



**ENSINO DE FÍSICA POR INVESTIGAÇÃO: Uma Proposta para o Ensino de Empuxo para alunos do Ensino Médio**

**FÁBIO ANDRADE DE MOURA**

Produto educacional aplicado e analisado durante a Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará (UFPA) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

**Orientador:** Prof. Dr. Rubens Silva

Belém-Pará  
Setembro-2018

## RESUMO

ENSINO DE FÍSICA POR INVESTIGAÇÃO: Uma Proposta para o Ensino de Empuxo para alunos do Ensino Médio

FÁBIO ANDRADE DE MOURA

Orientador:

Prof. Dr. RUBENS SILVA

Produto educacional aplicado e analisado durante a Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará (UFPA) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Este trabalho apresenta um roteiro de Ensino Investigativo através de uma Sequência de Ensino Investigativo sobre empuxo, dividida em sete etapas: Leitura de Texto; Questões Abertas, Demonstração Investigativa, Recursos Tecnológicos, Problema Aberto, Laboratório Aberto e Sistematização do Conhecimento. Esta proposta de Ensino de Física por Investigação foi aplicada em uma escola federal do Estado do Pará, na cidade de Bragança, em turmas do curso técnico integrado ao Ensino Médio. Os resultados desta SEI estão disponíveis na dissertação.

**Palavras-chave:** Ensino de Física por Investigação; Sequência de Ensino Investigativo; Empuxo.

## SUMÁRIO

1. Apresentação .....	4
2. Compreendendo as etapas da SEI .....	5
3. Sequência de Ensino Investigativo – SEI.....	8
3.1. Visão geral da SEI – Planejamento da Sequência de Ensino Investigativo .....	8
3.2. Etapa 01 – Leitura de Textos.....	10
3.3. Etapa 02 – Questões Abertas.....	11
3.4. Etapa 03 – Demonstração Investigativa .....	11
3.5. Etapa 04 – Recursos Tecnológicos .....	12
3.6. Etapa 05 – Problema Aberto.....	13
3.7. Etapa 06 – Laboratório Aberto.....	15
3.8. Etapa 07 – Sistematização do Conhecimento .....	16
Referências Bibliográficas .....	16
Apêndices.....	18
Texto 01: Por que o Mar Morto recebe este nome? .....	18
Texto 02: O Mar Morto e a Alta Densidade.....	19
Lista de Exercícios.....	20

## 1. Apresentação

Este trabalho apresenta o produto educacional elaborado e supervisionado como dissertação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, coordenado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com a Universidade Federal do Pará. O produto educacional apresentado trata de uma proposta sobre o ensino de empuxo para alunos do Ensino Médio através do Ensino por Investigação.

A proposta apresentada é baseada em livros, artigos, dissertações e teses que tratam do assunto e que ao mesmo tempo visam melhorar o ensino ao propor uma mudança de postura dos alunos, que se tornam o agente principal do processo investigativo, e do professor, que além de ter o papel de planejar as atividades investigativas, precisa atuar como um mediador e/ou orientador.

As atividades apresentadas neste trabalho são organizadas em uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) dividida em 07 (sete) etapas. A primeira etapa é uma Leitura de Texto; a segunda etapa trata sobre Questões Abertas; a terceira etapa é uma Demonstração Investigativa; a quarta etapa é uma aplicação de Recursos Tecnológicos; a quinta etapa trabalha com Problemas Abertos; a sexta etapa utiliza o Laboratório Aberto como instrumento de ensino e a sétima etapa é uma Sistematização do Conhecimento.

## 2. Compreendendo as etapas da SEI

Antes de apresentar a Sequência Didática para as atividades investigativas, é necessário entender os conceitos e princípios de cada atividade, pois dependendo de como é organizada a SEI, a mesma atividade pode ter objetivos diferentes, ou seja, o objetivo que se almeja depende diretamente da sequência didática organizada.

Ao realizar pesquisas sobre o Ensino por Investigação e concentrar na área de Ciências/Física encontramos vários autores com larga experiência que através de suas pesquisas nos permite compreender as dificuldades que aparecerão. Ressaltamos que esta Sequência Didática se baseia principalmente nos trabalhos de Anna Maria Pessoa de Carvalho, Lúcia Helena Sasseron, Maria Cristina P. Stella de Azevedo e Nelson Barrelo Júnior.

Podemos compreender esta SEI analisando o significado de cada etapa. Analisando a Etapa 1, Leitura de Texto, Carvalho (2016) afirma que os textos utilizados devem sempre ter uma conexão/contextualização com o fenômeno estudado, e que os textos de apoio têm que permitir o debate entre os grupos de alunos e depois realizar uma discussão com toda a sala de aula. Azevedo (2009), Barrelo Júnior (2015) e Carvalho (2014; 2016) utilizaram a Leitura de Texto como ferramenta para discussão e sistematização do conhecimento, porém nesta SEI será utilizada como introdução das atividades para que os alunos consigam ver a importância do fenômeno e que percebam ao longo da SEI a construção do conhecimento.

