



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Instituto de Física
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física

Roteiro do Professor:
**Pensando a Física durante um alagamento numa
tempestade**

Douglas Vieira de Aguiar
Deise Miranda Vianna

Material instrucional associado à
dissertação de Mestrado de Douglas Vieira
de Aguiar, apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ensino de Física da
Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Rio de Janeiro
Dezembro de 2021

01. Introdução

Estimado professor, apresentamos aqui a proposta de uma sequência de ensino investigativo (SEI), utilizando o viés Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), para contribuir com a Alfabetização Científica (AC) dos nossos alunos. A referência bibliográfica destes referenciais teóricos encontra-se disponível no capítulo 06 da dissertação de mestrado, a qual originou este material. Apresentamos abaixo uma tabela que contém os pré-requisitos para uma boa compreensão desta sequência de ensino, bem como o que almejamos ensinar.

Tabela 01 - Pré-requisitos e conteúdos a serem ensinados.

PRÉ-REQUISITO	O QUE SE DESEJA QUE O ALUNO APRENDA
Conversão de unidades de medidas	Densidade
Cálculo do volume dos corpos redondos e prismas.	Massa Específica
	Pressão de uma força
	Pressão de uma coluna de um fluido
	Pressão Atmosférica
	Princípio de Stevin
	Princípio de Arquimedes

Fonte: Autor, 2019.

Esta SEI é de ensino por investigação será composta por quatro encontros seguidos, vamos considerar uma hora aula como 50 minutos. O primeiro encontro deverá ter duração de duas horas aula, o segundo uma hora aula, o terceiro uma hora aula e o quarto encontro duas horas aula. Veja no próximo tópico as nossas sugestões para a aplicação.

02. Os Encontros

Primeiro encontro: Duração (100 minutos);

OBJETIVO: Conversar com os alunos sobre os problemas enfrentados devido às inundações que hoje sofremos nas grandes cidades, buscar identificar as possíveis causas. Discutir o conceito de densidade e de massa específica. Mostrar aos alunos a diferença entre esses conceitos.

ESTRATÉGIAS:

I) No início da aula apresentar à turma os seguintes vídeos:

<https://www.youtube.com/watch?v=GGuMh-Up1Is> (Vídeo 01) – Duração: 3min. 34s;

<https://www.youtube.com/watch?v=CgXwGq8-rEw> (Vídeo 2) – Duração: 51 s.



Figura 01 – Vídeo 01

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=GGuMh-Up1Is>



Figura 02 – Vídeo 01

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=GGuMh-Up1Is>



Figura 03 – Vídeo 02

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=CgXwGq8-rEw>



Figura 04 – Vídeo 02

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=CgXwGq8-rEw>

O vídeo 01 trata dos transtornos e das mortes causadas em Belo Horizonte - MG, devido às fortes chuvas. Relata também a morte de uma mãe e uma filha em um carro que foi inundado durante essa chuva. O vídeo 02 é gravado de dentro de um ônibus na cidade de Fortaleza – CE e mostra um ônibus que ao passar pelas ruas alagadas encontra uma cena de inundação, com muitos veículos parados e parcialmente cheios de água.

Após os vídeos, perguntar a turma se os problemas retratados nessas duas cidades brasileiras são exclusividade desses lugares ou se também existem outras regiões que enfrentam problemas parecidos. A primeira parte da aula concentra-se nessa contextualização do problema que enfrentamos atualmente com as inundações nos grandes centros urbanos.

II) Na segunda parte da aula queremos estudar o conceito de densidade e, para isso, vamos realizar com os alunos um jogo que chamamos de boia ou a funda. A turma será dividida em cinco grupos. O professor irá utilizar uma bacia com água e irá colocar nela alguns objetos e cada grupo terá que entrar em um consenso para definir se o objeto apresentado pelo professor irá boiar ou afundar. O grupo que realizar o maior número de acertos vence. Para essa atividade foram separados os seguintes objetos:

- Uma uva;
- Uma borracha;
- Uma Maçã;
- Uma goiaba.
- Um gancho de aço;
- Uma lata de Nescau vazia.

Terminado o jogo e registrada a opinião de cada grupo, pedir aos alunos para explicar o porquê de alguns materiais boiarem e outros não. É nesse momento que desejamos iniciar a discussão do conceito de densidade. Para fomentar ainda mais a discussão do conceito, vamos utilizar uma balança digital e três copos idênticos de 200ml contendo: água, óleo e areia, respectivamente. Ao colocar os objetos sobre a balança vamos verificar diferentes registros de massa e então pedir aos alunos que justifiquem essa diferença de massa e perguntar se os alunos verificam alguma relação entre essa atividade e a brincadeira do boia ou afunda.

