



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**  
**(ENCIMA)**

**ANTÔNIO VILEMAR BEZERRA LIMA**

**PRODUTO EDUCACIONAL**  
**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE HIDRODINÂMICA NAS ESCOLAS**  
**DE NÍVEL MÉDIO**

**FORTALEZA**  
**2019**

ANTÔNIO VILEMAR BEZERRA LIMA

PRODUTO EDUCACIONAL  
SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE HIDRODINÂMICA NAS ESCOLAS DE  
NÍVEL MÉDIO

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA), da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Eloneid Felipe Nobre.

FORTALEZA

2019

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Rede Cristalina do Gelo .....	7
Figura 2 -	Escoamento de um fluido ideal .....	8
Figura 3 -	Fluxo de um líquido com mudança de seção .....	8
Figura 4 -	Tubo de Venturi .....	9
Figura 5 -	Sucção d'água usando a pressão atmosférica .....	10
Figura 6 -	Alcance horizontal com 1 furo na garrafa .....	11
Fluxograma -	Sequência didática .....	12
Figura 7 -	Esquema do experimento 2 .....	20
Quadro 1 -	Organização da aula 5 .....	21
Figura 8 -	Simulador Hidrodinâmica (PHET Colorado) .....	22
Figura 9 -	Momento do vídeo Experimento de Reynolds com materiais de baixo custo ..	23

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO GERAL DE HIDRODINÂMICA .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>APRESENTANDO A SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1</b>	<b>Aula 1: Revisão teórica .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2</b>	<b>Aula 2: Explorando conceitos fundamentais de Física .....</b>	<b>17</b>
<b>3.3</b>	<b>Aula 3: Questionário conceitual (Teoria) .....</b>	<b>18</b>
<b>3.4</b>	<b>Aula 4: Experimentos .....</b>	<b>19</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Experimento 1: Pressão atmosférica .....</b>	<b>19</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Experimento 2: Escoamento de líquidos .....</b>	<b>20</b>
<b>3.5</b>	<b>Aula 5: Vídeos .....</b>	<b>21</b>
<b>3.5.1</b>	<b>Vídeo 1: Simulador de Hidrodinâmica (PHET Colorado) .....</b>	<b>21</b>
<b>3.5.2</b>	<b>Vídeo 2: Experimento de Reynolds (IF Goiano) .....</b>	<b>22</b>
<b>3.6</b>	<b>Aula 6: Questionário (Prática) .....</b>	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>25</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>26</b>

## 1 APRESENTAÇÃO

O tema Hidrodinâmica, embora esteja presente no cotidiano de todos, é raramente abordado nas escolas, especialmente nas escolas de ensino público. O ensino de Física no 1º ano do ensino médio, muitas vezes concentra-se no tema Cinemática, não permitindo que os estudantes cheguem a conhecer nem a Hidrostática, nem a Hidrodinâmica.

Este produto compõe-se de uma sequência didática que aborda os conceitos de Hidrodinâmica e tem como objetivo oferecer aos professores de Física uma ferramenta a ser aplicada nas turmas do primeiro ano do ensino médio. Não faz parte do objetivo deste trabalho, sugerir uma metodologia específica de aplicação, diante da diversidade de metodologias disponíveis e das características específicas de cada grupo de alunos. Cabe ao docente a liberdade de escolher a forma mais adequada de trabalhar esse material com seus alunos.

Apresenta-se a seguir uma breve revisão de Hidrodinâmica que tem por finalidade fornecer ao professor um suporte que o auxilie na sua abordagem do tema.

## 2 REVISÃO DE HIDRODINÂMICA

Os assuntos fundamentais estão organizados sequencialmente nos tópicos abaixo e estão embasados nas obras de diversos autores como: Hewit, Walker, Robortela, Newton, Nussenzveig, Calçada e muitos outros, os quais estão identificados nas referências bibliográficas no final deste trabalho.

Tópicos:

Conceito de Hidrodinâmica

Líquidos ideais

Diferenças fundamentais entre fluidos e sólidos

Vazão volumétrica

Equação da continuidade

Princípio de Bernoulli

Pressão Atmosférica

Equação de Torricelli

Curiosidades sobre Hidrodinâmica

### **Conceito de Hidrodinâmica**

A Hidrodinâmica é a parte da Física que estuda os fluidos em movimento. Neste estudo será priorizado o comportamento dos fluidos ideais. Não serão considerados aqui fenômenos como vórtices, furacões, tornados, rodadoiros e as turbulências que ocorrem com os fluidos reais, quando fluem em alta velocidade ou contornam obstáculos.

### **Líquidos Ideais**

Os líquidos ideais devem ter pelo menos três características marcantes:

- ser incompressíveis;
- não viscosos;
- ter regime permanente de escoamento.

Líquido incompressível: apresenta a mesma massa específica ou densidade absoluta em qualquer ponto, independentemente de acréscimos de pressão.

Escoamento de líquido não viscoso: é o deslocamento em que as diversas camadas fluidas não exercem forças de atrito entre si, tampouco com as paredes da tubulação. Quanto

maior for a viscosidade de um líquido, maior será a dissipação de energia mecânica durante seu escoamento.

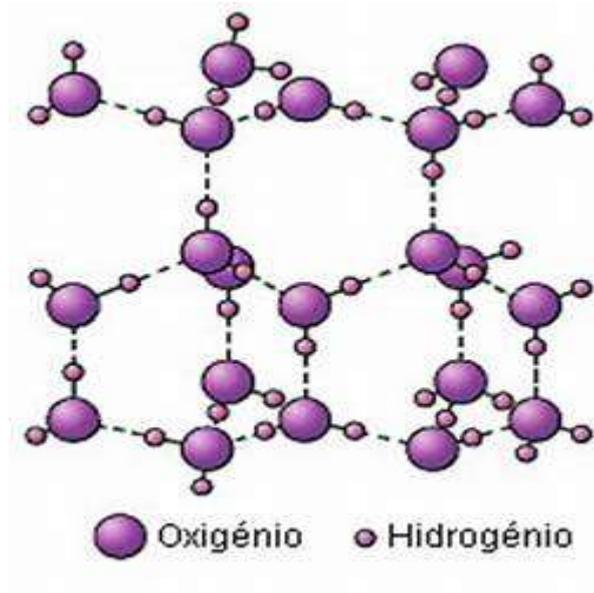
Regime permanente ou estacionário de escoamento: a velocidade verificada em um dado ponto do fluxo é constante para qualquer intervalo de tempo.

