído; a aprendizagem significativa subjaz a essa construção.

O conhecimento prévio do aprendiz tem grande influência sobre a aprendizagem significativa de novos conhecimentos.

Significados são contextuais; aprendizagem significativa não implica aquisição de significados “corretos”.

Conhecimentos adquiridos por aprendizagem significativa não implica aquisição de significados “corretos”.

O ensino deve ser planejado de modo a facilitar a aprendizagem significativa e a ensejar experiências afetivas positivas.

A avaliação da aprendizagem deve procurar evidências de aprendizagem significativa.

O ensino, o currículo e o contexto também devem ser avaliados.

Mapas conceituais podem ser representações válidas da estrutura conceitual/proposicional de conhecimento de um indivíduo; podem ser instrumentos de meta-aprendizagem.

O Vê epistemológico pode ser útil para compreender a estrutura do conhecimento e da produção do conhecimento; pode ser instrumento de meta conhecimento.

Mapas conceituais e diagramas Vê podem ser instrumentos efetivos de avaliação da aprendizagem.” (Moreira, 1999, p.171, 172)

A grande maioria desses princípios é autoexplicativa, porém irei destacar algumas observações importantes sobre alguns. Os materiais potencialmente significativos seriam aqueles materiais que trazem uma lógica cognitiva adaptada à maneira de pensar do aluno com conhecimentos prévios próximos da realidade do mesmo, vale ressaltar que a base psicológica dessa teoria é construtivista e a aprendizagem significativa está ligada às concepções alternativas.

O maior erro sobre a mudança conceitual é que não podemos simplesmente substituir um significado por outro e provavelmente não exista uma maneira de fazer isso. Segundo Ausubel e Novak, a assimilação obliteradora é um instrumento que interage com o novo conhecimento e por meio desse se adquire significado.

O significado adquirido é novamente esquecido até chegar ao significado residual e esse processo depende do aluno, Segundo, Bachelard *et al.* (1938 *apud* Pérez, 2009): “ É surpreendente que os professores de ensino de ciências, não tenham compreendido que quando o adolescente chega na aula de Física com conhecimentos prévios já construídos, ou seja, com uma cultura experimental e precisamos conduzi-los a mudar de cultura experimental.

Rogers diz que colocar o educando para trabalhar com problemas experimentais é um fator determinante para a aprendizagem significativa: “Um dos meios mais eficazes de promover a aprendizagem consiste em colocar o aluno em confronto experimental direto com problemas práticos de natureza social, ética e filosófica ou pessoal.” (MOREIRA, 1999, p.143).

Estimular a criação de mapas conceituais faz com que o aprendiz use os recursos de Novak para centralizar sua aprendizagem significativa, o modelo de Gowin é bastante útil como instrumento de auxílio ao professor para analisar a estrutura do processo de produção do conhecimento, pois é uma tríade simples e efetiva, sendo o professor o material educativo e o aluno aquele que compartilha significados.

As relações triádicas podem ser educativas ou degenerativas, a educativa seria a concretização das relações e as degenerativas seriam as autocontidas interferindo na concretização das relações. E, de acordo com Gowin, o sentido dessas relações é compartilhar significados: “O ensino se consuma quando o significado do material que o aluno capta é o significado que o professor pretende que esse material tenha para o aluno” (Gowin, 1981, p.81).

### ***2.3.1 O experimento como meio avaliativo***

Antes de definir pontos para ter uma noção de como o aprendizado foi consolidado temos que atentar para a origem da palavra avaliar e avaliar quer dizer não valorar, sendo assim não pode atribuir valor ao que for avaliado, porém pode-se: “Descrever a aprendizagem e suas manifestações, mas não podemos atribuir-lhes um valor. Estaremos assim recolocando a avaliação no devido lugar de sua ação, que é fazer uma síntese do que os alunos estão aprendendo sem nenhum julgamento”. (Veiga, 2006, p.135).

O uso de experimentos para avaliar o domínio do conteúdo teórico dos alunos, nos PCNEM deixa claro sua utilidade, fazendo com que o aluno valorize experimentos científicos:

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua

curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. (PCNEM, 2001, p.84).

Tendo esse apoio experimental podemos dizer que:

“A avaliação também só pode ser realizada pela pessoa que está vivenciando a aprendizagem, por que os dois processos, avaliação e aprendizagem, estão tão intimamente ligados que um não existe sem o outro. (...) Podemos dizer que a avaliação, feita pelo sujeito que aprende, seleciona as aprendizagens significativas para incorpora-las à consciência pela interiorização. É um processo complexo, porém fascinante, porque transforma conhecimentos em pensamentos, e estes em atitudes”. (Veiga, 2006, p.139).

#### **2.4 Motivar, incentivar e despertar interesse na aprendizagem.**

Vamos ao conceito etimológico de motivo. Do latim temos que *movere motum* significa fazer mover, e seu conhecimento é a chave para um eficiente controle tanto do aprendizado quanto do comportamento humano, segundo Campos (2008):

“O motivo envolve as necessidades ou desejos existentes no indivíduo e ligado a uma intenção de atingir a um objetivo adequado, que impele o indivíduo a agir em determinada direção. (...) O motivo pode ser definido como uma condição interna, relativamente duradoura, que leva o indivíduo ou que o predispõe a persistir num comportamento orientado para um objetivo, possibilitando a satisfação do que era visado”. (Campos, 2008, p.109).

Na aprendizagem, o incentivo é o objetivo que impele o indivíduo a seguir naquela direção, portanto são condições estimuladoras dirigidas com o intuito de aprender. Na verdade, estímulos são atividades, o contexto social, ou ambiente social que afetam a motivação. Assim o incentivo é exprimido por Libâneo (1994):

O incentivo à aprendizagem é o conjunto de estímulos que despertam nos alunos a sua motivação para aprender, de forma que suas necessidades, interesses, desejos, sejam canalizados para as tarefas de estudo. Todas as nossas ações são orientadas para atingir objetivos que satisfaçam as nossas necessidades fisiológicas, emocionais, sociais e de auto-realização. A motivação é, assim, o conjunto das forças internas que impulsionam o nosso comportamento para objetivos e cuja direção é dada pela nossa inteligência. Entretanto, as forças internas do nosso

organismo são condicionadas por forças externas que modificam o direcionamento da nossa motivação. (LIBÂNEO, 1994, p.110).

Tendo ainda que existe uma diferença ente motivação e incentivação segundo CAMPOS (2011):

Motivação ou incentivação não são sinônimos, pois o segundo processo consiste em propiciar situações que despertem no aprendiz os motivos para iniciar e manter o processo da aprendizagem, enquanto que a motivação é um processo biopsíquico, ocorrido no interior do indivíduo.(CAMPOS,2011,p.113).

O professor é o veículo da motivação e do conhecimento, pois sem ele os alunos não teriam um alvo para seguir, e nessa perspectiva, sem um orientador não haveria um ajuste cultural. Nas palavras de CAMPOS (2011):

O estudo da motivação humana representa, para o educador, uma necessidade amplamente reconhecida, principalmente, principalmente em uma sociedade democrática, onde o conteúdo e os métodos da educação devem, sempre que possível, respeitar os motivos individuais e os da comunidade em que vive o educando. O professor, como orientador das atividades dos alunos, é o mediador entre os motivos individuais e os legítimos alvos serem alcançados. Mais do que isto compete ao mestre, como agente socializador, incutir os padrões da cultura, isto é, novos motivos, a fim de que certas necessidades sejam desenvolvidas, determinando a aquisição, por parte dos educandos, daqueles tipos de comportamento que garantem um ajustamento social eficiente. (CAMPOS, 2011, p.108).

