

# ***MÓDULO DE ENSINO***

**TEMA:** Um mergulho nos fluidos.

## **APRESENTAÇÃO:**

Aerodinâmica é o estudo das forças que atuam sobre um objeto em movimento no ar que o envolve. As forças aerodinâmicas agem sobre aeronaves, barcos à vela, automóveis ou qualquer outro objeto que se desloque no ar. Cientistas e engenheiros estudam as forças aerodinâmicas porque estas afetam o movimento dos objetos. Os engenheiros utilizam princípios da aerodinâmica ao projetar aviões e outros objetos afetados por estas forças. O conhecimento dos princípios da aerodinâmica também é importante para atletas de várias modalidades esportivas.

Hoje em dia a indústria aeronáutica usa os princípios aerodinâmicos ao projetar qualquer tipo de avião. Da mesma forma, a aerodinâmica ajuda os desenhistas a melhorarem o desempenho dos automóveis.

Por extensão os engenheiros utilizam estes princípios ao lidarem com as forças que atuam sobre objetos postos em fluídos que não sejam o ar. É o caso dos engenheiros que fazem projetos de submarinos e turbinas. A aerodinâmica é parte de um ramo da Física que estuda a dinâmica dos fluidos.

## **JUSTIFICATIVA DO TEMA:**

Considerando-se o fato de que estamos constantemente imersos em fluido, todos os nossos movimentos bem como dos objetos animados, estão sujeitos às interferências causadas por esta interação. Portanto do ponto de vista social é importante o aluno conhecer o estudo da aerodinâmica que tem uma importância prática considerável num grande numero de áreas, desde o desempenho de atletas até o projeto de veículos e aviões.

Ao ensinar o tema "Um mergulho nos fluidos", buscamos dar explicações científicas para algumas curiosidades do homem. Pretendemos que o aluno possa entender os fenômenos relacionados ao movimento dos fluidos e que possam responder indagações que ocorrem no seu cotidiano, como: Por que os atletas da natação se depilam? Como um avião de centenas de toneladas consegue voar?

### **OBJETIVOS GERAIS:**

A partir da realidade do aluno, propiciar ao mesmo o entendimento do movimento dos fluidos e seus efeitos ao seu redor. Assim sendo ele estará habilitado para entender e explicar os fenômenos envolvidos no meio em que vive.

**PÚBLICO ALVO:** Este curso está apropriado para os alunos do 2º e 3º anos do 2º grau.

**LIMITE DE PÚBLICO:** As turmas podem ter no mínimo de 15 alunos e no máximo de 25 alunos.

**CONTEÚDO FÍSICO:** Empuxo; aerodinâmica - resistência do ar; mecânica dos fluidos, princípio de Bernoulli; efeito magnus. Na maioria dos casos, tais conteúdos serão abordados de forma qualitativa.

**TEMÁTICA DE INTERESSE:** vivemos imersos num fluido (a atmosfera) e nem sempre nos damos conta disso. No entanto, uma grande quantidade de fenômenos e feitos do cotidiano são fruto da interação dos corpos com esse fluido. Desde o flutuar de um balão, até a formação dos ventos, da forma dos carros ao vô de um avião, tudo isso só ocorre devido a existência do ar que nos envolve. Apesar de todos esses fatos, a temática dos fluidos em movimento (aero - hidrodinâmica) não é um tema abordado na Física do Ensino Médio.

### **QUADRO SINTÉTICO:**

<b>AULA</b>	<b>MOMENTOS</b>	<b>COMENTÁRIOS</b>	<b>TEMPO</b>

## AULA 1

**TEMA:** Mais leve que o ar.

**OBJETIVO:**

- Definir conceito de Pressão, Densidade e Empuxo.
- Relacionar o funcionamento de um balão com os conceitos físicos.

**CONTEÚDO FÍSICO:** Pressão, Densidade e Empuxo.

**RECURSOS INSTRUCIONAIS:**

- Experiência 1 e 2 do anexo 2.
- Retro projetor ou Data Show.

**MOTIVAÇÃO:** Curiosidade de se entender como um balão voa.

**ANEXOS:** Texto 1.

**MOMENTOS:**

- O professor faz, brevemente, uma explanação sobre os objetivos do projeto.

(TEMPO: 10 MIN.)