### Diferenças Fundamentais entre Fluidos e Sólidos

Fluidos (líquidos ou gases), são as substâncias que escoam e assumem a forma do recipiente em que são colocadas. Algumas substâncias aparentemente sólidas, como o piche e o vidro, levam um longo tempo para se amoldar aos contornos de um recipiente, mas acabam por fazê-lo e, por isso, também são classificadas como fluidos.

O que caracteriza um sólido é o arranjo tridimensional dos seus átomos, que recebe o nome de rede cristalina, característica que os fluidos não têm. A Figura 1 abaixo, mostra o arranjo do gelo, forma que a água no estado líquido nem no estado gasoso pode assumir.

Figura 1: Rede Cristalina do Gelo



Fonte: [https://s.yimg.com/kx/yucs/uh3/uh/1131/images/uh\\_sprite.png](https://s.yimg.com/kx/yucs/uh3/uh/1131/images/uh_sprite.png)

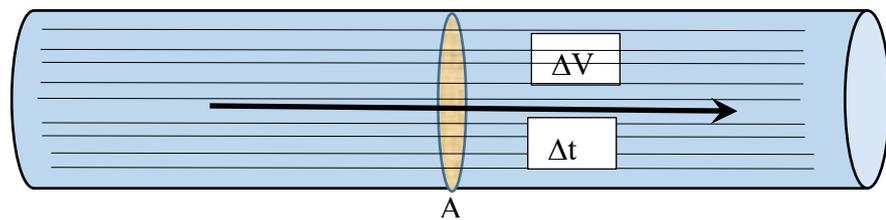
## Vazão Volumétrica

A definição de vazão ( $Z$ ) é dada pela relação entre a variação do volume ( $\Delta V$ ) num determinado intervalo de tempo ( $\Delta t$ ). A expressão matemática para esta definição é:

$$Z = \Delta V / \Delta t \quad (1)$$

Considere um líquido ideal escoando numa tubulação da seção A mostrada na Figura 2:

Figura 2: Escoamento de um fluido ideal



Fonte: elaborado pelo autor (2018)

## Equação da Continuidade

É uma aplicação do Princípio da Conservação da Massa. Pode ser escrita como:

$$Z = A v \quad (2)$$

Onde:

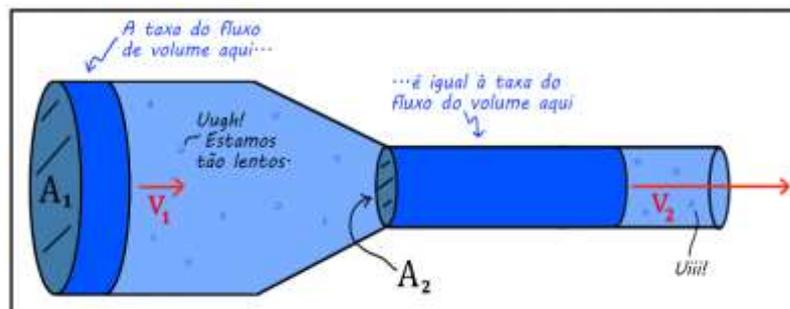
$Z$  = Vazão

$A$  = Área da seção

$v$  = Velocidade de escoamento do fluido.

Como a vazão não se altera durante o escoamento, as intensidades das velocidades de escoamento do fluido são inversamente proporcionais às respectivas áreas das seções transversais da tubulação. Na Figura 3 pode-se notar que a área da seção  $A_1$  é maior que a área da seção  $A_2$ , por isso a velocidade do fluido na seção  $A_1$  é menor do que na seção  $A_2$ .

Figura 3 – Fluxo de um líquido com mudança de seção

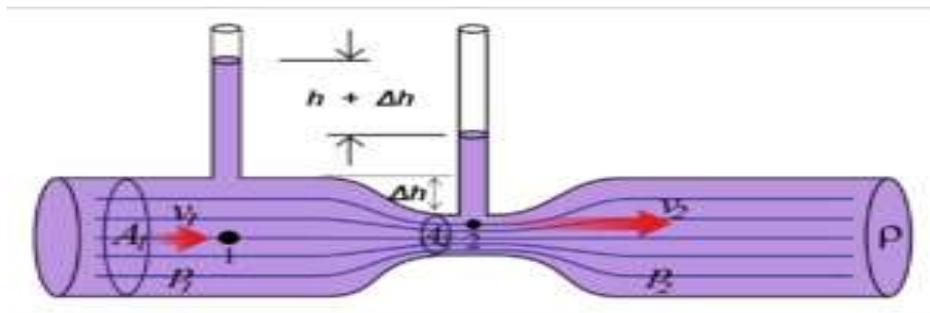


## Princípio de Bernoulli

O enunciado de Bernoulli afirma que as grandezas físicas de pressão e velocidade são inversamente proporcionais durante o escoamento de um fluido ideal. De acordo com Bernoulli “onde a rapidez do fluido cresce, a pressão interna do mesmo decresce” (HEWITT, 2015, p. 273).

O tubo de Venturi, criado por Giovanni Batista Venturi é um medidor de velocidade que pode ser conectado nas tubulações. É uma das aplicações do Princípio de Bernoulli e está mostrado na Figura 4. Pode-se notar que a pressão interna é maior na parte mais larga do tubo, onde a água se movimenta com menor rapidez.