A definição de interesse está baseada em sentimento de atração por um objeto idealizado, assim segundo Campos (2008):

Herman H. Horne define o interesse como <<a atração emotiva exercida por um objeto ideal, ou atual sobre a individualidade consciente>>. Com base nessa definição, podem ser admitidas duas espécies de interesse: o interesse que se liga a um objeto atual, geralmente chamado de interesse imediato, ou subjetivo, e o interesse ligado a um objeto. No primeiro caso. O interesse se relaciona com a própria atividade, em si mesma, e no segundo, com o objetivo para o qual a atividade se dirige. O interesse é intrínseco ao indivíduo, tal como outros tipos de motivos, enquanto que o estímulo e o incentivo são externos ao indivíduo. (Campos, 2008, p.111, 112).

Logo, percebemos que podemos apenas agir com incentivos para que o aluno internalize a necessidade de aprender e com isso induzir um interesse no mesmo.

### **3. METODOLOGIA**

O objeto de estudo é o tubo de Venturi, que foi utilizado de forma didática no laboratório, entretanto o experimento foi testado e analisado antes de ser aplicado no laboratório com os estudantes. A metodologia foi dividida em dois momentos: o primeiro foi à análise de sua eficiência de forma isolada e o segundo foi sua aplicação no laboratório com os estudantes com um questionário avaliativo.

#### **3.1 Experimento Isolado**

Primeiramente, antes de iniciarmos com a parte física do tubo de Venturi é necessário termos o conhecimento de conservação de energia, vazão e teorema de Stevin para depois passarmos a deduzir a equação de Bernoulli, pois esse será nosso campo teórico de estudo.

O conhecimento sobre hidrodinâmica propicia uma variedade de utilidades no nosso dia a dia que não nos damos conta, como por exemplo: as redes de distribuição de água, as turbinas a gás, os motores térmicos, e até mesmo o voo dos aviões.

##### **3.1.1 Escoamento de um fluido**

Vamos analisar o escoamento de um fluido real, mas para analisarmos seu escoamento temos que nos lembrar de quatro propriedades dele que são:

1. O fluido não será viscoso. Então, o que é viscosidade? A viscosidade é tipicamente um atrito interno ao fluido que dificulta o deslizamento de uma parte dele sobre a outra gerando perda de energia mecânica, se transformando em energia térmica.
2. O seu movimento será irrotacional, ou seja, nenhuma porção do fluido executará movimento de rotação.
3. O fluido será incompressível, sua densidade não variará ao longo do percurso nem em relação ao tempo de modo geral.
4. O seu movimento será estacionário ou permanente significando que a velocidade vetorial do fluido em um ponto qualquer não variará com o tempo.

### 3.1.2 Linha de corrente

Linhas de corrente de um fluido ideal, para podermos imaginá-las. A melhor maneira seria pensar em um tubo com água correndo em seu interior, para isso vamos considerar uma rede de distribuição de água e o escoamento da mesma por um encanamento.

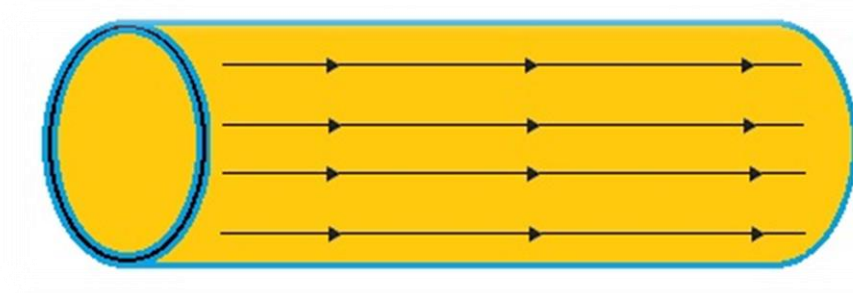


Figura 1. Linhas de Corrente em um tubo. Fonte: o autor.

Observamos que com o estreitamento a velocidade da porção de água varia ao longo do tubo, que aumenta com o estreitamento e diminui com o alargamento do mesmo.

### 3.1.3 Vazão e equação da continuidade

A vazão do fluido em um tubo: para determinarmos a vazão temos que destacar o  $\Delta V$  como o volume de fluido que passa em certa área num intervalo de tempo  $\Delta t$  assim pode caracterizar a vazão como:

$$\phi = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (1)$$

A unidade de medida de vazão no SI é metro cúbico por segundo ( $m^3/s$ ) ou litros por segundo (l/s).

Para fazermos a relação de vazão e velocidade precisamos considerar um conduto de seção reta transversal e sem o seu raio variar em toda sua extensão e suas seções transversais separadas em 1 e 2 como na figura a seguir:

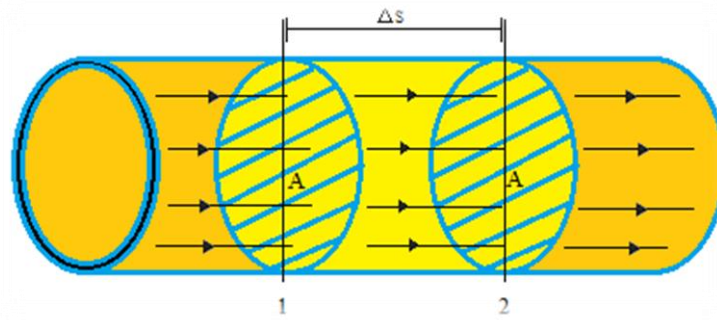


Figura 2. Tubo de seção reta percorrido por um fluido. Fonte: o autor.

Sendo assim o volume do fluido que atravessa a seção transversal de 1 para 2 atravessa uma distância  $\Delta S$  no dado tempo. Para acharmos seu volume basta fazer o produto da área pela distância.

Onde,  $\Delta V = A \cdot \Delta S$ , assim, se pegarmos a equação da vazão e substituirmos o volume iremos obter:

$$\phi = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{A \cdot \Delta S}{\Delta t} = A \cdot v$$

$$\phi = A \cdot v \quad (2)$$

Com esse resultado chegamos à equação da continuidade e teremos não mais uma velocidade constante em todos os pontos, pois a seção transversal do fluido não é constante e dessa forma a velocidade irá variar.



Figura 3. Linhas de corrente em um tubo com estreitamento. Fonte: o autor.

Tendo a figura podemos ver que  $A_1$  e  $A_2$  irão representar as áreas das seções, podemos afirmar que em um dado intervalo de tempo o volume do fluido que irá atravessar a região 1 e o mesmo que irá atravessar a região 2 assim a vazão em 1 será igual a vazão em 2,  $\phi_1 = \phi_2$ .

Logo;

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 \quad (3)$$

Podemos concluir que a partir da equação da continuidade a área é inversamente proporcional à velocidade de escoamento do fluido, mas sua vazão permanecerá constante ao longo do tubo tendo em conta um regime estacionário e fluido ideal.

$$A_1 > A_2 \rightarrow V_1 < V_2$$

### 3.1.4 Teorema de Stevin e Equação de Bernoulli

Antes de falarmos a respeito da equação de Bernoulli, temos que voltar um pouco em Hidrostática e lembrar que para calcularmos a diferença de pressão em um líquido dentro de um recipiente tem que utilizar o teorema de Stevin que é dado por:

$$\Delta p = (p_2 - p_1) = \rho \cdot g \cdot \Delta h \quad (4)$$

Relembrando que  $\rho$  é a densidade,  $g$  é a aceleração da gravidade e  $\Delta h$ , e a diferença das alturas.

Para obtermos a equação de Bernoulli, precisamos calcular as pressões em um fluido em movimento e calcular as variações energéticas que ocorrem num fluido que se desloca ao longo de um tubo. Na figura a seguir, temos a situação inicial e em seguida a situação final depois de certo tempo  $\Delta t$ . Neste intervalo de tempo, o lado posterior  $A_2$  foi movimentado com  $v_2 \Delta t$  e o lado anterior  $A_1$  do elemento de fluido foi movimentado com  $v_1 \Delta t$  para a direita.