A Etapa 2, Questões Abertas, é uma continuação da etapa anterior, pois será abordada a mesma temática com o uso de uma brincadeira chamada de “afunda ou boia”. Para Azevedo (2009) “chamamos de questões abertas aquelas em que procuramos propor para os alunos fatos relacionados ao seu dia-a-dia, cuja explicação estivesse ligada ao conceito discutido e construído nas aulas anteriores”. Segundo a autora esta etapa se torna importante devido ao desenvolvimento da argumentação dos alunos e destaca também a importância do uso da linguagem científica, inicialmente em fase de construção, e a organização da atividade em pequenos grupos de alunos.

Durante a Etapa 3, Demonstração Investigativa, o professor organizará um experimento unindo no mesmo recipiente líquidos heterogênicos e com densidades

diferentes para introduzir pequenos blocos de diferentes densidades. Este experimento, executado pelo professor, permite aos alunos sair do campo da teoria e entrar no campo da experimentação que neste contexto o mais importante é permitir aos alunos o tempo necessário para o levantamento de hipóteses e indica as devidas soluções para a situação-problema apresentada. Segundo Carvalho (2014, p.45) as demonstrações investigativas “partem da apresentação de um problema relacionado ao fenômeno a ser estudado e propõem ao aluno uma reflexão acerca desse fenômeno, proporcionando um caráter investigativo a esta atividade”.

A Etapa 4, Recursos Tecnológicos, prevê a análise dos conceitos abordados nas etapas anteriores, permitindo estabelecer conexões entre fenômenos físicos, podendo, então, o aluno deduzir teorias e hipóteses para a solução da situação-problema apresentada. Segundo Carvalho (2014, p.114) atividades com o suporte de Recursos Tecnológicos “não se quer a substituição da experimentação real, nem colocar o uso dessas tecnologias no mesmo patamar epistemológico e educacional da experimentação em termos de resultados”. A autora afirma que essas atividades promovem mudanças atitudinais permitindo ao aluno realizar debates e diálogos com os colegas de sala melhorando assim o desenvolvimento da argumentação.

Durante a Etapa 5, Problemas Abertos, os alunos terão a chance de resolver problemas que devem levar à matematização dos resultados. Para Azevedo (2009, p.30) Problemas Abertos “são situações gerais apresentadas aos grupos ou à classe, nas quais se discute desde as condições de contorno até as possíveis soluções para a sua situação apresentada”. A autora afirma que esta etapa é uma atividade que vai além do uso de lápis e caneta e que pode demandar um maior tempo em relação às demais etapas.

A Etapa 6, Laboratório Aberto, permitirá ao aluno um papel mais científico, pois, ao ser apresentado a situação-problema, o aluno terá que pensar da mesma forma que um cientista para solucionar o problema. Azevedo (2009, p.27) entende que “a solução de uma questão, que no caso será respondida por uma experiência” é a característica de um Laboratório Aberto. Para Carvalho (2014) o Laboratório Aberto é “uma investigação experimental por meio da qual se pretende que os alunos, em grupo, resolvam o problema”. Barrelo Junior (2015, p.60) concorda com os autores e ao mesmo tempo defende que o Ensino por Investigação requer atividades experimentais que permita ao aluno compreender os fenômenos da natureza.

“As atividades experimentais centradas na investigação apresentam um maior potencial para a aprendizagem dos alunos, tanto no que se refere ao entendimento conceitual quanto na compreensão da natureza da ciência e são particularmente importantes em face das propostas de ensino e aprendizagem por investigação.” (Barrelo Junior, 2015, p.60)

Nesta etapa de Laboratório Aberto, sem roteiro definido, os alunos irão medir experimentalmente o valor da aceleração gravitacional através do conceito de empuxo. A previsão é que os alunos consigam fazer esta atividade em até 03 (três) formatos diferentes.

A Etapa 7, Sistematização do Conhecimento, ocorrerá ao final da SEI com o objetivo de verificar se ainda há alguma dúvida por parte dos alunos. Esta etapa terá dois momentos: i) No primeiro os alunos terão um tempo para organizar uma discussão entre os grupos para poder socializar com toda a classe; ii) No segundo momento, o professor realizará um debate sobre todas as etapas realizadas e em seguida apresentará uma aula interativa explorando toda a situação-problema analisada nas etapas anteriores e solicitará aos alunos a resolução, individual, de uma lista de exercícios. A justificativa para esses dois momentos de sistematização se deve ao fato que estamos trabalhando com alunos do Ensino Médio que em breve farão o ENEM e/ou vestibulares. Cabe lembrar que a sistematização do conhecimento também é realizada ao final de cada etapa, no momento em que os alunos fazem as discussões em grupo e com a turma inteira.