Figura 4 - Tubo de Venturi



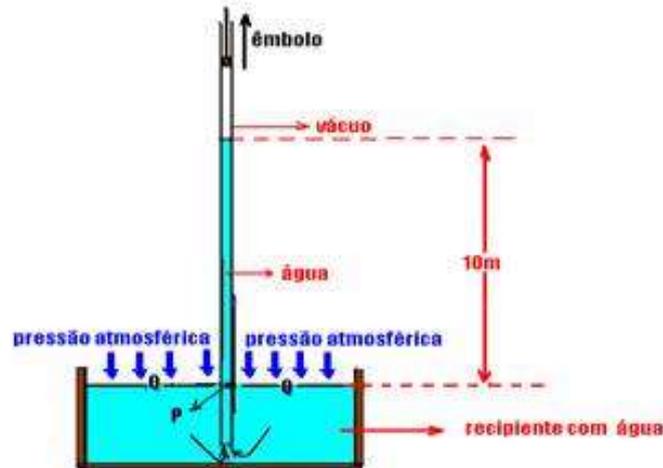
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/54/Venturifixed2.PNG/300px-Venturifixed2.PNG>

## Pressão Atmosférica

Pressão atmosférica é a pressão causada pelo peso do ar. A ação da atmosfera é similar ao que ocorre com a água de um lago, que exerce pressão quando se está submerso. Pelo fato de se estar tão adaptado à invisibilidade do ar, às vezes esquece-se que ele tem peso. Talvez um animal aquático que viva submerso, também não perceba o peso da água. A razão de não se sentir o peso do ar é porque não existe uma força resultante atuando, pois a pressão interna dos corpos equilibra a pressão externa produzida pelo ar que está em volta.

Perceber a ação da pressão atmosférica é fundamental, para que se compreenda diversos fenômenos físicos ligados à Hidrodinâmica, como um sistema de bombeamento de um líquido escoando dentro de uma tubulação, ou ainda como é possível fazer uma sucção de um líquido dentro de um recipiente. Caso o líquido seja a água, a altura máxima atingida devido à ação da pressão atmosférica, é de aproximadamente 10 metros, como mostra a Figura 5.

Figura 5 – Sucção d'água usando a pressão atmosférica



[http://fisicaevestibular.com.br/novo/wp-content/uploads/migracao/hidrostatica/torricelli/i\\_dd832f2fd4ee64b3](http://fisicaevestibular.com.br/novo/wp-content/uploads/migracao/hidrostatica/torricelli/i_dd832f2fd4ee64b3)

### Equação de Torricelli

A Equação de Torricelli permite calcular a velocidade de escoamento de um líquido através de um orifício num reservatório, a uma profundidade “h” abaixo do nível do líquido. É dada pela equação:

$$v = \sqrt{2gh} \quad (3)$$

Onde:

v = Velocidade de escoamento do fluido.

g = Aceleração da gravidade local.

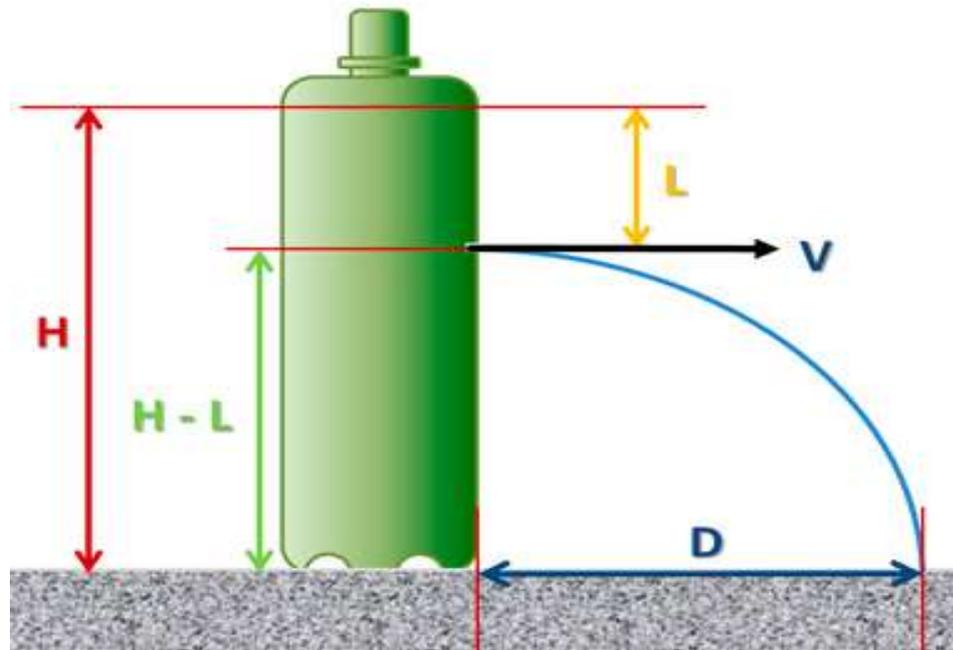
h = Altura do furo em relação ao nível superior do líquido.

Entretanto a equação acima, passando por alguns ajustes matemáticos, pode ser escrita assim:

$$D = 2 \sqrt{L(H - L)} \quad (4)$$

Esta última equação permite calcular o alcance horizontal de líquidos ejetados através de furos ou orifícios de reservatórios sujeitos à ação da pressão atmosférica, como pode ser verificado em experimentos utilizando uma garrafa pet com furos, conforme a Figura 6:

Figura 6 – Alcance horizontal com 1 furo na garrafa



[http://fisicamoderna.blog.uol.com.br/images/ENEM2013\\_garrafa\\_pet.jpg](http://fisicamoderna.blog.uol.com.br/images/ENEM2013_garrafa_pet.jpg)