Depois de termos conversado e ouvido os alunos é bem provável que o conceito de densidade apareça. É então que devemos formalizá-lo como a razão entre massa e volume. Nesse momento também devem ficar registradas as unidades de medidas de densidade no sistema usual e internacional.

III) Na terceira e última parte dessa aula nós iremos discutir a diferença entre os conceitos de densidade e massa específica. O objetivo é fazer com que o aluno entenda que a densidade é um conceito que está ligado ao corpo e massa específica com a substância. Nessa etapa vamos realizar um experimento em que usaremos dois copos idênticos de 200 mL. E para tentar evidenciar a diferença entre esses conceitos tomaremos um dos copos o preencheremos completamente com massinha de modelar, enquanto o outro copo será preenchido deixando o seu interior oco, no copo oco colocaremos no seu interior uma pecinha para auxiliar no equilíbrio do copo. O objetivo é perguntar aos alunos o que vai acontecer quando ambos os copos forem abandonados em uma bacia com água. O copo que está completamente preenchido de massinha irá afundar enquanto o que tem o interior oco irá flutuar, isso ocorre porque a densidade do copo oco é menor que a da água e a do copo completamente preenchido pela massinha é maior que a densidade da água. A tarefa dos alunos é explicar o porquê de um dos copos flutuar e o outro afundar. Nesse momento o professor deve salientar que os copos têm a mesma capacidade e estão preenchidos pela mesma substância e aparentemente de igual maneira. É então que o conceito de densidade mostra-se insuficiente para explicar o que acontece. Após conversa com os alunos nesse momento o professor deverá então introduzir o conceito de massa específica. Aqui é preciso tratar também das unidades usuais e no sistema internacional, bem como tratar da relação inversamente proporcional entre densidade/massa específica e o volume.

AULA 02: DURAÇÃO: 50 MINUTOS

OBJETIVO: Na segunda aula queremos continuar os estudos de hidrostática. E nessa aula vamos discutir a definição de pressão de uma força, ou seja, a relação inversamente proporcional entre a pressão exercida e a área de contato, quando exercidas por uma mesma força.

ESTRATÉGIAS: Para essa aula vamos utilizar duas camas de pregos por grupo. Uma com uma densidade superficial de pregos maior que a da outra e uma bexiga. Realizaremos duas experiências para tentar estudar o conceito de pressão.

I) Na primeira etapa da aula os alunos serão divididos em grupos. Cada grupo recebe as duas camadas de pregos e são orientados pelo professor acerca das atividades a serem realizadas. Na primeira atividade os alunos deverão cada um de uma vez utilizar as palmas de suas mãos e realizar uma força sobre as duas camadas. Cada aluno irá relatar ao grupo o que está sentindo e em conjunto eles deverão buscar uma explicação para o que estão experimentando. Após a discussão os alunos deverão apresentar para o professor e para a turma a hipótese formulada pelo grupo.

II) Na segunda atividade os alunos irão receber do professor uma bexiga cheia de ar e deverão realizar uma força com a bexiga em cada uma das camadas de prego. Os alunos irão observar que muito provavelmente na primeira camada onde a densidade de pregos pela superfície é maior a bexiga não irá estourar enquanto na segunda onde a densidade é menor a bexiga muito provavelmente irá estourar com certa facilidade. Após observarem essa atividade o grupo mais uma vez deve discutir e chegar a uma hipótese que justifique o fato ocorrido.

Após a realização das atividades, das discussões e das apresentações das hipóteses dos grupos o professor deverá aproveitar as hipóteses dos alunos para introduzir o conceito de pressão como força sobre área. Após essa formalização o professor discutirá sobre as possíveis unidades de medidas e fazer com os alunos a discussão sobre a relação de grandezas diretamente proporcionais e inversamente proporcionais com a pressão. Nessa etapa é necessário observar que a pressão é inversamente proporcional à área de contato, mas é diretamente proporcional a área entre os pregos.

AULA 03: DURAÇÃO: 50 MINUTOS

OBJETIVO: Discutir com os alunos sobre pressão de uma coluna de um fluido, em particular a pressão atmosférica. Mostrar que a pressão da coluna de um fluido obedece à relação força sobre a área.

ESTRATÉGIAS:

Iniciar a aula passando o vídeo do Vampeta (Ex-Jogador de futebol) (<https://www.youtube.com/watch?v=36kgdyB9tJM>) - (2min.48s) falando sobre o como é jogar em altitudes elevadas. Nesse vídeo o Vampeta e os narradores

falam da dificuldade de realizar atividades físicas em elevadas altitudes por atletas e pessoas que estão acostumadas a viver no nível do mar.



Figura 05: Entrevistadores de uma estação de rádio.