- O professor deve fazer um comentário sobre a história de como surgiram os primeiros balões.
- O professor deve problematizar com seus alunos: Qual é a física envolvida num vôo de balão?
- Antes de iniciar, o professor deve relembrar alguns conceitos físicos importantes para melhor compreensão do conteúdo e deixar bem claro para os alunos este objetivo.

(TEMPO: 10 MIN.)

- O professor apresenta o experimento 1, que tem o procedimento conforme descrito no anexo 2.
- O professor deve problematizar com os alunos: Por que o mesmo objeto produz sobre a areia efeitos de achatamento diferentes.

(TEMPO: 5 MIN.)

- O professor apresenta o experimento 2, também descrito no anexo 2., "*nesse momento o professor relembra brevemente sobre o que é densidade*".
- Neste momento deve ser feita uma discussão sobre o comportamento dos balões. Ex.: Balões sobem indefinidamente? Por que balões meteorológicos não são completamente cheios?

(TEMPO: 25 MIN.)

- Após discutir com os alunos como um balão voa e suas características o professor deve problematizar com os alunos: Sabendo que um balão ele sobe porque é mais leve do que o ar, como pássaros e aviões conseguem voar sendo mais pesados?
- O professor deve deixar os alunos refletirem um pouco e debaterem. Anote as conclusões.

(TEMPO: 5 MIN.)

## AULA 2

**TEMA:** O segredo do vôo.

**OBJETIVO:**

- Definir o conceito de fluido e linhas de corrente.
- Relacionar velocidade e pressão do fluido.

**CONTEÚDO FÍSICO:** Pressão, Velocidade e Força.

**RECURSOS INSTRUCIONAIS:**

- Retro projetor ou Data Show.
- Experiência 1 e 2 do anexo 1.

**MOTIVAÇÃO:** Como um avião de centenas de toneladas consegue se manter no ar?

**MOMENTOS:**

- O professor deve fazer um breve comentário sobre a história dos aviões.
- O professor deve retomar a discussão proposta no final da aula 1 e problematizar com os seus alunos: O que é necessário para que um avião possa decolar?
- Neste momento o professor deve apresentar a definição de um fluido e de linhas de corrente.
- O professor apresenta o comportamento dos fluidos escoando por formas variadas, mostrando a diferença de caminho percorrida pelo fluido nas diversas formas aerodinâmicas e levando o aluno a relacionar isso com a velocidade de escoamento do fluido.

(TEMPO: 25 MIN.)

- Os alunos em grupo devem montar as experiências 1 e 2 conforme modelo descrito no anexo 1.

(TEMPO: 5 MIN.)

- Antes da realização do experimento os alunos devem discutir entre eles qual deve ser o comportamento esperado por eles.
- O professor não deve fazer nenhum comentário durante a realização das experiências.
- É importante que o professor anote as respostas dada pelos alunos.

(TEMPO: 5 MIN.)

- Após a realização das duas experiências os alunos devem fazer suas conclusões.

(TEMPO: 5 MIN.)

- O professor neste ponto deve concluir o trabalho apresentando a relação entre pressão, velocidade e força, discutindo o aparecimento de uma força devido a diferença de velocidade e pressão.
- O professor deve usar este modelo para explicar como um avião consegue sustentar-se no ar.

(TEMPO: 25 MIN.)

## Aula 3

**TEMA:** O segredo do vôo. (continuação)

**OBJETIVO:**

- Apresentar as forças que estão presentes no vôo.
- Relacionar as formas das asas com a dinâmica do vôo.

**CONTEÚDO FÍSICO:** Tração, força de arraste, força de sustentação, força gravitacional.

**RECURSOS INSTRUCIONAIS:**

- Vídeo
- Retro projetor ou Data Show
- Maquete de um avião( de papelão, com os elementos de dirigibilidade, móveis ).

**MOTIVAÇÃO:** Curiosidade de entender outros tipos de vôo.

**ANEXOS:** Texto 2

**MOMENTOS:**

- O professor com auxílio de imagens, apresenta os elementos envolvidos no vôo dos pássaros (utilizar imagens: Anatomia de uma asa, Cisne, Formato de asa ).
- Apresenta as forças que atuam sobre o planador, dando ênfase na forma aerodinâmica ( utilizar imagens: perfil do planador, planador por cima )
- Apresenta as forças que atuam sobre o asa delta ( utilizar imagens: asa delta vista superior, Asa delta, Asa delta artesanal ).
- Comenta sobre o vôo do parapente, relacionando seu vôo ao do planador e asa delta.
- Problematisa com os alunos sobre a diferença básica entre um planador e um avião mono motor.
- Apresenta as quatro forças envolvidas no vôo do avião( utilizar imagens: aerofólios lemes do avião, avião decolando ângulo de ataque ).
- Discute com os alunos os mecanismos utilizados na dirigibilidade do avião, com auxílio da maquete de avião( utilizar imagem: avião decolando ).