### Curiosidades sobre Hidrodinâmica

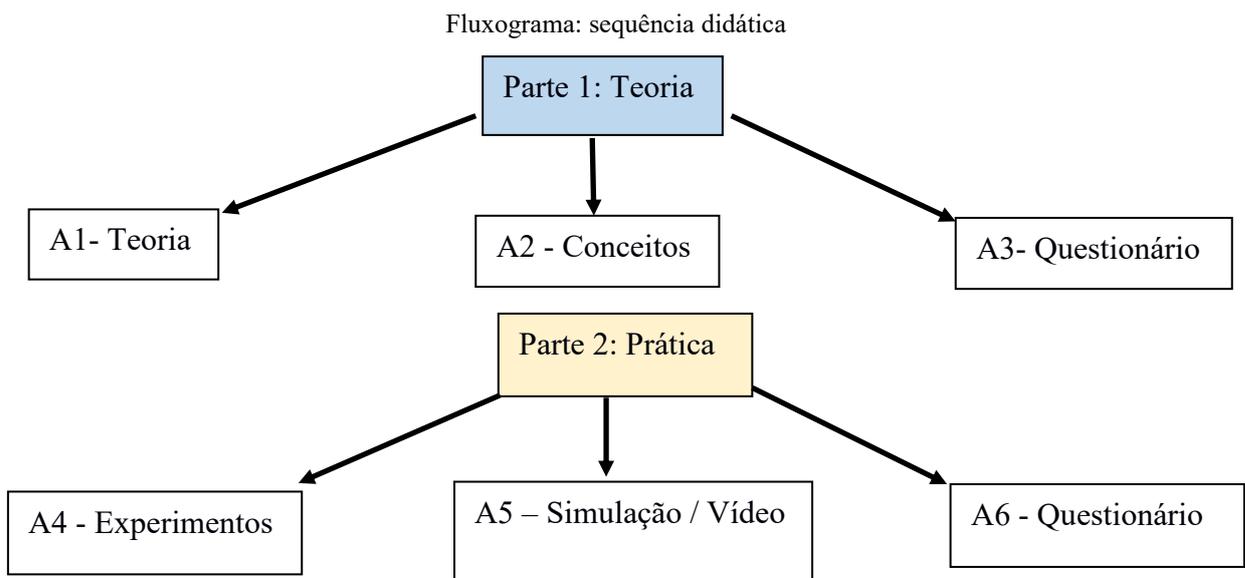
1. O físico e matemático italiano Evangelista Torricelli foi o primeiro a medir a pressão atmosférica no ano de 1643 num aparato que ficou conhecido como o barômetro de Torricelli.
2. Daniel Bernoulli (1700 – 1782), originário de uma família de físicos e matemáticos suíços, publicou em 1738 o livro “*Hidrodinamica*” que contém o princípio que leva o seu nome, o qual, é uma consequência da conservação da energia. Isto aconteceu bem antes de ser conhecido o conceito de energia.
3. O líquido mais denso, sob as condições normais de temperatura e pressão, é o mercúrio, cuja densidade é  $13,6 \text{ g/cm}^3$ .

### 3 APRESENTANDO A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática é composta de seis aulas integradas de 50 minutos cada, que corresponde a três semanas de aplicação, pelo fato de serem disponibilizadas apenas duas aulas semanais de Física nas escolas.

A sequência de aulas se divide em duas partes: a parte 1 envolve a teoria, composta de três aulas de 50 minutos cada (A1, A2 E A3), que visam trabalhar os conhecimentos prévios dos alunos e integrar a tais conhecimentos, os valores conceituais corretos da Física envolvida nos assuntos abordados. A parte 2 explora o lado experimental da disciplina, trabalhada com experimentos, simulações e vídeos, também dividida em três aulas de 50 minutos (A4, A5 e A6).

O Fluxograma abaixo apresenta uma síntese da sequência, ilustrando o que foi dito no parágrafo anterior.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

#### 3.1 Aula 1 – Revisão teórica

Nesta aula serão trabalhados, de forma sucinta, os mesmos tópicos do conteúdo de Hidrodinâmica que foram apresentados inicialmente na revisão teórica. A ideia é organizar os tópicos em 8 slides.

## Slide 1

## CONCEITO DE HIDRODINÂMICA

É a parte da Física que estuda os fluidos ideais em movimento. Não serão considerados aqui os vórtices, furacões, tornados, rodadoiros e as turbulências que os fluidos reais normalmente apresentam, quando fluem em alta velocidade ou contornam obstáculos. Será dada uma maior atenção ao movimento dos líquidos.

## Slide 2

## FLUIDOS IDEAIS

Os líquidos ideais devem ter pelo menos três características marcantes:

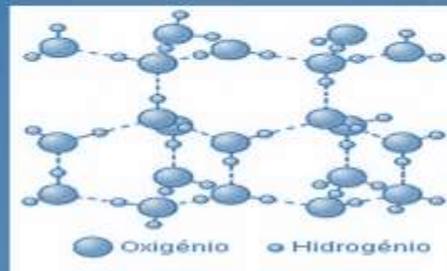
- ser incompressíveis;
- não viscosos;
- ter regime permanente de escoamento.

## Slide 3

**DIFERENÇAS FUNDAMENTAIS ENTRE FLUIDOS E SÓLIDOS**

Um fluido (líquido ou gás), é uma substância que escoa e assume a forma do recipiente em que são colocados.

O que caracteriza um sólido é o arranjo tridimensional dos seus átomos, que recebe o nome de rede cristalina.

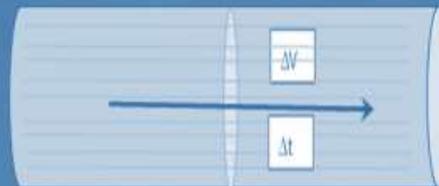


## Slide 4

**VAZÃO VOLUMÉTRICA**

Vazão (Z) é a relação entre a variação do volume ( $\Delta V$ ) num determinado intervalo de tempo ( $\Delta t$ ). A expressão matemática para esta definição é:

$$Z = \Delta V / \Delta t$$



## Slide 5

## EQUAÇÃO DA CONTINUIDADE

É uma aplicação do Princípio da Conservação da Energia.