A avaliação da SEI é um ponto importante a se discutir, pois precisamos perceber se houve, e como aconteceu, a construção do conhecimento através do processo de argumentação que, nesta SEI, será analisado com base na teoria de Toulmin (2006) através dos indicadores da Alfabetização Científica (AC) analisando os eixos estruturantes da AC. Esses eixos estruturantes foram divididos em 03 (três) blocos: i) O primeiro refere-se a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos fundamentais; ii) O segundo refere-se à compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; iii) O terceiro compreende o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (CARVALHO; SASSENON, 2015).

A partir desse resumo sobre o que é cada etapa desta SEI, podemos apresentar a Sequência de Ensino Investigativo sobre empuxo.

### 3. Sequência de Ensino Investigativo – SEI

A SEI apresentada neste trabalho tem como foco o estudo e a análise do empuxo a partir da compreensão dos conceitos de massa, volume, densidade e peso. A sequência foi dividida em 07 (sete) etapas que poderá ser trabalhada em 06 (seis) aulas. Para compreender a lógica planejada para esta SEI, elaboramos um planejamento geral e outro para cada etapa do Ensino Investigativo.

#### **3.1. Visão geral da SEI – Planejamento da Sequência de Ensino Investigativo**

**Título:** Explorando os fenômenos físicos relacionados a Densidade e Empuxo

**Apresentação:** Essa Sequência didática de ensino foi elaborada pensando na experiência que o aluno terá ao vivenciar fenômenos da Física que permitirá, ao aluno, trabalhar em grupos, elaborar teorias e hipóteses para solucionar as situações-problemas apresentadas. Esta experiência em sala de aula permitirá colocar em prática tudo aquilo que é ensinado sobre empuxo. As atividades de ensino proporcionarão ao aluno compreender os conceitos de empuxo relacionando a massa, volume (líquido, objeto e líquido deslocado), densidade, força peso (real e aparente) e aceleração gravitacional. Os conceitos apresentados serão ligados ao cotidiano do aluno, para mostrar que a física envolve esses fenômenos tão próximos da nossa realidade.

**Introdução:** Você já assistiu a programas de TV com quadros sobre a brincadeira do afunda ou boia? Já parou para pensar o porquê destes objetos afundar ou boiar ao entrar em contato com a água? Você já mergulhou em uma piscina e se sentiu mais “leve” que fora dela? Esta sequência de atividade pretende explicar esses fenômenos através de leituras, discussões, análise de dados e algumas atividades experimentais.

**Objetivo:** Fazer com que os alunos entendam os conceitos abordados permitindo que ao final compreendam a relação entre empuxo, densidade e peso.

**Público-alvo:** Alunos do Ensino Médio.

**Número de aulas:** 7 atividades divididas em 6 aulas.



**Conteúdo físico abordado:** Massa, volume, aceleração gravitacional, peso, densidade e empuxo.

**Quadro resumo da Sequência de Ensino Investigativo**

<b>Atividades propostas</b>	<b>Momentos</b>	<b>Duração</b>
Etapa 01: Leitura de Texto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitura de 2 textos sobre o mar morto;</li> <li>• Debate do texto 1 (em grupos e em sala);</li> <li>• Debate do texto 2 (em grupos e em sala);</li> <li>• Sistematização da leitura em sala.</li> </ul>	0,5 aula
Etapa 02: Questões Abertas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1ª atividade experimental (afunda ou boia);</li> <li>• Debate em grupos para analisar e justificar os resultados encontrados no experimento;</li> <li>• Sistematização da atividade em sala.</li> </ul>	0,5 aula
Etapa 03: Demonstração Investigativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação da 2ª atividade experimental (coluna de líquidos);</li> <li>• Debate em grupos para analisar e justificar os resultados encontrados no experimento;</li> <li>• Sistematização da atividade em sala.</li> </ul>	1 aula
Etapa 04: Recursos Tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação da atividade através do aplicativo;</li> <li>• Debate em grupos para analisar e justificar as relações entre as grandezas analisadas;</li> <li>• Sistematização da atividade em sala.</li> </ul>	1 aula
Etapa 05: Problema Aberto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação da 3ª atividade experimental para medir <math>m</math>, <math>V_{LD}</math>, <math>P_R</math>, <math>P_{AP}</math>, <math>d</math> e <math>E</math>;</li> <li>• Debate em grupos para analisar e justificar as relações entre as grandezas analisadas;</li> <li>• Sistematização da atividade em sala.</li> </ul>	1 aula
Etapa 06: Laboratório Aberto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação do Problema;</li> <li>• Apresentação do material disponível;</li> <li>• Elaboração de estratégias, pelos alunos, para a solução do problema;</li> <li>• Debate em grupos, sob a mediação do professor, para analisar a solução do problema;</li> <li>• Apresentação da(s) Solução(ões) do Problema;</li> <li>• Sistematização da atividade em sala.</li> </ul>	1 aula
Etapa 07: Sistematização do Conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistematização das atividades realizada pelos alunos;</li> <li>• Sistematização das atividades realizada pelo professor.</li> </ul>	1 aula