(TEMPO: 35 MIN.)

- Mostrar o vídeo -Vôo desafio no céu - da Discovery Channel.

(TEMPO: 15 MIN.)

- O professor faz um apanhado geral do vídeo e sugere a leitura de texto complementar.
- O professor deve comentar no final da aula , que o efeito que ocorre com as asas nos aviões , também é aproveitado nos carros de fórmula 1 e que na próxima aula vão saber mais a respeito.

(TEMPO: 10 MIN.)

## AULA 4

**TEMA:** Aerodinâmica na Fórmula-1.

**OBJETIVO:**

- Entender as forças de arrasto (Força de resistência do ar.)
- Definir Túnel de Vento.
- Definir efeito solo.

**CONTEÚDO FÍSICO:** Pressão, velocidade e força.

**RECURSOS INSTRUCCIONAIS:**

- Retro projetor ou Data Show.
- Experiência 6 e 7 do anexo 1.

**MOTIVAÇÃO:** Entender a aerodinâmica dos carros e o efeito solo na F1.

**ANEXOS:** Texto 3

**MOMENTOS:**

- O professor mostra um pôster de um fórmula-1 que os engenheiros imaginam no futuro (nesse momento da aula, o professor deverá citar que, para entender estas inovações o aluno terá que aprender aerodinâmica e suas aplicações.)

(TEMPO 5 MIN.)

- O professor com ajuda do Data Show ou retroprojetor, apresenta o túnel de vento e qual é a sua finalidade.

(TEMPO 10 MIN.)

- O professor apresenta e discuti com seus alunos a experiencia 6 do anexo 1 e depois sugere que os mesmos façam a experiência.

(TEMPO 15 MIN.)

- O professor discuti a força de arrasto e as grandezas envolvidas.
- Apresenta a experiencia 7 do anexo 1 e depois sugere que os mesmos façam a experiência.

(TEMPO 25 MIN.)

- O professor apresenta novamente o pôster e discuti com seus alunos se é possível obter um carro bastante aerodinâmico sem comprometer o efeito solo.

(TEMPO 5 MIN.)

## AULA 5

**TEMA:** Velocidade X Área.

**OBJETIVO:**

- Desenvolver a equação da continuidade.

**CONTEÚDO FÍSICO:** Equação da Continuidade.

**RECURSOS INSTRUCCIONAIS:**

- Retro projetor ou Data Show.
- Experiência 3 do anexo 2.
- Experiência 3 e 4 do anexo 1.

**MOTIVAÇÃO:** Como podemos aumentar a velocidade de um fluido dentro de um tubo?

**MOMENTOS:**

- O professor deve realizar a experiência 3 do anexo 2 e pedir para seus alunos que montem e realizem as experiência 3 conforme esta descrito no anexo 1.
- O professor deve problematizar: O que acontece de diferente nos dois casos? Por quê?
- Após a discussão, apresente o exemplo do filete de água que sai pela torneira. O filete se estreita à medida que cai. Discuta com eles o estreitamento do filete lembrando-os da aceleração da gravidade. Outro exemplo que pode ser mostrado é da mangueira de jardim: para aumentar a velocidade com que a água sai da mangueira e assim consiga maior alcance.

(TEMPO: 25MIN.)

- Após a discussão o professor deve deduzir a equação da continuidade com ajuda de transparências.

(TEMPO: 20 MIN.)

- O professor deve pedir para seus alunos que montem e realizem a experiência 4 descrito no anexo 1.

(TEMPO: 10 MIN.)

## AULA 6

**TEMA:** Como é medida a velocidade dos aviões.

**OBJETIVO:**

- Desenvolver a equação de Bernoulli
- Apresentar o Tubo de Venturi e o tubo de Pitot

**CONTEÚDO FÍSICO:** Equação de Bernoulli

**RECURSOS INSTRUCIONAIS:**

- Retro Projetor ou Data Show.
- Experiência 4 do anexo 2.