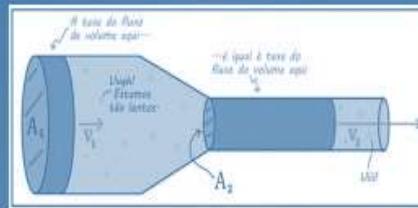
$$Z = A v$$

Onde:

Z = Vazão

A = Área da seção

v = Velocidade de escoamento do fluido.



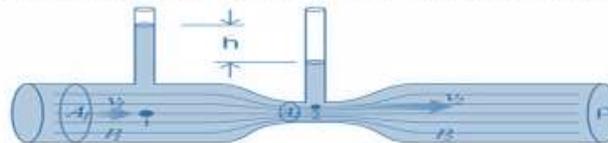
## Slide 6

## PRINCÍPIO DE BERNOULLI

“Onde a rapidez do fluido cresce, a pressão interna do mesmo decresce”.

## Tubo de Venturi

O tubo de Venturi é um aparato criado por Giovanni Battista Venturi para medir a velocidade do escoamento e a vazão de um líquido incompressível através da variação da pressão durante a passagem deste líquido por um tubo de seção mais larga e depois por outro de seção mais estreita.



## Slide 7

## PRESSÃO ATMOSFÉRICA

É a pressão causada pelo peso do ar, pois vivemos submersos no fundo de um oceano de ar.



## Slide 8

## EQUAÇÃO DE TORRICELLI

Permite calcular a velocidade de escoamento de um líquido através de um orifício num reservatório, a uma profundidade  $h$  abaixo do nível do líquido.

$$v = \sqrt{2gh}$$

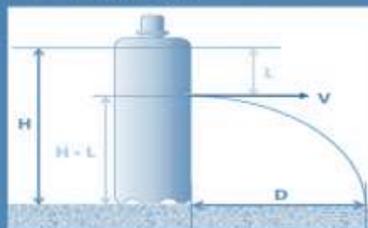
$V$  = Velocidade de escoamento do fluido.

$G$  = Aceleração da gravidade local.

$H$  = Altura do furo em relação ao nível superior do líquido.

Para calcular o alcance horizontal de líquidos ejetados em furos ou orifícios de reservatórios sujeitos a ação da pressão atmosférica:

$$D = 2\sqrt{L(H-L)}$$



### 3.2 Aula 2 - Explorando conceitos fundamentais de Física

Nesta aula será dada ênfase a 10 conceitos ( $C_1$  a  $C_{10}$ ) fundamentais da Física que são imprescindíveis para se compreender Hidrodinâmica. Cada conceito está apresentado em uma caixa de texto, conforme a organização que se segue:

 $C_1$ 

Pressão atmosférica: é a pressão causada pelo peso do ar.

 $C_2$ 

Densidade: é a relação entre a massa e o volume de um corpo.

 $C_3$ 

Pressão em líquidos: é o produto  $\mu gh$   
 $\mu$  = densidade do líquido;  
 $g$  = aceleração da gravidade local;  
 $h$  = altura da coluna do líquido.

 $C_4$ 

Vácuo: é a ausência de matéria, ou espaço vazio.

 $C_5$ 

Vazão: é a relação entre a variação do volume por intervalo de tempo.

 $C_6$ 

Viscosidade: é o atrito interno nos fluidos devido a interações intermoleculares que ocorrem em função da temperatura.

 $C_7$ 

Força: agente físico que produz movimento e causa aceleração.

 $C_8$ 

Conservação da energia: a energia de um sistema nunca desaparece: ela é sempre aproveitada sob formas diferentes por outros sistemas.

 $C_9$ 

Empuxo: é a resultante de todas as forças aplicadas por um fluido em um corpo submerso.

 $C_{10}$ 

Fluido: é uma substância que tem a capacidade de escoar.

### 3.3 Aula 3 - Questionário conceitual (Teoria)

Esta aula terá uma função diagnóstica e avaliativa. Os alunos responderão a 8 questões conceituais elaboradas no intuito de verificar o nível de aprendizagem do conteúdo. As questões serão abertas de modo que os alunos não possam ser induzidos à resposta por meio de alternativas, mas terão que descrever o que realmente compreenderam das duas primeiras aulas. Um exemplo de questionário proposto que pode ser aplicado aos estudantes é mostrado abaixo. Espera-se que este questionário tenha uma boa eficácia e represente fielmente o aprendizado do aluno no conteúdo, em função das respostas obtidas.

#### Questionário Conceitual

1. Diferencie um líquido ideal de um líquido real.
2. Dê o conceito simples de vazão volumétrica e cite exemplos do cotidiano.
3. Explique como ocorre a conservação da energia quando se aplica a equação da continuidade durante o escoamento de um líquido ideal dentro de uma tubulação.
4. Explique o “Princípio de Bernoulli” e cite no mínimo duas aplicações práticas desse fenômeno.
5. Descreva a importância da pressão atmosférica para um sistema de bombeamento de um líquido considerado ideal.
6. Descreva como a “Equação de Torricelli” pode ser aplicada em situações práticas.
7. O mel é um exemplo de líquido viscoso. Descreva como seria o escoamento desse líquido numa tubulação.
8. Explique como o gelo flutua na água.

### 3.4 Aula 4 – Experimentos

Esta aula corresponde ao início da segunda parte desse produto, onde serão executados dois experimentos de 25 minutos cada um, criteriosamente escolhidos para aplicação prática do conteúdo trabalhado.

#### 3.4.1 Experimento 1: Pressão atmosférica

No experimento 1 são testados os conceitos de pressão atmosférica e pressão em líquidos, é também, uma aplicação prática da Equação de Torricelli. O aparato usado para a execução desse experimento pode ser representado pela Figura 6, mostrada na página 11 desse produto.