### **3.2. Etapa 01 – Leitura de Textos**

**Situação-Problema:** Você já viu algum vídeo ou leu alguma reportagem sobre o Mar Morto? O que ele tem de tão especial que atrai milhares de turistas?

**Conteúdo Físico:** massa, volume, densidade e empuxo

**Objetivo:** Introduzir, através da leitura de dois textos, o conceito de densidade e deduzir, através da leitura (ou apresentar), a equação matemática para calcular a densidade.

**Procedimentos metodológicos:** Antes de começar a aula, a turma será dividida em grupos de até 05 (cinco) alunos e depois começamos a aula com a apresentação do tema geral da SEI. Em seguida será entregue aos alunos dois textos (em anexo) que tratam sobre os aspectos turísticos e físicos do mar morto. O primeiro texto, que apresenta o motivo do nome Mar Morto, faz uma reflexão da influência dos sais minerais na água e apresenta o conceito de densidade. Durante a atividade do primeiro texto, os alunos irão debater o texto e pretende-se que ao final das discussões, os alunos tenham noção do conceito de densidade. O segundo texto, que retrata a alta densidade do Mar Morto, apresenta a equação matemática da densidade e apresenta o conceito de empuxo. Durante a atividade pretende-se que os alunos compreendam a relação entre massa, volume e densidade e, também, relacionem o conceito de empuxo ao de densidade. Ao final da leitura dos dois textos, além de responder às perguntas da situação-problema, será realizado uma sistematização dos textos e espera-se que os alunos também escrevam alguns textos para descrever o que foi compreendido durante as aulas.

**Recursos Instrucionais:** Textos de apoio (Texto 1: Por que o Mar Morto recebe este nome? Texto 2: O Mar Morto e a Alta Densidade).

**Avaliação:** A avaliação da SEI ocorrerá ao finalizá-la. Nesta etapa espera-se que o aluno consiga interpretar a equação da densidade compreendendo as relações entre massa, volume, densidade e empuxo. Essas relações serão evidenciadas através de textos escritos pelos alunos e nas conversas (discussões) em grupo.

### **3.3. Etapa 02 – Questões Abertas**

**Situação-Problema:** Você já brincou de afunda ou boia? Essa brincadeira é comum em vários programas da televisão brasileira como Domingo Legal, Programa da Eliana, Programa do Gugu, entre outros. Como podemos saber se um objeto vai afundar ou boiar na água?

**Conteúdo Físico:** massa, volume e densidade

**Objetivo:** Fazer o aluno perceber que, para o objeto afundar ou boiar, é necessário estabelecer a relação entre suas densidades. Caso o objeto tenha densidade maior que a da água, irá afundar; caso a densidade seja igual a da água, ficará flutuando no meio da coluna do líquido e caso a densidade do objeto seja menor que a densidade da água ficará boiando na superfície do líquido.

**Procedimentos metodológicos:** A aula começará retomando os conceitos estudados na atividade anterior e em seguida os grupos, separadamente, vão começar a brincadeira do afunda ou boia. Após o término da brincadeira, o professor selecionará 8 objetos e perguntará a turma se o mesmo afunda ou boia. Porém cada grupo terá que explicar os motivos das respostas (antes do professor mergulhar os objetos). Em seguida inicia-se os debates que será encerrado após os alunos compreenderem a necessidade de conhecer (ou estimar) a densidade do objeto que será mergulhado na água. Para finalizar a aula, será realizado a sistematização da etapa reafirmando o que foi estudado.

**Recursos Instrucionais:** Becker, água e objetos de diferentes densidades.

**Avaliação:** Nesta etapa espera-se que o aluno consiga interpretar a equação da densidade. Espera-se que os alunos compreendam a condição necessária para que um objeto afunde ou não na água. Essas relações serão evidenciadas através de textos, desenho e discussão realizada pelos alunos.

### **3.4. Etapa 03 – Demonstração Investigativa**

**Situação-Problema:** Você lembra o que é uma mistura homogênea e uma heterogênea? Já brincou ou viu algum vídeo com colunas de líquidos que não se misturam? O que acontece se repetirmos a brincadeira da etapa anterior nessa coluna de líquidos?