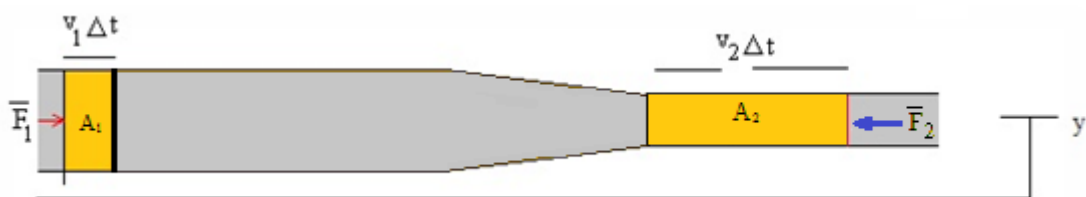


Figura 4. Massa de água em cada parte do tubo. Fonte: o autor.

O elemento de massa  $\Delta m$  pode ser expresso como:

$$\Delta m = \rho \cdot A_2 \cdot v_2 \cdot \Delta t = \rho \cdot A_1 \cdot v_1 \cdot \Delta t = \rho \cdot \Delta V$$

$$\Delta m = \rho \cdot \Delta V \quad (5)$$

Comparando a situação inicial e final vemos que o elemento  $\Delta m$  não sofre variação de altura já que o desnível é zero, o tubo é horizontal sendo denominado tubo de Venturi, cuja



aplicação prática é a medida da velocidade do fluido em um tubo. Onde se mede a diferença de pressão que existe entre os dois tubos. Logo, a varia da energia potencial será zero restando apenas à variação da energia cinética, pois  $\Delta m$  mudará sua velocidade.

Sendo a variação da energia cinética:

$$\Delta E_k = \frac{1}{2} \Delta m v_2^2 - \frac{1}{2} \Delta m v_1^2 = \frac{1}{2} \rho \Delta V (v_2^2 - v_1^2)$$

$$\Delta E_k = \frac{1}{2} \rho \Delta V (v_2^2 - v_1^2) \quad (6)$$

O restante do fluido exerce forças devido à pressão sobre a porção de fluido considerando a parte inicial e sobre a parte final dado por:

Sendo:

$$F = p \cdot A \quad (7)$$

Então:

$$F_1 = p_1 \cdot A_1 \quad \text{e} \quad F_2 = p_2 \cdot A_2.$$

Onde a força  $F_1$  e o deslocamento 1 tem o mesmo sinal, já a força  $F_2$  e o deslocamento 2 tem sinais contrários. Os deslocamentos 1 e 2 respectivamente:

Sendo:

$$\Delta x = v \cdot \Delta t \quad (8)$$

Então:

$$\Delta x_1 = v_1 \cdot \Delta t \quad \text{e} \quad \Delta x_2 = v_2 \cdot \Delta t.$$

O trabalho realizado pelas forças exteriores é dado como o produto da força pelo deslocamento, sendo assim as forças que atuam no nosso sistema de partículas irá modificar a energia do sistema para o nosso caso restando apenas à energia cinética.

Então podemos escrever o trabalho da força externa de duas formas:

$$W_{\text{ext}} = F_1 \cdot \Delta x_1 - F_2 \cdot \Delta x_2 \quad (9)$$

$$W_{\text{ext}} = (p_1 - p_2) \cdot \Delta V \quad (10)$$

Pelo teorema do trabalho energia temos que:

$$W_{\text{ext}} = E_f - E_i = (E_k)_f - (E_k)_i = \Delta E_k$$

Logo,

$$W_{\text{ext}} = \Delta E_k \quad (11)$$

$$(p_1 - p_2) \cdot \Delta V = \frac{1}{2} \rho \cdot \Delta V \cdot (v_2^2 - v_1^2)$$

Como já temos a energia cinética e igualando as forças externas e simplificando os  $\Delta V$  fazendo operações matemáticas simples obtemos a equação de Bernoulli.

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \quad (12)$$

Esse estudo foi desenvolvido pelo físico e matemático suíço Daniel Bernoulli (1700 - 1782) a sua principal obra foi “*Hidrodinâmica*” publicada em 1738, ele concluiu que em qualquer ponto do fluido ideal há uma relação constante entre as grandezas: velocidade, pressão e energia potencial do fluido. A equação atual que temos acesso foi apresentada pela primeira vez por Leonhard Euler.

Nas fotos abaixo temos D. Bernoulli e L. Euler:



Figura 5. Daniel Bernoulli e Leonhard Euler. Fonte: *Molecular Expressions* e *Energy vanguard* respectivamente.

A partir da equação da continuidade onde  $v_1 \cdot s_1 = v_2 \cdot s_2$  que foi deduzido anteriormente podemos afirmar que: se a velocidade de  $v_2 > v_1$  então a área  $A_1 > A_2$  e ainda que  $p_1 > p_2$ .

Combinando o teorema de Stevin (equação 4) com a equação de Bernoulli (equação 5) obtemos uma relação entre as pressões do fluido nos tubos e suas velocidades em cada lado do tubo.

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) \quad \text{e} \quad (p_2 - p_1) = \rho \cdot g \cdot \Delta h$$

Logo,

$$\rho \cdot g \cdot \Delta h = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) \quad (13)$$

Sabendo que,

$$v_2 = A_1 \cdot \frac{v_1}{A_2} \quad (14)$$

Substituindo a equação (14) em (13) podemos determinar as velocidades que passam por um tubo, conforme a seguir:

$$v_2 = A_1 \sqrt{\frac{2(g\Delta h)}{A_1^2 - A_2^2}} \quad (15)$$

Onde podemos concluir que a velocidade do fluido não depende de sua densidade, mas da aceleração da gravidade, da área dos tubos e das diferenças de alturas do fluido.

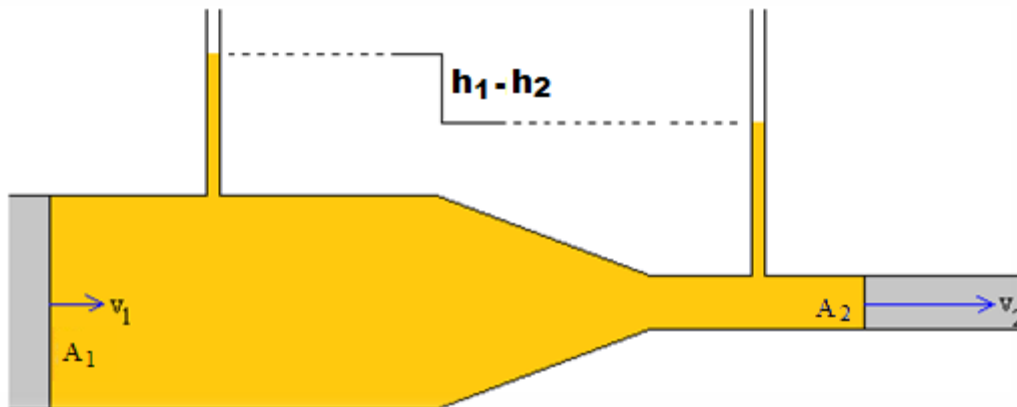


Figura 6. Tubo de Venturi com água. Fonte: o autor.

### 3.2 Experimento no Laboratório

Como já mencionamos o experimento foi realizado no Laboratório de Instrumentação com quarenta alunos do curso de Física.

Os alunos foram divididos em grupos de cinco membros, cada grupo foi trabalhado separadamente e receberam os seguintes materiais: os materiais descritos no roteiro de prática, um roteiro de prática (APÊNDICE A) e um questionário avaliativo (APÊNDICE B). Cada equipe foi orientada a fazer a medida determinada de modo organizado, atentando para a divisão de tarefas, onde (3) três componentes da equipe mediu a vazão para os tubos de 40 mm e 32 mm e novamente mediu a vazão do tubo de 40 mm e 20 mm, em seguida, (2) dois componentes mediram com a régua a altura das colunas de água para o tubo de 40 mm e 32 mm e novamente os mesmos mediram as alturas para o tubo de 40 mm e 20 mm e ao final outro componente da equipe fez as anotações destas medidas. Em seguida calcularam-se as áreas de cada tubo, e após isso fizemos o cálculo das velocidades da água em cada tubo, ressaltando que esse processo foi feito com as oito equipes.