O aparato para este experimento é confeccionado com os materiais de baixo custo descritos abaixo:

- Garrafa pet de 2 litros;
- Pregos;
- Martelo simples;
- Régua de plástico ( $\geq 30$  cm);
- Fita crepe ou gomada;
- Papel (caderno);
- Caneta;
- Pincel marcador Vermelho ou azul;
- Base de plástico, pedra ou madeira.

Os procedimentos necessários para a execução do experimento são detalhados nos itens abaixo:

1. Destampe a garrafa e encha-a com água até o nível da tampa;
2. Tampe novamente a garrafa e com um prego, fure-a e meça a altura do furo em relação ao nível superior do líquido e anote no papel;
- 3 . Destampe a garrafa e meça com a régua de plástico o alcance do furo, anotando os dados no papel;
4. Tampe novamente a garrafa, vede o furo com a fita, e com um prego fure-a em outro nível, meça a altura do novo furo em relação ao nível superior do líquido e anote no papel;
- 5 . Destampe a garrafa e meça com a régua de plástico o alcance do novo furo, anotando os dados no papel.

### 3.4.2 Experimento 2: Escoamento de líquidos

O experimento 2, visualizado na Figura 7, explora o escoamento de líquidos. É baseado no Experimento de Reynolds realizado no ano de 1883, mas, desta feita, utiliza-se materiais de baixo custo, onde estão sendo trabalhados os conceitos de vazão, a equação da continuidade e o Princípio de Bernoulli.

Figura 7 – Esquema do experimento 2



Fonte: <https://youtube.com/watch?v=1VPQR8DF72Y>

O aparato para este experimento é confeccionado com os materiais de baixo custo descritos abaixo:

- Fonte de água contínua com mangueira acoplada;
- Recipiente de plástico com capacidade para 20 litros no qual são feitos 2 furos conforme mostra a Figura 7;
- Dois recipientes de plástico com capacidade de 10 litros;
- Tubo de pvc rígido de diâmetro 20 mm e comprimento de 25,0 cm;
- Adaptador de pvc para registro de diâmetro 20 mm;
- Adaptador de pvc para mangueira de diâmetro 20 mm;
- Silicone;
- Mangueira transparente de pvc diâmetro 20 mm, comprimento de 2,0 m;
- Seringa;
- Tinta guache vermelha ou corante vermelho;
- Fita durex.

Os procedimentos necessários para a execução do experimento são detalhados nos itens abaixo:

1. Ligue a torneira e encha o recipiente de 20 litros, mantendo o registro de 20 mm fechado;
2. Abra parcialmente o registro, controlando a vazão de forma que ela seja constante;
3. Injete no tubo transparente o líquido colorido da seringa, observe o escoamento do filete colorido dentro do tubo;
4. Abra um pouco mais o registro, aumentando a vazão, mas de forma controlada e continue observando o que acontece com o líquido colorido em seu escoamento pelo tubo transparente;
- 5 Desligue a torneira e derrame na pia os líquidos coletados nos recipientes, em seguida limpe a bancada.

### 3.5 Aula 5 - Vídeos

Nesta aula serão exibidos dois vídeos sobre Hidrodinâmica, em seguida, será realizado um debate com os alunos sobre os conceitos e fenômenos mostrados nos vídeos.

A aula proposta, está organizada resumidamente de acordo com o Quadro 1:

Quadro 1: Organização da aula 5

Sequência	Duração (min)	Atividades.:
Vídeo 1	10	Exibição do vídeo
Debate sobre o vídeo 1	15	Organização da sala e comentários sobre as cenas assistidas, mediados pelo(a) professor(a).
Vídeo 2	8	Exibição do vídeo
Debate sobre o vídeo 2	17	Comentários sobre as cenas assistidas, mediados pelo(a) professor(a), conclusões.
Total	50	

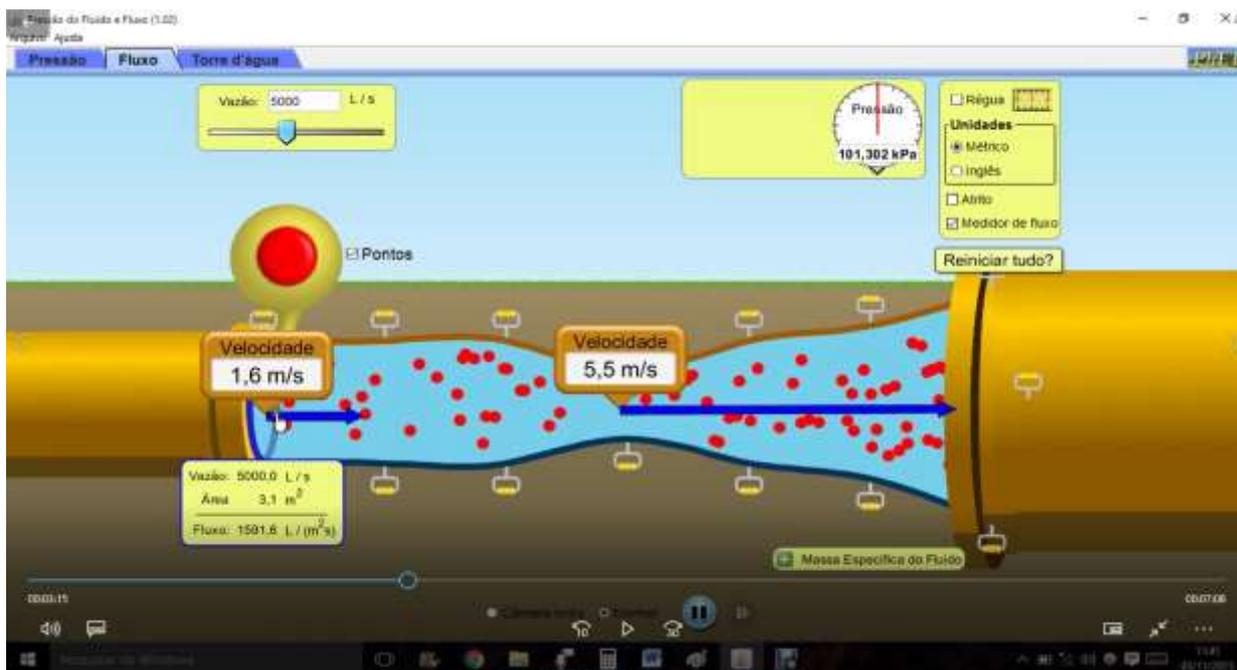
Fonte: elaborado pelo autor (2018)