**Conteúdo Físico:** massa, volume e densidade

**Objetivo:** Reforçar o conceito de densidade para evitar que algum aluno permaneça sem compreender esse conceito.

**Procedimentos metodológicos:** A aula começará retomando os conceitos estudados na atividade anterior e em seguida o professor organizará um debate com toda a turma para verificar se os alunos lembram o conceito de misturas homogêneas e heterogêneas. Em seguida, o professor mostrará os três líquidos e adicionará corantes de cores diferentes para ficar evidente a diferença entre os líquidos e em seguida montará a coluna de líquidos. Após montar a coluna de líquidos, o professor introduzirá no becker 4 objetos de diferentes densidades onde o primeiro ficará no fundo do recipiente; o segundo ficará no fundo do líquido do meio; o terceiro ficará no fundo do líquido superior e o quarto ficará na superfície do líquido superior. Após realizar a atividade demonstrativa, haverá a discussão em grupo – tendo o professor como mediador –, devendo os discentes, anteriormente, anotar suas teorias e argumentos.

**Recursos Instrucionais:** Becker, água e objetos de diferentes densidades.

**Avaliação:** Nesta etapa espera-se que o aluno já consiga interpretar o conceito de densidade. Pretende-se que os alunos, ao escrever os textos, justificando o experimento, utilizem termos científicos, ou seja, que os alunos utilizem a linguagem científica, o que não está previsto nas etapas anteriores.

### ***3.5. Etapa 04 – Recursos Tecnológicos***

**Situação-Problema 01:** Até agora estudou-se com ênfase o conceito de densidade, porém nos textos sobre o Mar Morto falou-se do conceito de empuxo. Vamos relembrar esse conceito? Você já conseguiu flutuar em uma piscina, rio ou riacho sem se movimentar, apenas ficando parado? Como isso é possível?

**Situação-Problema 02:** Sem a ajuda do professor, você consegue definir como medir o empuxo? Quantas formas diferentes são possíveis medir?

**Conteúdo Físico:** massa, volume, densidade, aceleração gravitacional, peso real, peso aparente e empuxo.

**Objetivo:** Reforçar os conceitos de massa, volume, densidade e empuxo. Compreender, através da observação, a relação entre empuxo e a diferença entre peso real e aparente ( $E = P_R - P_{AP}$ ) e perceber que o empuxo está ligado ao peso do líquido deslocado ( $E = P_{LD}$ ) e proporcionar através da experiência que o empuxo depende da densidade e do volume do líquido deslocado ( $E = d \cdot V_{LD} \cdot g$ ). Oportunizar que os alunos, através das atividades solicitadas, deduzam matematicamente as três equações trabalhadas no simulador.

**Procedimentos metodológicos:** A aula começará com o professor levando os alunos ao laboratório de informática e em seguida será realizada a apresentação do simulador de empuxo e todas as suas ferramentas. O professor apresentará a situação-problema e pedirá aos alunos que apresentem as soluções que serão discutidas inicialmente em grupo e depois socializadas com a turma. Ao sistematizar essa etapa, e dependendo dos resultados (caso os alunos não consigam deduzir as equações solicitadas) o professor utilizará os argumentos dos alunos para confirmar ou deduzir através dos resultados das atividades as diferentes formas de medir o empuxo.

**Recursos Instrucionais:** Computador com acesso à internet e simulador do PhET ([https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/buoyancy\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/buoyancy_pt_BR.html)).

**Avaliação:** Nesta etapa espera-se que os alunos consigam interpretar o conceito de empuxo. Deseja-se que os alunos consigam interpretar o empuxo relacionando com o peso real e aparente; com a densidade e volume do líquido deslocado; e com o peso do líquido deslocado. Durante a apresentação dos resultados da situação-problema 02, não se julga obrigatória a dedução das equações para medir o empuxo, que independente da forma escolhida pelo professor para fazer a medida, o mais importante é que os alunos compreendam que ao alterar qualquer uma das variáveis estudadas também será alterado o valor do empuxo, ou seja, espera-se que os alunos compreendam conceitualmente todas as relações que envolvem as três equações para medir o empuxo.

### **3.6. Etapa 05 – Problema Aberto**

**Situação-Problema:** Estudamos várias formas de medir o empuxo através de um simulador, agora vamos realizar essas medidas experimentalmente? No

laboratório de Física estão disponíveis vários kits, realize as medidas da massa, volume do objeto e do líquido deslocado, peso real, peso aparente, peso do líquido deslocado e densidade do líquido. Após realizar essas medidas efetue a medição do empuxo. (Obs:  $g = 9,80 \text{ m/s}^2$ )

**Conteúdo Físico:** massa, volume, aceleração gravitacional, peso, densidade e empuxo

**Objetivo:** Reforçar o conceito de empuxo estudado na etapa anterior e permitir ao aluno a experiência de realizar atividades experimentais. Evidenciar as equações do empuxo não apenas como uma fórmula matemática e sim como um fenômeno da natureza.