Fonte: [\(201\) Histórias do Vampeta: como é jogar na ALTITUDE de La Paz? - YouTube](#)



Figura 06: Ex-jogador Vampeta

Fonte: [\(201\) Histórias do Vampeta: como é jogar na ALTITUDE de La Paz? - YouTube](#)

Após a apresentação do vídeo dividir a turma em grupos. A seguir solicitar aos grupos que tentem justificar o porquê dessa dificuldade de jogar em altitudes elevadas para pessoas que vivem ao nível do mar. Os grupos também deverão responder as seguintes questões:

Você já subiu alguma serra de carro? O que você sentiu? Se sentiu algo, que fator você atribui para ter essa sensação?

Caso um ou mais membros do grupo já tenham passado pela experiência de viajar de avião, o grupo também deverá responder o que sentiu ao decolar em um avião ou na aterrissagem. Também iremos perguntar sobre a experiência do mergulho em uma piscina. Você já mergulhou em uma piscina? Qual a

profundidade máxima aproximada que você já mergulhou? O que você sentiu? Após os relatos os grupos deverão tentar justificar o que aconteceu em todas essas quatro situações para que mudanças fossem observadas. O que muda quando um jogador que vive ao nível do mar vai jogar em uma grande altitude? O que muda constantemente na decolagem e na aterrissagem de um avião? E em um carro ou ônibus na subida de uma serra? Ou quando você está mergulhando em uma piscina? No voo de cruzeiro (Explicar o que significa, caso os alunos não saibam), você sente as mesmas coisas que na subida e na descida? No pé da serra você tem a mesma sensação? E no alto da serra? Nessa etapa queremos que os alunos vejam que existe uma relação entre a altura e a pressão de um fluido. Tanto para o ar quanto para a água.

II) Na segunda parte dessa aula vamos apresentar dois experimentos bem tradicionais. Um é o de um copo de vidro completamente cheio de água que ao colocarmos uma folha de papel na sua parte aberta e vamos virá-lo de cabeça para baixo. Observaremos que a água não cai. E o outro é uma garrafa PET cheia de água com pequenos furos em sua base. A garrafa estará inicialmente tampada e em seguida a sua tampa será lentamente afrouxada. A tarefa dos grupos nesta etapa será a de tentar explicar se há alguma relação entre os dois experimentos e as perguntas norteadoras serão:

- Por que a água não cai do copo? Como está o formato do papel?

- Por que a água não vaza quando a garrafa está tampada e começa a vazar ao ser destampada?

Os grupos devem chegar à conclusão de que existe uma pressão atmosférica e que ela é a responsável pelos fatos observados nos experimentos acima. É então que o professor deverá formalizar com os alunos o conceito de pressão de uma coluna de fluido. Nesse momento, partindo da relação de pressão como força sobre área, o professor deverá obter a relação da pressão gerada por uma coluna de um fluido. Veja a nossa demonstração:

Tomando que a Pressão de uma força é dada pela razão:

$$\text{Pressão} = \frac{\text{Força}}{\text{Área de Contato}} \quad (01)$$

Denotaremos para essa demonstração as seguintes grandezas como apresentadas na tabela abaixo:

Tabela 02: Grandezas e as suas representações.

Grandeza	Representação
Pressão	P
Peso	p
Força	F
Área	A
Gravidade	g
Densidade	d
Altura	h
Volume	v
Pressão Atmosférica	P_{atm}

Fonte: O autor, 2019

Dada uma coluna de um fluido incompressível qualquer como mostra a figura 07 abaixo:

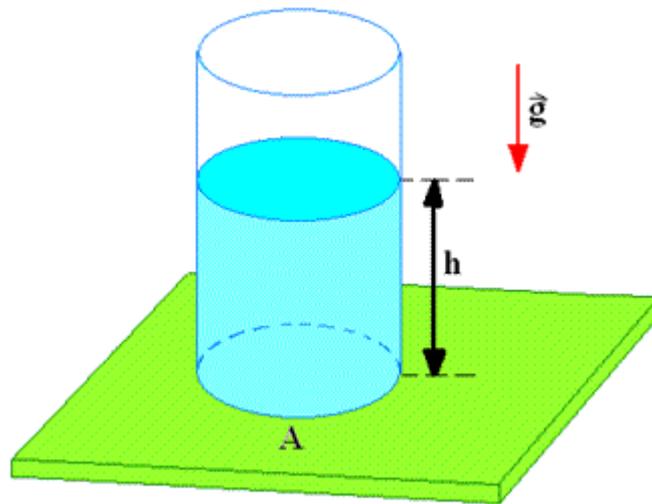


Figura 07: Coluna de um fluido.