**MOTIVAÇÃO:** A curiosidade de saber como é medida a velocidade dos aviões e barcos.

**MOMENTOS:**

- O professor deve problematizar com os alunos: Como é medida a velocidade de um carro? Depois disso problematiza como é medida a velocidade de um avião? *"Caso os alunos tenham dúvidas de como é medida a velocidade de um automóvel caberá o instrutor informar o processo".*

(TEMPO: 5 MIN.)

- O professor deve desenvolver a equação de Bernoulli com ajuda de transparências para que os alunos compreendam melhor os tubos de Pitot e de Venturi.

(TEMPO: 20 MIN.)

- O professor deve apresentar os tubos de Pitot e Venturi e desenvolver as suas equações para medir velocidade.

(TEMPO: 20 MIN.)

- O professor deve demonstrar a experiência 4 descrito no anexo 2 do tubo de Pitot e realizar a medida da velocidade do ar que sai de um compressor.

(TEMPO: 10 MIN.)

- O professor através de uma transparência deve mostrar a foto de um avião para que os alunos identifiquem o tubo de Pitot.

(TEMPO: 5 MIN.)

## Aula 7

**TEMA:** Bolas a girar

**OBJETIVO:**

- Definir viscosidade.
- Apresentar o efeito Magnus.

**CONTEÚDO FÍSICO:** Pressão , Velocidade e Força de Atrito.

**RECURSOS INSTRUCIONAIS:**

- Vídeo.
- Retro projetor ou Data Show.
- Experiência 5 do anexo 1.
- Experiência 5 do anexo 2.

**MOTIVAÇÃO:** Entender porque as bolas fazem uma curva ao serem chutadas.

**MOMENTOS:**

- O professor deve apresentar um vídeo onde se percebe o efeito Magnus. Recomendamos o filme oficial da FIFA da copa de 94 "Todos os Corações do Mundo". Neste filme podemos perceber pelo menos 5 jogadas onde é visível o efeito magnus.
- O professor deve problematizar os efeitos da bola: Como a bola quando chutada faz uma curva ou cai de repente? Vocês seriam capazes de explica-las?

(TEMPO: 10-15 MIN.)

- O professor define viscosidade, explicando seus efeitos.
- Problematiza com os alunos, a soma de velocidades entre fluidos em movimento.
- Com auxilio de transparência explica o efeito Magnus.
- O professor problematiza com os alunos, a existência real da camada limite entorno de uma em movimento de rotação.
- Realiza a experiência 6.

(TEMPO: 30 MIN.)

- Os alunos realizam a experiência 5, para perceberem o efeito da viscosidade.
- Nesta experiência peça aos alunos para fazerem a bolinha girar no sentido anti-horário e horário, para que percebam a diferença.
- Comenta sobre a ocorrência desse efeito em outros esportes.

(TEMPO: 10 MIN.)

- Solicita aos alunos como exercício, que desenhem as trajetórias das bolas girando no sentido horário, anti-horário, para cima e para baixo.
- Estipula um tempo e em seguida apresenta e comenta os resultados.

(TEMPO: 10 MIN.)

## AULA 8

**TEMA:** Fluido: Vilão ou Mocinho.

**OBJETIVO:**

- Discutir os fenômenos atmosféricos associados ao deslocamento da ar.
- Discutir a dinâmica dos fluidos na natação.

**CONTEÚDO FÍSICO:** Pressão, força, viscosidade e velocidade.

**RECURSOS INSTRUCIONAIS:**

- Vídeo.
- Retro projetor ou Data Show.

**MOTIVAÇÃO:** Entender os ventos e curiosidades sobre alguns esportes nos quais o fluido está presente como fator de grande influência.

**MOMENTOS:**

- O professor, com ajuda do Data Show, apresenta e discute com os alunos os efeitos hidrodinâmicos na natação.

(TEMPO: 25 MIN.)

- O professor, com ajuda do Data Show, apresenta e discute fenômenos atmosféricos
- O professor deve explicar e justificar os fenômenos, relacionando-os com os conceitos físicos.

(TEMPO: 25 MIN.)

- O professor apresenta um vídeo sobre fenômenos atmosféricos da Coleção Britânica.

(TEMPO: 10 MIN.)