#### 3.5.1 Vídeo 1: Simulador de Hidrodinâmica (PHET Colorado)

O vídeo 1 tem duração de 10 minutos e foi baixado a partir da plataforma de ensino PHET Colorado, cujo endereço eletrônico é: <https://youtu.be/4uhLCEUKUH>. Trata-se de um simulador de Hidrodinâmica, no qual, pode-se visualizar o escoamento de líquidos em tubulações. Nesse simulador os alunos podem observar o comportamento de diversos líquidos em

movimento, variando-se grandezas como diâmetro, área, altura, pressão, velocidade, densidade, entre outras. É possível perceber os fenômenos físicos e compreender conceitos de vazão, Equação da Continuidade, Princípio de Bernoulli, Equação de Torricelli e a Conservação da Energia Mecânica. A Figura 8, corresponde a um momento da simulação capturado da tela do simulador.

Figura 8 – Simulador Hidrodinâmica (PHET Colorado)

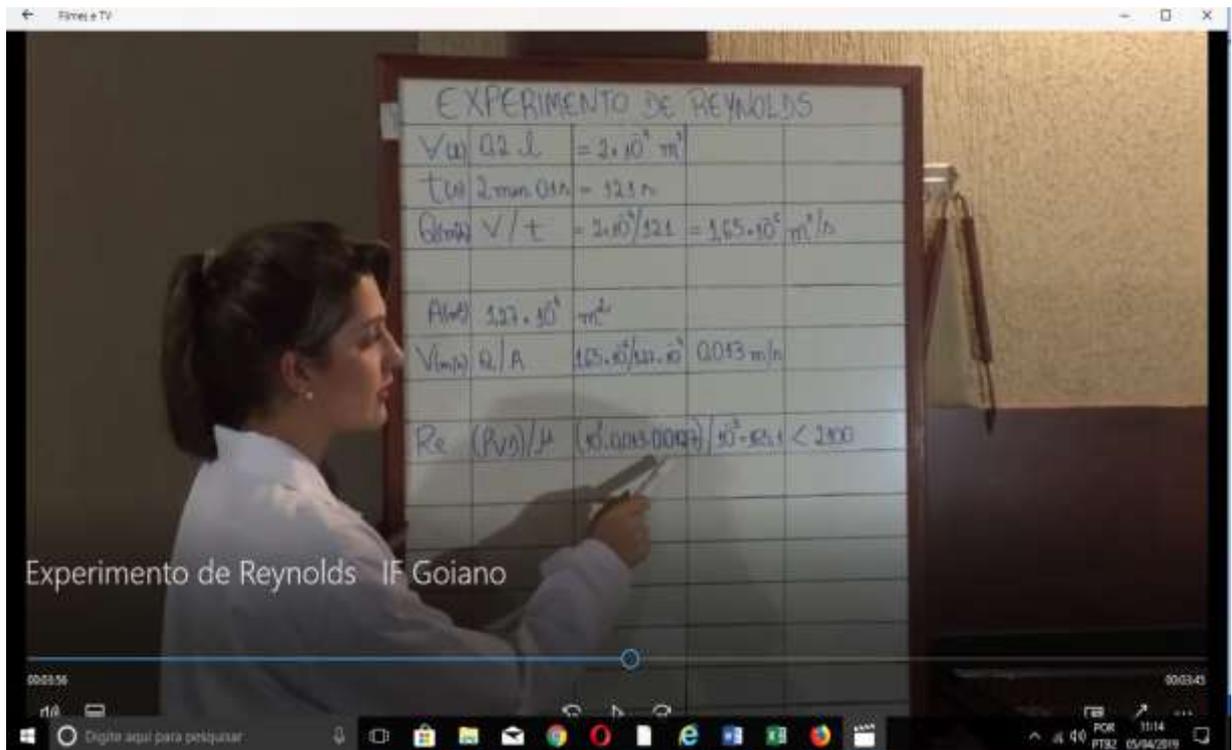


Fonte: <https://youtu.be/4uhLCEUKUH>.

### 3.5.2 Vídeo 2: Experimento de Reynolds (IF Goiano)

O vídeo 2 tem duração de 8 minutos e trata-se de uma apresentação do Experimento de Reynolds com materiais de baixo custo, feita por alunos do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IF Goiano), cujo endereço eletrônico é: <https://youtu.be/C3bMXsQ70sU>. Trata-se de um vídeo, no qual os alunos apresentam visualmente os dois tipos de escoamento: laminar e turbulento, em seguida demonstram matematicamente, usando os parâmetros originais adotados por Reynolds para comprovar os tipos de escoamento citados. A figura 9 mostra um momento capturado do vídeo.

Figura 9 – Momento do vídeo do Experimento de Reynolds com materiais de baixo custo



Fonte: <https://youtu.be/C3bMXsQ70sU>

### 3.6 Aula 6 - Questionário (Prática)

Nesta última aula será aplicado um questionário composto de 7 questões que deve ser usado como um instrumento de avaliação final da aprendizagem dos alunos. As questões são derivadas das aulas 4 e 5, portanto, para que se tenha êxito, é necessária uma participação colaborativa dos alunos.