Destacamos que no final do roteiro de prática os alunos responderam um questionário avaliativo de dez perguntas referentes à prática em si, para sabermos, principalmente, a opinião do aluno de graduação quanto à consistência e à necessidade dessa prática no laboratório de Física levando em conta a construção do conhecimento com a prática.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a análise dos resultados foi feito uma estatística com o questionário avaliativo de modo que pudéssemos verificar o ponto de vista dos alunos com relação ao roteiro e a aplicação do mesmo visando à motivação, interação e trabalho em laboratório.

### 4.1 RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Com os parâmetros definidos do Tubo de Venturi (tempo, área, diferenças de altura das colunas de água) podemos medir a velocidade no tubo. Realizamos as medidas e obtivemos os resultados experimentais no laboratório individualmente, com o experimento isolado e depois com os alunos.

Resultados experimentais para o experimento isolado.

Tabela 1. Tempo para encher uma garrafa de 2 Lts.

T1 (s)	T2 (s)	T3 (s)	Tempo médio da vazão (s)
43,69	44,30	43,80	43,93

Fonte: o autor

Tabela 2. Resultados dos valores das velocidades obtidos usando a equação (7) com altura das colunas de água e os diferentes diâmetros de tubos.

Diâmetro do tubo (mm)	H (m)	V1 (m/s)	V2 (m/s)
T de 40 mm	0,21	0,37	0,58
T de 32 mm	0,20		

Fonte: o autor

Tabela 3. Resultados dos valores das velocidades obtidos usando a equação (7) com altura das colunas de água e os diferentes diâmetros de tubos.

Diâmetro do tubo (mm)	H (m)	V1 (m/s)	V2 (m/s)
T de 40 mm	0,245	0,13	0,52
T de 20 mm	0,232		

Fonte: o autor

## 4.2 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO AVALIATIVO

As respostas ao questionário avaliativo serão mostradas na forma de gráficos, exceto aquelas respostas que tenham sido unânimes a um dos itens que foram as: 1, 2, 5, 6, 7, 9 e serão discutidas para termos uma visão geral da prática aplicada neste trabalho.

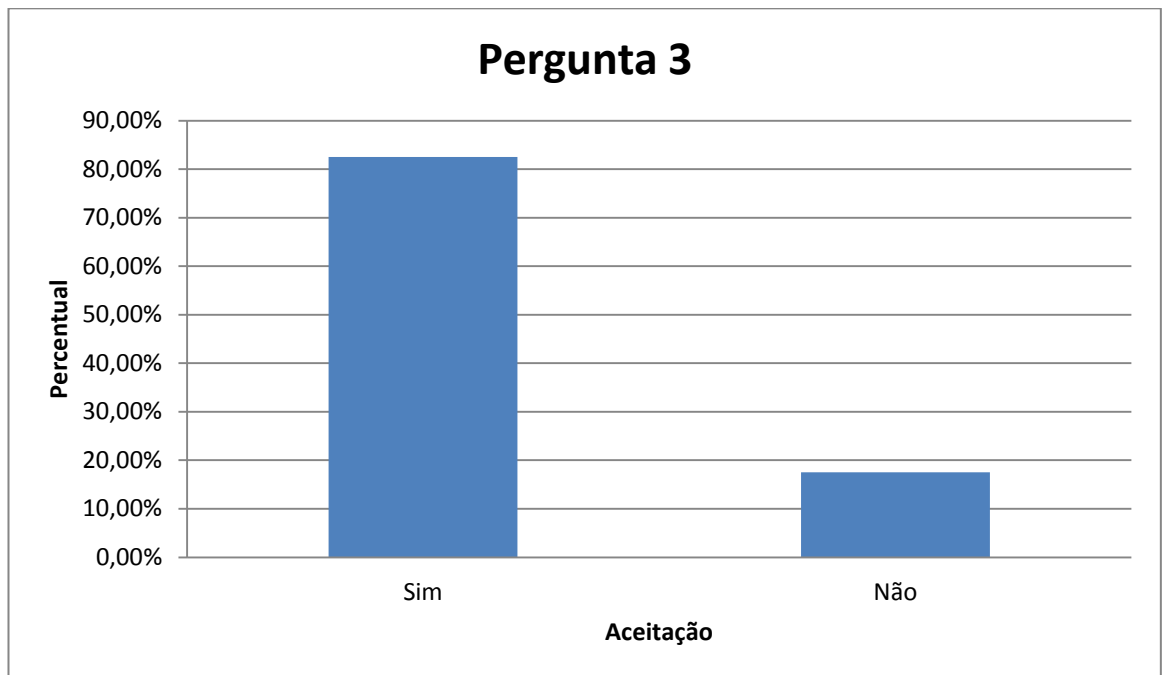
As perguntas com respostas unânimes serão discutidas sem um gráfico avaliativo.

1ª Pergunta: O material utilizado na prática é de fácil acesso?

Foi abordada a facilidade de acesso ao material usado no experimento. O resultado das respostas dos concludentes foi unânime, pois o material pode ser encontrado em qualquer depósito de construção, por exemplo.

2ª pergunta: A utilização da prática experimental pode ser considerada no ensino de física?

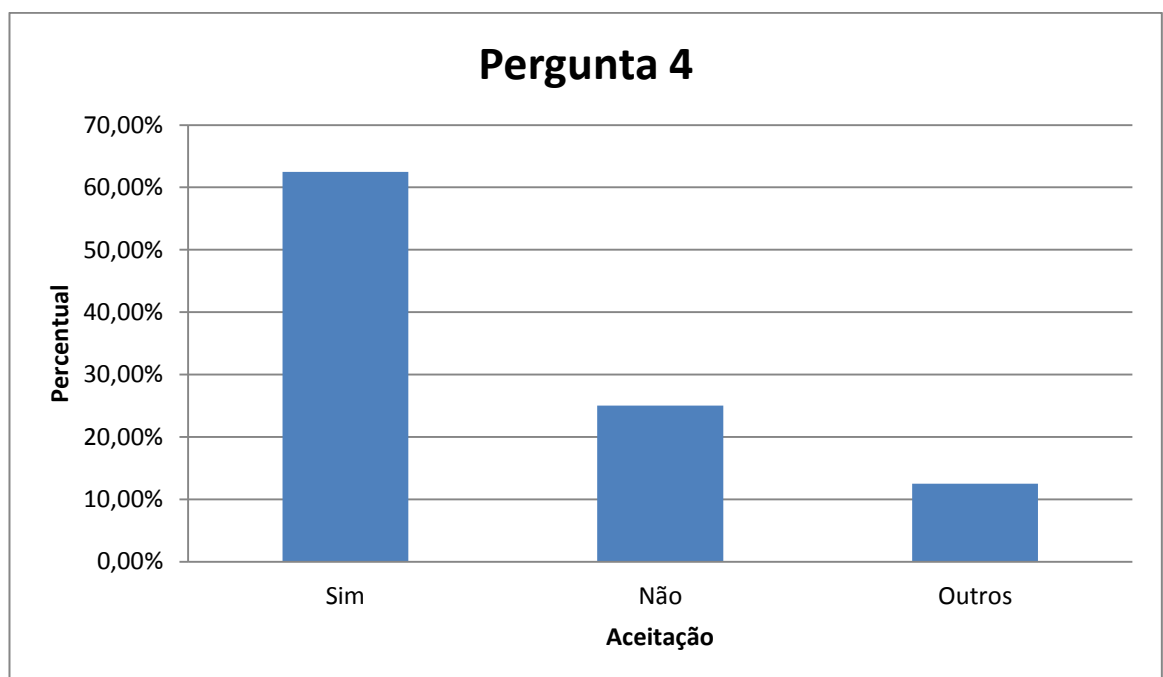
Foi discutido a cerca da prática como uma ferramenta de ensino de física, vamos analisar novamente o levantamento estatístico e observa-se que ela é uma grande ferramenta para demonstrar o fenômeno físico, que só é vista em livros e não é de fácil compreensão até ser visualizado.