**Procedimentos metodológicos:** A aula começará retomando os conceitos estudados na atividade anterior e em seguida o professor apresentará os kits que compõem a atividade. Em seguida, o professor apresentará o desafio da situação-problema que será realizado por todas as equipes. Ao finalizar as medições os alunos terão que discutir o resultado encontrado com seus companheiros de grupo e depois com toda a turma. O professor perguntará de quantas formas diferentes os alunos calcularam o empuxo para poder sistematizar o conhecimento desta etapa e concluir a ideia de como medir o empuxo de forma experimental e teórica. Ao sistematizar esta etapa o professor fará um breve conceito reafirmando a relação do empuxo com a aceleração gravitacional para caracterizar o empuxo como uma força.

**Recursos Instrucionais:** Becker, balança de precisão, cilindro de plástico, dinamômetro, tripé e água.

**Avaliação:** Nesta etapa espera-se que os alunos consigam interpretar o conceito de empuxo. Pretende-se que os alunos, ao escrever os textos, desenhos e esquemas, para resolver o desafio da situação-problema, utilizem de forma espontânea as equações definidas nas etapas anteriores com a devida compreensão necessária. Espera-se que todos os grupos consigam medir experimentalmente, através das três opções de solução, o empuxo e que façam algum comentário em forma de discussão e/ou texto sobre os valores encontrados.

### **3.7. Etapa 06 – Laboratório Aberto**

**Situação-Problema:** Você já assistiu filmes onde um cientista conseguia criar ou provar alguma teoria científica? Você tem vontade de ser um cientista? Saber como comprovar alguma teoria? Nesta etapa, vocês terão a chance de investigar e encontrar uma constante da física que é fundamental para todas as subáreas da Física, a Aceleração Gravitacional. Com base em todas as etapas anteriores, determine experimentalmente o valor da aceleração gravitacional.

**Conteúdo Físico:** massa, volume, aceleração gravitacional, peso, densidade e empuxo

**Objetivo:** Reforçar todos os conceitos estudados nas etapas anteriores e estimular o aluno a vivenciar a experimentação como atividade de ensino.

**Procedimentos metodológicos:** A aula começará retomando o que foi apresentado na etapa anterior e em seguida o professor apresentará o desafio em forma de situação-problema que em grupo de alunos será resolvido. Os equipamentos necessários para a resolução da atividade são os mesmos utilizados na etapa anterior, porém algumas peças que talvez seja necessário utilizar estarão dispostos em uma caixa separada que estará disponível aos alunos. Após finalizar as atividades o professor perguntará a cada grupo se conseguiu vencer o desafio, e caso algum grupo não tenha conseguido, o professor poderá realizar uma discussão com o grupo, e orientar com o intuito de que os alunos consigam resolver o desafio. Ao terminar o tempo de resolução do desafio, cada grupo mostrará à turma como conseguiu vencê-lo; caso algum grupo não tenha conseguido resolver a atividade, mostrará todos os resultados parciais encontrados e discutirão quais os erros realizados que ocasionaram a não solução da atividade. Caso algum grupo não consiga resolver este desafio durante a aula, será marcado um novo encontro (em contraturno) para a solução da atividade, com o apoio do professor. Para finalizar esta etapa, o professor fará a sistematização do conhecimento sobre a situação-problema para evitar que algum aluno não tenha entendido a solução.

**Recursos Instrucionais:** Becker, balança de precisão, cilindro de plástico, dinamômetro, tripé e água.

**Avaliação:** Nesta etapa espera-se que o aluno consiga interpretar o conceito de empuxo e relacioná-lo com a aceleração gravitacional. Espera-se que os alunos ao escrever os textos, desenhos e/ou esquemas e equações mostrem ao professor que compreenderam como solucionar o desafio. Ao montar o experimento, e realizar as medidas necessárias e efetuar a medição do empuxo, o aluno provará que compreendeu todos os conceitos abordados durante as sete etapas da SEI.

### **3.8. Etapa 07 – Sistematização do Conhecimento**

A última etapa desta SEI, Sistematização do Conhecimento, visa proporcionar uma retomada de todos os conceitos estudados com o objetivo de não deixar nenhum aluno sem compreender o conteúdo trabalhado. Para cumprir esse objetivo, esta etapa foi dividida em dois momentos: i) A sistematização realizada pelos alunos através de uma discussão em sala de aula; e ii) A sistematização realizada pelo professor através de uma aula interativa abordando todos os tópicos estudados nesta Sequência Didática.

Ao finalizar a sistematização do conhecimento, o professor realizará uma última atividade individual: um questionário que abordará os assuntos estudados. As questões selecionadas foram retiradas de provas do Enem, livros didáticos e textos variados. Espera-se que os alunos consigam responder de forma satisfatória essa lista de exercícios que possui questões com diferentes níveis de dificuldade.