Fonte: Pressão de uma coluna líquida: preparaenem.com

Tomando a equação 01 e sabendo que a quem exerce a força sobre a área A é o peso do fluido que compõe a coluna e pode ser calculado por $p = m.g$, teremos:

$$P = \frac{F}{A} \quad \text{onde } F = m.g, \text{ então: } P = \frac{m.g}{A} \quad (02)$$

Sendo possível calcular a massa de um corpo como $m = d.v$, substituímos essa relação na equação 02, e teremos:

$$P = \frac{m.g}{A} \therefore P = \frac{d.v.g}{A} \quad (03)$$

Sendo possível utilizar que o volume de um prisma de secção reta é: $V = A_B.h$, onde A_B é a área da base e neste caso ela é igual a área da superfície de contato, e utilizando esta relação na equação 03 chegamos a:

$$P = \frac{d.v.g}{A} \therefore P = \frac{d.A.h.g}{A}$$

Simplificando as áreas chegamos à seguinte equação:

$$P = dgh \quad (04)$$

Todas as vezes que o recipiente envolvido estiver aberto na parte superior verificaremos que a pressão atmosférica também incidirá sobre o fluido e portanto devemos adicioná-la à equação 04.

$$P = dgh + P_{atm} \quad (05)$$

AULA 04: DURAÇÃO: 100 MINUTOS

OBJETIVO: Discutir com os alunos o Princípio de Arquimedes, retomar a questão da pressão de uma coluna de um fluido e aplicá-los em um carro que está em uma rua que começa a inundar.

ESTRATÉGIAS:

No início da aula repassar os vídeos da primeira aula para trazer novamente o contexto que estaremos trabalhando.

<https://www.youtube.com/watch?v=GGuMh-Up1Is> (Vídeo 01) – Duração: 3min. 34s;

<https://www.youtube.com/watch?v=CgXwGq8-rEw> (Vídeo 02) – Duração: 51 s.

Após a apresentação dos vídeos, o foco será a imagem do carro boiando. No Power Point iremos utilizar a imagem da figura 07 que retrata um carro boiando durante uma forte chuva.



Figura 08 – Carro boiando em meio à enchente em Belo Horizonte

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=GGuMh-Up1Is>

É preciso solicitar aos alunos que formem os grupos, sempre os mesmos que estão juntos desde o início da sequência. Feito isso, será dado o seguinte problema para que os grupos trabalhem: Suponha que este carro esteja boiando e que seja possível considerar que a água ao seu redor está parada, responda as seguintes questões:

- Por que o carro está boiando inclinado?
- Existe água em seu interior?
- Se sim, por onde você acredita que ela entrou?
- Levando em conta a entrada da água no interior do veículo, faz diferença se os vidros estiverem abertos ou fechados?
- Todo carro que estiver em uma rua que enche lentamente irá boiar?
- Quais seriam as condições para um carro boiar ou não?

Essas respostas serão anotadas no quadro pelo professor e a discussão dos grupos será gravada em áudio. Após a discussão em grupos os alunos apresentam as suas respostas para a turma. Nesse momento da aula, cada grupo receberá um kit com: vasilha plástica com tampa, palito de churrasco, fita adesiva, rodinhas, peças de lego e massinha de modelar além de uma bacia com água. Os alunos deverão nessa etapa construir um carrinho para que eles possam experimentar as hipóteses levantadas pelo grupo. Eles deverão com o material recebido tentar retratar o mais fielmente possível a situação do carro boiando. Após a etapa da construção do carro e da discussão dos conceitos,

será preciso retomar o que fora aprendido na atividade sobre boiar e afundar para entender. Ao final dessa aula será formalizado o princípio de Arquimedes.

03. Referências Bibliográficas

Halliday, D., Resnick, R. e Walker J. - *Fundamentos de Física* - (Editora LTC, Rio de Janeiro, 1996), v.2.

Imprensa livre do Ceará. Após forte chuva pela manhã em Fortaleza, vídeo mostra carros boiando na Av. Heráclito graça. Youtube, 01 de fevereiro de 2019. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=CgXwGq8-rEw>>. Acesso em: 08 de maio de 2021.

Jovem Pan Esportes. Histórias do Vampeta: como é jogar na ALTITUDE de La Paz? Youtube, 05 de outubro de 2017. Disponível em: <[Histórias do Vampeta: como é jogar na ALTITUDE de La Paz? - YouTube](#)>. Acesso em: 15 de novembro de 2021.

RedeTV. Mãe e filha morrem em carro durante alagamento em Belo Horizonte. Youtube, 16 de novembro de 2018. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=GGuMh-Up1Is>>. Acesso em: 08 de maio de 2021.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. Pressão de uma coluna líquida. Prepara ENEM. Goiás. 15 de jun. de 2019. Disponível em: < [Pressão de uma coluna líquida. Pressão de uma coluna líquida \(preparaenem.com\)](#)>. Acesso em: 15 de novembro de 2021.