3ª Pergunta: Você já abordou o assunto de hidrodinâmica em sala de aula?

Procuramos saber se o assunto do tubo de Venturi foi abordado em sala de aula anteriormente e saber se o aluno tem noção do conteúdo abordado na prática, a justificativa

para os 17,5% do não, segundo alguns alunos “é pelo fato do professor só ter mostrado a equação e não ter comentado sobre sua finalidade”, e outros alunos afirmaram que “o professor pulou o tópico e não deu o assunto” mediante isso fizemos uma explanação do assunto de acordo com a necessidade da prática e dos 82,5% que disseram ter visto o conteúdo 47,5% tinha dificuldades no assunto devido não entender o fenômeno, ao final da prática os alunos retrataram: “Se a gente tivesse essa aula de laboratório na época da disciplina teria ajudado bastante”, o que nos leva mais uma vez a acreditar ser muito importante as aulas de laboratório no auxílio à disciplina.



4ª Pergunta: Os livros utilizados no ensino médio abordam o tema de hidrodinâmica de uma maneira de fácil compreensão?

O gráfico acima relata sobre a abordagem dos livros de física de ensino médio com relação ao conteúdo de hidrodinâmica e a facilidade de aprendizagem, visto que nem todos os livros abordam esse assunto, temos alguns alunos que ficam defasados com o conteúdo e outros que não dão uma abordagem completa, tendo em vista que esse conteúdo está inserido no cotidiano de quase todos, um exemplo bem comum é a mangueira de jardinagem que se estreitarmos a sua saída a água irá escoar mais longe e assim sucessivamente até certo limite.

5ª Pergunta: A proposta desta prática experimental de baixo custo pode ser uma alternativa motivadora para abordar o assunto de hidrodinâmica de uma maneira mais didática?

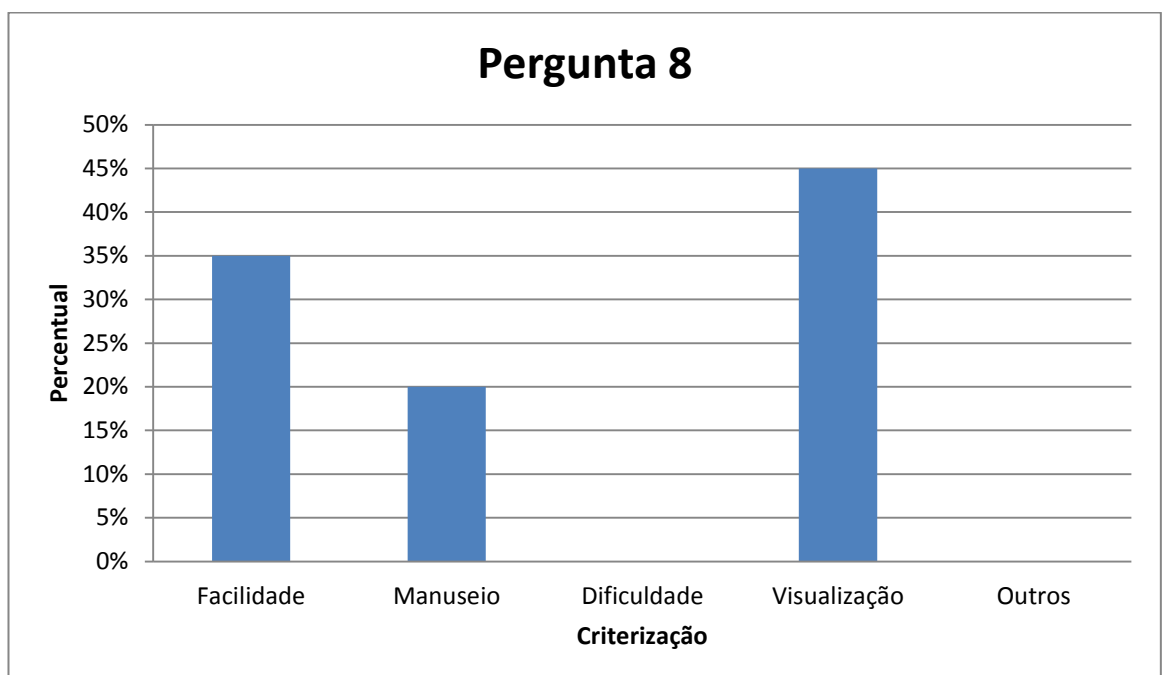
Foi levantada a proposta de levar o experimento de baixo custo como uma forma de ensino motivadora e didática para o assunto de hidrodinâmica e segundo o gráfico podemos afirmar que o objetivo de transpor esse assunto teve muito sucesso.

6ª Pergunta: O formalismo matemático na prática experimental é de fácil entendimento?

A prática visa não demonstrar as equações da continuidade e de Bernoulli, assim não apresenta quaisquer dificuldade nessa parte já que a matemática envolvida é básica e simples. Novamente pelo levantamento da pesquisa podemos afirmar esse comentário como verdadeiro.

7ª Pergunta: Você abordaria esse roteiro de prática experimental em consonância com a parte teórica?

Tratamos nesse tópico sobre a possibilidade do concludente abordar essa prática em consonância com a teoria e novamente nos surpreendemos que todos concordaram com a ideia e inclusive falaram que seria uma ótima oportunidade para fixar o conteúdo e até mesmo despertar a vontade de aprender do aluno tornando o aprendizado mais fácil e menos tradicionalista, como é uma aula expositiva.





8ª Pergunta: O que chamou mais a atenção na montagem do kit experimental?

O gráfico mostra os percentuais a cerca do que chamou mais a atenção no experimento, o que nos leva a afirmar que a visualização obteve o maior percentual de todos. É importante essa avaliação, pois certas práticas às vezes não nos possibilitam visualizar o fenômeno e esse em especial proporcionou essa possibilidade, comentário de alguns alunos “só o fato de observamos que as colunas de água realmente têm alturas diferentes já nos deixa curiosas para sabermos o porquê que isso ocorre”.

9ª Pergunta: A proposta de inserção desta prática experimental no ensino médio seria de grande valia?

Foi observada a questão de inserir essas práticas com os alunos de ensino médio, novamente tivemos uma grande aceitação e um dos comentários foi: “se no EM eu tivesse visto algum experimento sobre a matéria abordada eu teria aprendido melhor o conteúdo” notamos que a prática não é apenas para preencher carga horária, mas é uma ferramenta motivadora e esclarecedora do conteúdo independente do assunto.

10ª Pergunta: A inserção desta prática no curso de Licenciatura/Bacharelado em física é de grande valia para o laboratório de física?

Temos a motivação do nosso trabalho que é a inserção desta prática no laboratório do departamento de física, pois tivemos uma grande aceitação quanto a isso, visto que, o laboratório carece de práticas de hidrodinâmica e segundo o relato de um aluno “nunca tivemos experimento de hidrodinâmica e essa prática é muito interessante, pois mostra de uma forma simples o conteúdo visto em sala de aula”, dito esse comentário temos como maior incentivo adicionar essa prática ao laboratório.

### **4.3 Visão Qualitativa**

O questionário avaliativo foi aplicado com todos os alunos que fizeram a prática, e o objetivo do autor é comentar possíveis pontos positivos e negativos ocorrido no decorrer da prática.

Inicialmente os alunos que entraram na sala do laboratório não estavam muito motivados em fazer o experimento, porém quando o kit experimental foi apresentado a

atenção dos alunos foi despertada, pois o material além de ser de fácil acesso, possui um baixo custo. Os alunos também demonstraram curiosidade no momento em que o experimento foi montado.

O experimento com canos de PVC até certo ponto torna-se curioso, visto que é muito fácil sua obtenção e é um objeto do cotidiano, tornando isso um ponto positivo que despertou nos alunos um censo de curiosidade ao ponto dos mesmos externar essa motivação em suas ações.