# ANEXO 2

(EXPERIÊNCIAS RELIZADA PELO PROFESSOR)

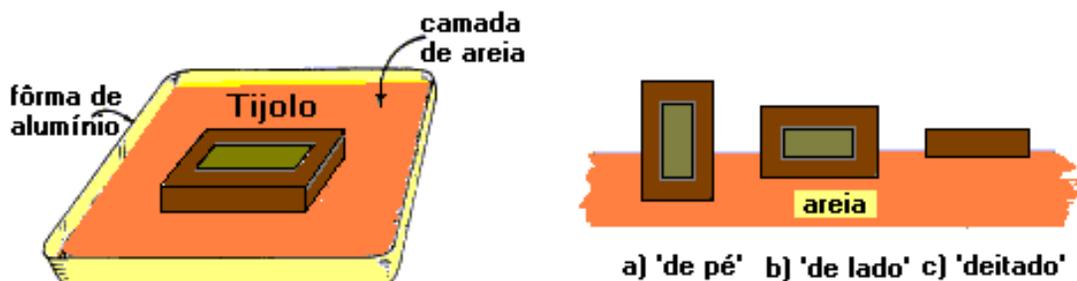
## EXPERIMENTO 1:

Material:

- 1 tijolo.
- 1 caixa de areia.

Procedimento:

- Deve ser apoiado o paralelepípedo sobre a areia com as diversas faces do mesmo, mostrando a diferenciação do comportamento da areia para cada face do sólido, "o quanto cada face provoca de achatamento quando colocada sobre a areia".



**Depressões determinadas pelo mesmo tijolo, apoiado em areia fina.  
A pressão aumenta (ver a depressão) quando a área diminui.**

## EXPERIMENTO 2:

Material:

- 1 balão de Hélio.
- 1 balão de ar (frio.)
- 1 balão de ar (quente.)

Procedimento:

- Apresentando os balões de ar quente e ar frio, mostra o comportamento de cada um; em seguida apresenta o balão de gás hélio e o balão de ar a temperatura ambiente.
- professor deve problematizar com os alunos: Por que os balões de ar quente e ar frio tem comportamentos diferentes já que ambos devem ter basicamente a mesma massa?
- Porque os balões de hélio e ar a temperatura ambiente se comportam diferentes?

### EXPERIMENTO 3:

#### Material:

- 1 transparência (pode ser usada).
- 7 ou 8 bolinhas de gude.

#### Procedimento:

- Enrole a transparência de modo a obter um tubo de 21 cm. Insira no tubo as bolinhas de gude até que o mesmo fique cheio. Observe que se o tubo estiver cheio de bolinhas, quando você colocar mais uma bolinha por uma extremidade, na outra extremidade sairá uma bolinha. Se colocar duas, sairão duas, e assim por diante. Explique isso.

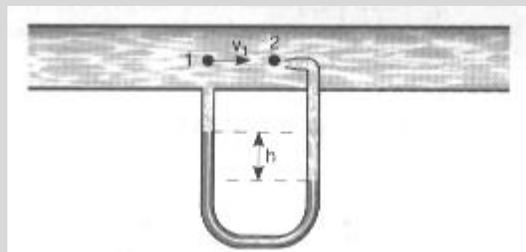
### EXPERIMENTO 4:

#### Material:

- 1 tubo (PVC-25mm<sup>2</sup>) de 30 cm.
- 1 pedaço de mangueira de soro (20 cm.)
- 1 compressor de ar.

#### Procedimento:

- Deve-se montar o tubo conforme figura abaixo:



Deve-se colocar na extremidade da esquerda uma mangueira conectada em um compressor de ar para que possa ter uma grande diferença de pressão entre o ponto 1 e 2 mostrado na figura. Quando isso acontece o líquido que está dentro da mangueira sofrerá um certo desnível.

### EXPERIMENTO 5:

#### Material:

- Bola de tênis
- Barbante ( 5 cm )
- Cola ( Super Bonnder )
- Motor ( de carrinho, 3V )

- Suporte para duas pilhas pequenas
- Bacia, pequena e redonda
- Duas pilhas pequenas 1.5V
- Pedacinhos de isopor.

Procedimento:

- Cole o barbante sobre a bola
- Cole a outra extremidade ao eixo do motor
- Ligue os fios do suporte de pilhas aos terminais do motor
- Espalhe os pedacinhos de isopor pelo interior da bacia
- Faça a bola girar, colocando as pilhas no suporte
- Vá descendo lentamente a bola sobre o centro da bacia
- Observe o movimento do isopor
- Afaste e aproxime a bola dos pedacinhos de isopor, para mostrar a extensão da camada limite.

***OBS: ESTE MATERIAL NÃO SERÁ ENTREGUE PARA OS ALUNOS.***