## **Referências Bibliográficas**

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (org). *Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Cengage Learning. 2009. cap. 2, p. 19-33.

BARRELO JUNIOR, N. *Promovendo a Argumentação em sala de aula de Física Moderna e Contemporânea - Uma Sequência e Ensino Investigativa e as Interações Professor-Aluno*. São Paulo – SP. 182f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Área de Concentração: Ensino de Física - Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. 2015.

CARVALHO, A. M. P. (org). *Calor e Temperatura – Um Ensino por Investigação*. São Paulo: Editora livraria da Física, 2014.



CARVALHO, A. M. P. O Ensino de Ciências e a proposição de Sequências de Ensino Investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (org). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2016. Cap. 1 p. 01-20.

CARVALHO, A. M. P; SASSERON, L. H. Ensino de Física por Investigação: Referencial teórico e as pesquisas sobre as Sequências de Ensino Investigativas. *Ensino Em Re-Vista*. v.22, n.2, p.249-266, jul./dez. 2015.

## Apêndices

### *Texto 01: Por que o Mar Morto recebe este nome?*

Na verdade, o Mar Morto não é propriamente um mar e sim um grande lago com dimensões de 82 quilômetros de comprimento e 18 quilômetros de largura. Fica situado no Oriente Médio e banha a Jordânia, Israel e Cisjordânia. Encontra-se a 392 metros abaixo do nível do Mar Mediterrâneo: é o ponto mais baixo do planeta Terra.

Analisando a localização do Mar Morto não fica difícil perceber por que suas águas são tão salgadas. Dois fatores são responsáveis pela alta salinidade:

1. As águas que abastecem o Mar Morto provêm do rio Jordão, que é rico em sais minerais.
2. A região onde está situado é praticamente desértica, com clima subtropical e semiárido, com verões de altas temperaturas, ou seja, muito seco. O calor aumenta a taxa de evaporação nas superfícies aquáticas.

Conclusão: A água rica em sais minerais se evapora e seu teor de sal se concentra.



Mas em relação ao nome Mar Morto, por que foi batizado assim? A resposta está na alta concentração de sal em suas águas. Estima-se que seja 300 gramas de sais para cada litro de água, sendo que a quantidade considerada normal e que se faz presente nos oceanos é de 35 gramas para cada litro de água.

Agora pergunto: como pode haver vida em meio a tanto sal? O desenvolvimento de peixes ou vegetação é praticamente impossível, uma vez que o sal incomoda até banhistas que permanecem por poucos minutos, imagine viver neste local. A situação é tão crítica que, os peixes que chegam pelo rio Jordão, morrem instantaneamente ao entrarem no lago. A denominação Mar Morto traduz a impossibilidade de vida neste local.

A salinidade característica favorece a formação de cristais na superfície. Esse aspecto juntamente com o fato de corpos flutuarem com maior facilidade em meio salino (mais denso), fazem do Mar Morto um ponto turístico visitados por milhares de curiosos.

Fonte: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/por-que-mar-morto-recebe-este-nome.htm>. Acesso em 21 de maio de 2018.

### **Texto 02: O Mar Morto e a Alta Densidade**

Localizado no Oriente Médio, o Mar Morto recebe esse nome em razão da grande concentração de sal que possui, chegando a ser 10 vezes maior do que nos oceanos. Essa grande quantidade de sal impossibilita a vida de peixes e micro-organismos.

Na realidade, o Mar Morto é um grande lago com uma área de aproximadamente 1.050 km<sup>2</sup>; esse é abastecido pelo rio Jordão.

A grande quantidade de sal faz com que a densidade da água seja muito alta. Essa característica atrai turistas do mundo inteiro, em face do fato de as pessoas flutuarem com muita facilidade. Mas você sabe o que é densidade?



Figura 01: Homem flutuando no mar morto  
[https://pt.wikipedia.org/wiki/Mar\\_Morto#/media/File:Dead\\_sea\\_newspaper.jpg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Mar_Morto#/media/File:Dead_sea_newspaper.jpg)

A densidade de um corpo é a razão entre a sua massa e o seu volume.

$$d = \frac{m}{v}$$

A densidade é uma característica própria de cada material, por isso é classificada como sendo uma propriedade específica. Nos sólidos, a densidade geralmente é maior do que nos líquidos, isso ocorre devido ao grau de agitação das moléculas - que nos sólidos é bem menor do que nos líquidos, fazendo com que o distanciamento molecular no primeiro seja menor do que no segundo.

Segundo o teorema de Arquimedes, “um fluido em equilíbrio age sobre um corpo nele imerso, com uma força vertical orientada de baixo para cima, chamada de empuxo, que é aplicada no centro de gravidade do volume de fluido deslocado, cuja intensidade é igual à do peso e do volume de fluido deslocado”.