A atividade inicial consistia na explanação do conteúdo na lousa inserido no (APÊNDICE B), pois iria atuar como um organizador prévio, criando um esclarecimento do que realmente iria ser abordado em sala. Após a explicação tivemos perguntas interessantes tipo:

*“Esse tubo de Venturi foi fácil de construir?”.*

A criação de experimentos de baixo custo está crescendo bastante, porém alguns professores não fazem uso deste recurso, apesar de o mesmo ser capaz de demonstrar fenômenos físicos no laboratório. Neste primeiro contato percebe-se que houve uma estimulação no ponto de despertar a curiosidade do educando

O segundo momento foi à prática com os educandos, onde procuramos extrair os *subsunçores*, conceitos espontâneos que eles tinham em relação ao tema abordado, com esse intuito foram feitas perguntas com relação à prática realizada, como por exemplo:

*“O que vocês compreendem quando a coluna de água sobe e uma delas fica mais alta que a outra?”; “Onde a pressão é maior, onde a velocidade é maior nos tubos?”.*

Como trabalhamos com alunos de graduação nosso trabalho foi facilitado, pois este tinha um domínio maior do conteúdo e poucas concepções espontâneas dos conceitos científicos.

Após explicar como seria o experimento deixei que os alunos assumissem e realizassem as medidas necessárias para o experimento. Todas as equipes fizeram a experiência separadamente. Observamos que:

a) Todos os grupos realizaram as medidas previstas no roteiro com o material fornecido no kit experimental.

- b) Nenhum aluno teve dificuldade com o formalismo matemático;
- c) Os oito grupos chegaram aos resultados esperados.

É importante lembrar que o trabalho em equipe é importante na formação do cidadão e indispensável em certas circunstâncias no cotidiano. Cada integrante ficou responsável por uma tarefa, sendo intencional a forma abordada, visando buscar no educando: responsabilidade, respeito, habilidades sociais, cooperativismo entre outras.

A última parte do trabalho foi buscar com as medidas feitas, estimular uma discussão sobre o experimento e preencher o questionário avaliativo.

## 5. CONCLUSÕES

De acordo com o experimento, as medidas foram executadas corretamente e acompanhadas em cada etapa. Na medida da vazão, o fator principal que contribuía para o erro experimental era o tempo de reação humana (ao registrar no cronômetro). Na equação (7), considerou-se que o valor de fluxo não era um fator relevante (que gerasse algum erro nos cálculos) com respeito à vazão de água. Nas medições realizadas com os oito (8) grupos de estudantes, foram gerados valores (da vazão e das velocidades) aproximados aos obtidos pelo aplicador do experimento, mostrando uma similaridade e uma confiabilidade entre os valores obtidos.

Com respeito à didática, a mesma consistiu em ministrar uma aula não voltada somente à exposição do conteúdo, mas em atribuir pontos importantes dos conceitos de Hidrodinâmica. Os pontos abordados na aula foram: a equação da continuidade, a vazão de uma torneira, o comportamento da água em um tubo estreito.

Em relação ao levantamento estatístico do questionário avaliativo, constatou-se que os estudantes mostraram uma grande curiosidade em relação à montagem e aplicação do experimento, uma vez que esse é considerado bastante acessível. Neste questionário, foi observado que o experimento é de fácil acesso, e o grau de dificuldade do tema abordado é classificado como mediano. No quesito referente à montagem do kit experimental, o fator Visualização foi o que mais chamou a atenção, com uma porcentagem de 45%. Ainda com relação ao questionário, houve uma unanimidade por parte dos avaliados no que concerne à inserção de tal prática nos laboratórios, bem como ser considerada uma ferramenta de auxílio no ensino de Física.

O Tubo de Venturi é um objeto de aprendizagem significativo para o estudante, pois tal aparato é encontrado em nosso cotidiano, como na medição das velocidades de aviões e nas câmaras de combustão de motores. O conceito acerca do Tubo de Venturi possibilita uma construção do conhecimento através da experimentação, onde gera uma participação ativa por parte do discente.

Nesse trabalho foi possível motivar os alunos no direcionamento de suas habilidades de trabalho em equipe, bem como no desenvolvimento de interação social. Isso enfatiza uma pequena amostra do que é possível fazer com um kit de baixo custo, além de fomentar novas ideias para os alunos de graduação no que diz respeito a construir seus próprios kits

experimentais. Um dos alunos de graduação (que participou da referida prática) afirmou que hoje em dia é possível trazer a Física para casa e gerar um divertimento com esse conhecimento.

Foi observado que ao calcularmos o fluxo com a equação (1) e usarmos a equação (2) aplicando o valor da área medida, se obteve um resultado de velocidade que difere do encontrado na equação (15). As possíveis causas para esse erro experimental se deve ao escoamento não ser laminar, alguma porção do fluido executou movimento de rotação, e assim a velocidade vetorial do fluido em alguns pontos variou com o tempo, gerando uma discrepância nos cálculos experimentais. Entretanto, do ponto de vista didático esta discrepância pode ser usada pelo professor como ferramenta para aguçar o senso crítico dos alunos em relação à análise dos experimentos didáticos de um modo geral.

## REFERÊNCIAS

ALFONSO-GOLDFARB, A.M.; FERRAZ, M.H.M. Raízes históricas da difícil equação institucional da ciência no Brasil. São Paulo em Perspectiva, v. 16, n. 3, p. 3- 14, 2002.

AUSUBEL, P. David. Aquisição e Retenção de Conhecimento: Uma Perspectiva Cognitiva, 1a. ed.: Plátano, 2003.

BACHERLARD, G. La Formation de L'esprit Scientifique. Paris, Vrin, 1938

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Física. Brasília: MEC, 2001. Disponível em:

<<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2013.

\_\_\_\_\_, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Brasília: Ministério da Educação, 1999. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 12 Abr. 2013.

CAMPOS, Dinah Martins de Souza. Psicologia da Aprendizagem. 39a. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2011.

\_\_\_\_\_. Psicologia da Aprendizagem. 37a. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2008.

DA SILVA, G.T. "NO EMBALO DA REDE DE DORMIR: CONTEXTUALIZANDO UMA ABORDAGEM DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA", Monografia de Conclusão de Curso, Dep. de Física, UFC, 2013.

Amassando a garrafa: Domiciano Marques. Altura: 364 pixels. Largura: 133 pixels 10,4 Kb. Formato JPG. Disponível em:

<[http://www.brasilecola.com/upload/conteudo/images/educador\(2\).jpg](http://www.brasilecola.com/upload/conteudo/images/educador(2).jpg)>

DE CARVALHO, A.M.P. E GIL-PÉREZ, D. Formação de Professores de Ciências, 9a. Ed. Cortez Ed., 2009.

Energy Vanguard: Allison Bailes Altura: 207 pixels. Largura: 292 pixels 18,4 Kb. Formato JPG. Disponível em: <<http://www.energyvanguard.com/Portals/88935/images/hvac-static-pressure-daniel-bernoulli.jpg>>

FEITOSA, R. A. A relevância das atividades experimentais no ensino de ciências. *Revista Educare*, número 4, Col. Militar Fortaleza, setembro de 2011, p. 25-34 INSS 1984-3283.

FERREIRA, N. C. Proposta de Laboratório para a Escola Brasileira: um ensaio sobre a instrumentalização no ensino médio de Física. São Paulo, 1978. p.138 . Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo – USP.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do Oprimido*. 50a.ed. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 2011.

GIL-PÉREZ, D.; OZÁMIZ, M.G. *Enseñanza de las Ciencias y la Matemática: tendencias e innovaciones*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Editorial Popular. 1993. Disponível em: <[www.campus.oei.org](http://www.campus.oei.org)>. Acesso em: 19/12/2013.

KRASILCHIK, M. *O Professor e o Currículo das Ciências*. São Paulo: Editora USP, p.81, 1987.