#### Questionário Experimental

1.No experimento 1, um dos alunos mediu com a régua o alcance do líquido ejetado através do furo da garrafa e obteve a medida de 22,70 cm. O mesmo aluno, utilizando a equação 4 mostrada na página 10, calculou o mesmo alcance e obteve o resultado de 23,00 cm. Para que se tenha uma medida aceitável, o erro tolerado na medição do aluno, não deve ultrapassar 2% em relação ao valor calculado. Utilize a expressão abaixo e diga se a medição deve ser considerada ou, caso esteja acima do valor tolerado (2%), deve ser desprezada:

$$\text{Erro tolerado} = [(\text{Valor medido} - \text{Valor calculado}) / \text{valor Calculado}] \times 100\%$$

Se Erro  $\leq 2\%$   $\implies$  Medida considerada  
 Se Erro  $> 2\%$   $\implies$  Medida desprezada

2. Durante a execução do Experimento 1, em que (quais) momento(s) você notou a ação da pressão atmosférica.
3. Descreva as principais diferenças observadas entre os dois tipos de escoamento mostrados no Experimento 2.
4. Explique como foi o procedimento para controlar a vazão, de forma a mantê-la constante, durante o escoamento do líquido, executado no Experimento 2.
5. Nas simulações feitas no vídeo 1, diga o que houve com a vazão do líquido quando se alterou a área da tubulação.
6. Descreva como foi o procedimento mostrado no vídeo 1 que simulou o “Princípio de Bernoulli”.
7. Cite, no mínimo, três materiais de baixo custo utilizados no vídeo 2, explicando a sua função no experimento.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este produto educacional foi idealizado a partir das observações e resultados obtidos durante as pesquisas desenvolvidas no projeto de dissertação de mestrado.

As expectativas de êxito, quanto ao objetivo traçado, que é de oferecer aos professores de Física uma ferramenta para o ensino de Hidrodinâmica para ser aplicada nas turmas do primeiro ano do ensino médio, são as mais otimistas possíveis.

A maneira como será trabalhado com os alunos, deve ser uma escolha do professor, pois existem muitas alternativas metodológicas de ensino. A disponibilidade de acesso a esse material será facilitada pelo endereço eletrônico <https://pvhidrodinamica.blogspot.com> que vai permitir uma interação de conhecimentos e atualizações constantes, pois a ideia é manter esse espaço virtual e garantir uma evolução nos estudos de Hidrodinâmica no ensino médio.

O espaço virtual citado no parágrafo anterior, foi criado no intuito de ser um canal de divulgação desse produto educacional, além de ser um ambiente de trocas de informações entre professores e alunos com interações constantes, através da divulgação de eventos, sugestões, comentários, testes, simulações, curiosidades, jogos e outras atividades que estimulem a participação de todos os atores da educação e contribuam para o desenvolvimento da aprendizagem do ensino de Física.

A fim de que esse produto não caia no esquecimento, precisa-se de uma continuidade no trabalho docente e como já foi comentado na dissertação, uma pequena dose de insubordinação e rebeldia, mostrando um pouco de autonomia do professor na liberdade de escolha dos conteúdos a serem trabalhados em sala de aula, dentro do universo de assuntos que compõem a Física.

## REFERÊNCIAS

- AUGUSTO, Fernando. **Experimento de Reynolds**. 2015. (4min25seg). Disponível em:<<https://pt.wikipedia.org/wiki/Hidrodinamica>>. Acesso em 08 de Outubro de 2017.
- DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, José Gualter; BÔAS, Newton Villas. **Tópicos de física**. 21 ed. São Paulo: Saraiva, 2012. v.1.
- FLUXO DE UM LÍQUIDO COM MUDANÇA DE SEÇÃO. Fotografia. Google imagens. Disponível em:<<https://kaperseusimages.s3.amazonaws.com/e346f2fee034342d0ab34d034b2a5d2eb78cebfl.png>>. Acesso em 10 de março de 2018.
- GARRAFA PET COM FUIROS. Fotografia. Google imagens. Disponível em:<[http://fisica-moderna.blog.uol.com.br/images/ENEM2013\\_garrafa\\_pet.jpg](http://fisica-moderna.blog.uol.com.br/images/ENEM2013_garrafa_pet.jpg)>. Acesso em 02 de novembro de 2018.
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física: gravitação, ondas e termodinâmica**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 2.
- HEWITT, Paul G. **Física conceitual** 12<sup>a</sup> ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- MEDEIROS, Victor. **Experimento de Reynolds - IF Goiano**. 2015 (7min41seg). Disponível em:<<https://youtu.be/C3bMXsQ70sU>>. Acesso em 20 de abril de 2019.
- PLAUSKA, G. C. **Experimento e aprendizagem: Uma aula introdutória à mecânica dos fluidos**. Rio de Janeiro: UFRJ/IF, 2013.
- REDE CRISTALINA DO GELO. Fotografia. Google imagens. Disponível em:<[https://s.yimg.com/kx/yucs/uh3/uh/1131/images/uh\\_sprite.png](https://s.yimg.com/kx/yucs/uh3/uh/1131/images/uh_sprite.png)>. Acesso em 3 de março de 2018.
- SUCÇÃO D'ÁGUA. Fotografia. Google imagens. Disponível em:<[http://fisicaevestibular.com.br/novo/wp-content/uploads/migracao/hidrostatica/torricelli/i\\_dd832f2fd4ee64b3](http://fisicaevestibular.com.br/novo/wp-content/uploads/migracao/hidrostatica/torricelli/i_dd832f2fd4ee64b3)>. Acesso em 15 de julho de 2018.
- ROBORTELLA, José Luís de Campos; AVELINO, Alves Filho; OLIVEIRA, Edson Ferreira. **Física do ensino médio: estática, hidrostática e gravitação**. São Paulo: Editora Ática, 1985. v. 3.
- SAMPAIO, José Luiz, CALÇADA, Caio Sérgio. **Universo da física: hidrostática, termologia, óptica**. 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: Atual, 2005. v. 2.
- WIKIPÉDIA, **Tubo de Venturi**. Disponível em<<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/54/Venturifixed2.PNG>>. Acesso em 12 de março de 2019.