\_\_\_\_\_. *Reformas e realidade: o caso do ensino de Ciências*. São Paulo em Perspectiva. São Paulo: Editora USP, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

\_\_\_\_\_. *Prática de Ensino de Biologia*. São Paulo, Editora USP, 2005.

Leonhard Euler: National High Magnetic Field Laboratory Altura: 364 pixels. Largura: 133 pixels 18,4 Kb. Formato JPG. Disponível em:

<<http://micro.magnet.fsu.edu/optics/timeline/people/antiqueimages/euler.jpg>>

LIBÂNEO, José Carlos. *Didática*. (Coleção Magistério. Série Formação do Professor). São Paulo: Cortez Editora, 1994.

MOYSÉS, Nussenzveig Herch. *Curso de Física Básica. Fluidos; Oscilações e Ondas; Calor*. Vol.2. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

MOREIRA, Marco Antonio. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda., 1999.

\_\_\_\_\_. *A Teoria da Aprendizagem Significativa e Sua Implementação em Sala de Aula*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel A.G. *A Aprendizagem e o Ensino de Ciências*. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SAMPAIO, Jose Luiz; CALÇADA Caio Sergio. Física Volume Único. São Paulo: Atual, 2008.

SILVA, Maria G. L.; NÚÑEZ, Isauro B. Programa Universidade a Distância (UNIDIS grad). UFRN. Concepções Alternativas dos Estudantes: Instrumentação para o Ensino de Química II, p. 2,3. 2007.

TAFNER, E.P., Revista Leonardo Pós, ICPG. A Contextualização do Ensino como fio Condutor do Processo de Aprendizagem v. 3, p.1-9, ago./dez.2003. Disponível em: <<http://www.posuniasselvi.com.br/artigos/rev03-08.pdf>>. Acesso em: 24 Abr. 2013.

VEIGA, ILMA. PASSO (org.), Lições de Didática. Campina, 4° Ed. Papirus Ed., 2006



## **APÊNDICES**

Aqui colocamos o roteiro de prática, o questionário avaliativo aplicado após a prática.

**APÊNDICE A – Roteiro de Prática**

Equipe: \_\_\_\_\_

Local de aplicação: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_.

**1. OBJETIVOS**

- Verificar a vazão de uma torneira
- Determinar as velocidades da água nos tubos

**2. MATERIAL**

- 2 Canos de PVC de 40 mm com: 7 cm e 19 cm de comprimento;
- 4 Canos de PVC de 32 mm com: 5 cm, 13 cm, 22 cm 61 cm de comprimento;
- 2 Canos de PVC de 20 mm com: 10 cm, 13 cm, 20 cm 72 cm de comprimento;
- 3 Tubos em “ T ” sendo um de 40 mm, um de 32 mm e o outro de 20 mm;
- 3 Buchas de redução de 40 mm para 20 mm;
- 1 Bucha de redução de 32 mm para 20 mm;
- 2 Mangueiras de 20 mm transparentes com 50 cm de comprimento;
- 2 Joelhos de 20 mm;
- 2 Joelhos de 32 mm;
- 1 Joelho de 40 mm;
- 1 Garrafa pet de 2 litros com demarcação de nível;
- Cronômetro.

**3. FUNDAMENTOS**

Vamos analisar o escoamento de um fluido real, mas para analisarmos seu escoamento temos que nos lembrar de quatro propriedades dele que são:

1. O fluido não será viscoso
2. O seu movimento será irrotacional,
3. O fluido será incompressível,
4. O seu movimento será estacionário ou permanente

Linhas de corrente de um fluido ideal seria um tubo com água correndo em seu interior como na figura a seguir.

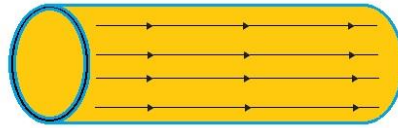


Figura A1. Linha de corrente em um tubo. Fonte: o autor.

### 3.1 Determinar a vazão

Para determinarmos a vazão de um fluido em um tubo temos que considerar  $\Delta V$  como o volume de fluido que passa em certa área num intervalo de tempo  $\Delta t$  assim pode-se definir a vazão como:

$$\phi = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (\text{A1})$$

A unidade de medida de vazão no SI é metro cúbico por segundo ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) ou litros por segundo (L/s).

Para encontrarmos a relação entre a vazão e a velocidade precisamos considerar um conduto de seção reta transversal e sem o seu raio variar em toda sua extensão e suas seções transversais separadas em 1 e 2 como na figura abaixo.

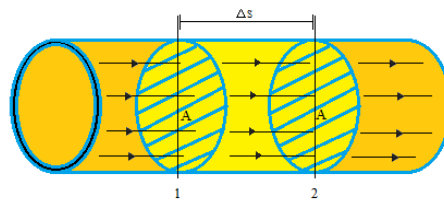


Figura A2 Tubo de seção reta percorrido por um fluido. Fonte: o autor.

O volume do fluido que atravessa a seção transversal de 1 para 2 atravessa uma distancia  $\Delta S$  no dado tempo. Para achamos seu volume basta fazer o produto da área pela distancia.

Onde,  $\Delta V = A \cdot \Delta S$  assim se pegarmos a equação da vazão e substituírmos o volume iremos obter:

$$\begin{aligned} \phi &= \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{A \cdot \Delta S}{\Delta t} = A \cdot v \\ \phi &= A \cdot v \end{aligned} \quad (\text{A2})$$

### 3.2 Equações da continuidade

Com esse resultado chegamos à equação da continuidade e teremos não mais uma velocidade constante em todos os pontos, pois a seção transversal do fluido não é constante e dessa forma a velocidade ira variar.



Figura A3. Linhas de corrente em um tubo com estreitamento. Fonte: o autor

Tendo a figura podemos ver que  $A_1$  e  $A_2$  irão representar as áreas das seções, podemos afirmar que em um dado intervalo de tempo o volume do fluido que irá atravessar a região 1 e o mesmo que irá atravessar a região 2 assim a vazão em 1 será igual a vazão em 2,  $\phi_1 = \phi_2$ .

Logo;

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 \quad (A3)$$

### 3.3 Teorema de Stevin

Para calcularmos a diferença de pressão iremos utilizar o teorema de Stevin que é dado por:

$$\Delta p = (p_2 - p_1) = d \cdot g \cdot \Delta h \quad (A4)$$

Relembrando que  $d$  é a densidade,  $g$  é a aceleração da gravidade e  $\Delta h$ , e a diferença das alturas.

### 3.4 Obtendo a Equação de Bernoulli

Para deduzirmos a equação de Bernoulli precisamos calcular as variações energéticas que ocorrem num fluido que se desloca ao longo de um tubo.

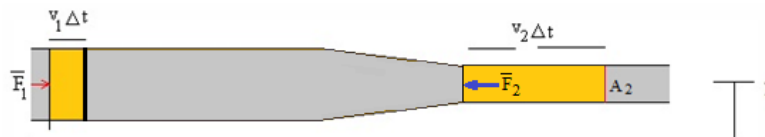


Figura A4 Massa de água em cada parte do tubo. Fonte: o autor.

O elemento de massa  $\Delta m$  pode ser expresso como:

$$\begin{aligned} \Delta m &= \rho \cdot A_2 \cdot v_2 \cdot \Delta t = \rho \cdot A_1 \cdot v_1 \cdot \Delta t = \rho \cdot \Delta V \\ \Delta m &= \rho \cdot \Delta V \end{aligned} \quad (A5)$$

Comparando a situação inicial e final vemos que o elemento  $\Delta m$  não sofre variação de altura já que o desnível é zero então o tubo é horizontal sendo denominado tubo de Venturi, cuja aplicação prática é a medida da velocidade do fluido em um tubo. Onde se mede a diferença de pressão que existe entre os dois tubos, logo a varia da energia potencial será zero restando apenas à variação da energia cinética, pois  $\Delta m$  mudará sua velocidade.

Fazendo operações matemáticas simples obtemos a equação de Bernoulli.

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \quad (\text{A6})$$

A partir da equação da continuidade que foi deduzida anteriormente podemos afirmar a que se a velocidade de  $v_2 > v_1$  então a área  $A_1 > A_2$  e ainda que  $p_1 > p_2$ .

Ciente que com as diferenças de pressões podemos obter as velocidades em cada lado do tubo fazendo um arranjo matemática simples da equação de Bernoulli com a equação da continuidade e podemos descobrir cada velocidade e chegarmos a uma expressão final que é:

$$v_2 = A_1 \sqrt{\frac{2(p_1 - p_2)}{\rho(A_1^2 - A_2^2)}} \quad (\text{A7})$$

$$v_2 = A_1 \sqrt{\frac{2(g\Delta h)}{(A_1^2 - A_2^2)}} \quad (\text{A8})$$

#### 4. PROCEDIMENTOS E RESULTADOS

1. Calculo da Vazão
2. Com o experimento montado de acordo com a figura 1 conecte o cano verde na torneira e a garrafa pet na outra extremidade.
3. Ligue a torneira ao máximo e com o auxílio de um cronômetro meça o tempo em que a água leva para atingir o nível de 2 Litros da garrafa. Repita o procedimento 3 vezes e preencha a tabela 1.

Tabela 1 Tempo para encher uma garrafa de 2 Lts.

T1 (s)	T2 (s)	T3 (s)	Tempo médio da vazão (s)



Figura 1. Aparato experimental. Fonte: o autor

4. Utilizando o tempo médio obtido na tabela 1 calcule a vazão média.

$$\phi = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

5. Montagem do tubo de Venturi

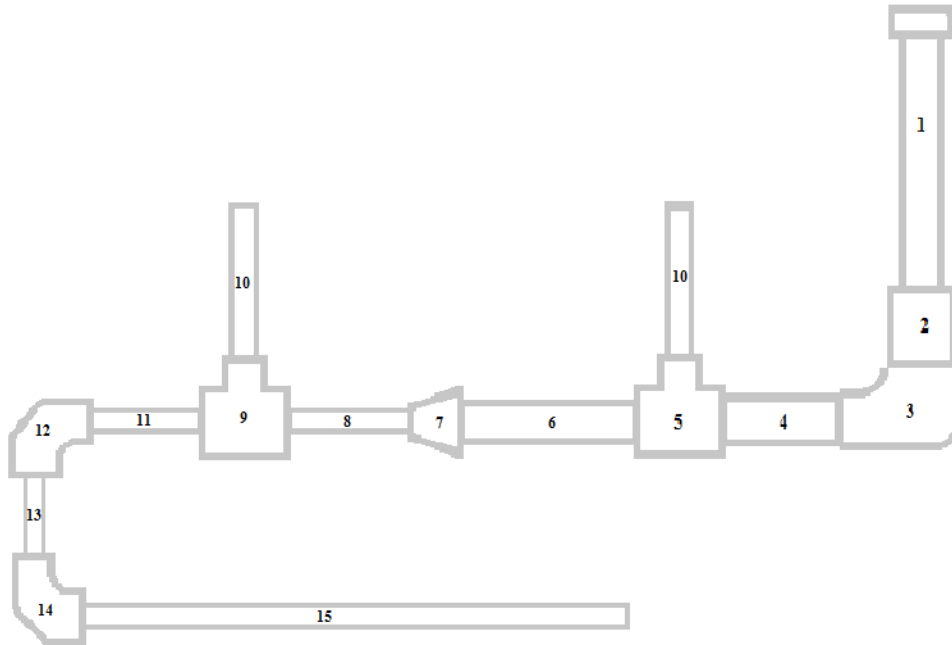


Figura 2. Aparato experimental. Fonte: o autor. (1.Tubo reto de 32 mm, 2. Redução de 32 mm para 40 mm, 3. Curva de 40 mm, 4. Tubo reto de 40 mm, 5. T de 40 mm, 6. Tubo reto de 40 mm, 7. Redução de 40 mm para 32 mm, 8. Tubo reto de 32 mm, 9. T de 32 mm, 10. Tubos transparentes, 11. Tubo reto de 32 mm, 12. Curva de 32 mm, 13. Tubo reto de 32 mm, 14. Curva de 32 mm, 15. Tubo reto de 32 mm) os valores indicados se referem aos diâmetros dos tubos.

6. Coloque o cotovelo de 40 mm no cano de 40 mm com 07 cm de comprimento.

7. Faça a conexão do tubo em T de 40 mm com os canos de 40 mm com 07 cm e 19 cm de comprimento.

8. Faça a conexão do tubo em T de 32 mm com os canos de 32 mm com 13 cm e 22 cm de comprimento.

9. Faça a conexão com a bucha de redução de 40 mm para 32 mm com os tubos que já estão conectados com os T's.

10. Coloque o tubo de 32 mm com 5 cm no cotovelo de 32mm.

11. Coloque um cotovelo de 32 mm e um tubo de 61 cm.

12. No T de 40 mm coloque uma bucha de redução de 40 mm para 20 mm e conecte a mangueira de 20 mm transparente e no T de 32 mm faça o mesmo procedimento de colocar a

bucha de redução e a mangueira.

13. Após a montagem prenda uma régua em cada T e deixe fixa.

14. Ligue a torneira e observe a altura da coluna de água em cada mangueira transparente nos T's.

15. Preencha a tabela 2 de acordo com as medidas encontradas

Tabela 2 Resultados dos valores das velocidades obtidos com altura das colunas de água e os diferentes diâmetros de tubos, usando a equação (A8).

Diâmetro do tubo (mm)	H (m)	V1 (m/s)	V2 (m/s)
T de 40 mm			
T de 32 mm			

16. Faça o mesmo procedimento agora usando o tudo de 40 mm, o “ T ” de 40 mm, o tubo de 20 mm e o “ T ” de 20 mm.

17. Preencha a tabela 3 de acordo com as medidas encontradas

Tabela 3. Resultados dos valores das velocidades obtidos com altura das colunas de água e os diferentes diâmetros de tubos, usando a equação (A8).

Diâmetro do tubo (mm)	H (m)	V1 (m/s)	V2 (m/s)
T de 40 mm			
T de 20 mm			

## APÊNDICE B – Questionário avaliativo do Experimento

### Questionário avaliativo do Experimento:

Pergunta 1.

O material utilizado na prática é de fácil acesso?

Sim ( )    Não ( )

Pergunta 2.

A utilização da prática experimental pode ser considerada no ensino de física?

Sim ( )    Não ( )

Pergunta 3.

Você já abordou o assunto de hidrodinâmica em sala de aula?

Sim ( )    Não ( )

Em caso afirmativo qual o grau de dificuldade na abordagem do tema?

Fácil ( )          Mediano ( )          Difícil ( )

Pergunta 4.

Os livros utilizados no ensino médio aborda o tema de hidrodinâmica de uma maneira de fácil compreensão?

Sim ( )    Não ( )    Outros ( ).

Pergunta 5.

A proposta desta prática experimental de baixo custo pode ser uma alternativa motivadora de abordar o assunto de hidrodinâmica de uma maneira mais didática?

Sim ( )    Não ( )

Pergunta 6.

O formalismo matemática na prática experimental é de fácil entendimento?

Sim ( )    Não ( )

Pergunta 7.

Você abordaria esse roteiro de prática experimental em consonância com a parte teórica?

Sim ( )    Não ( )

Pergunta 8.

O que chamou mais a atenção na montagem do kit experimental

Facilidade ( )                          Manuseio ( )                          Dificuldade ( )

Visualização ( )                          Outro ( )

Pergunta 9.

A proposta de inserção desta prática experimental no ensino médio seria de grande valia?

Sim ( )    Não ( )

Pergunta 10.

A inserção desta prática no curso de Licenciatura/Bacharelado em física é de grande valia para o laboratório de física?

Sim ( )    Não ( )