Adaptado de: CAVALCANTE, Kleber G. "O Mar Morto e a Alta Densidade"; *Brasil Escola*. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/o-mar-morto-alta-densidade.htm>>. Acesso em 21 de maio de 2018.

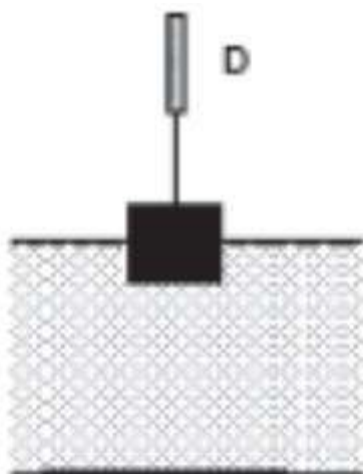
### ***Lista de Exercícios***

1. (Enem-2010) Durante uma obra em um clube, um grupo de trabalhadores teve de remover uma escultura de ferro maciço colocada no fundo de uma piscina vazia. Cinco trabalhadores amarraram cordas à escultura e tentaram puxá-la para cima, sem sucesso.

Se a piscina for preenchida com água, ficará mais fácil para os trabalhadores removerem a escultura, pois a

- a) escultura flutuará, desta forma, os homens não precisarão fazer força para remover a escultura do fundo.
- b) escultura ficará como peso menor. Desta forma, a intensidade da força necessária para elevar a escultura será menor.
- c) água exercerá uma força na escultura proporcional a sua massa, e para cima. Esta força se somará à força que os trabalhadores fazem para anular a ação da força peso da escultura.
- d) água exercerá uma força na escultura para baixo, e esta passará a receber uma força ascendente do piso da piscina. Esta força ajudará a anular a ação da força peso na escultura.
- e) água exercerá uma força na escultura proporcional ao seu volume, e para cima. Esta força se somará à força que os trabalhadores fazem, podendo resultar em uma força ascendente maior que o peso da escultura.

2. Em um experimento realizado para determinar a densidade da água de um lago, foram utilizados alguns materiais conforme ilustrado: um dinamômetro D com graduação de 0 N a 50 N e um cubo maciço e homogêneo de 10 cm de aresta e 3 kg de massa. Inicialmente, foi conferida a calibração do dinamômetro, constatando-se a leitura de 30 N quando o cubo era preso ao dinamômetro e suspenso no ar. Ao mergulhar o cubo na água do lago, até que metade do seu volume ficasse submersa, foi registrada a leitura de 24 N no dinamômetro. Considerando que a aceleração da gravidade local é de  $10 \text{ m/s}^2$ , a densidade da água do lago, em  $\text{g/cm}^3$ , é:



- a) 0,6.                      b) 1,2.                      c) 1,5.  
 d) 2,4.                      e) 4,8.

3. Um consumidor desconfia que a balança do supermercado não está aferindo corretamente a massa dos produtos. Ao chegar a casa resolve conferir se a balança estava descalibrada. Para isso, utiliza um recipiente provido de escala volumétrica, contendo 1,0 litro d'água. Ele coloca uma porção dos legumes que comprou dentro do recipiente e observa que a água atinge a marca de 1,5 litro e também que a porção não ficara totalmente submersa, com  $\frac{1}{3}$  de seu volume fora d'água. Para concluir o teste, o consumidor, com ajuda da internet, verifica que a densidade dos legumes, em questão, é a metade da densidade da água, onde,  $d = 1 \text{ g/cm}^3$ . No supermercado a balança registrou a massa da porção de legumes igual a 0,500kg (meio quilograma). Considerando que o método adotado tenha boa precisão, o consumidor concluiu que a balança estava descalibrada e deveria ter registrado a massa da porção de legumes igual a:

- a) 0,073kg.                      b) 0,167kg.                      c) 0,250kg.  
 d) 0,375kg.                      e) 0,750kg.

4. Marque a alternativa correta a respeito do empuxo.

- a) O empuxo é uma força vertical e descendente, que atua sobre objetos mergulhados exclusivamente em líquidos.  
 b) O empuxo é uma força vertical e ascendente, que atua sobre objetos mergulhados em fluidos. Essa grandeza equivale ao peso de fluido deslocado pelo objeto mergulhado.  
 c) O empuxo terá o mesmo módulo da força peso.

- d) O empuxo é uma força vertical e ascendente, que atua sobre objetos mergulhados exclusivamente em líquidos. Essa grandeza equivale ao peso de fluido deslocado pelo objeto mergulhado.
- e) Todas as alternativas estão incorretas.
5. Um objeto, de volume  $0,5 \text{ m}^3$ , possui 30% do seu volume mergulhado em um recipiente com água. Sabendo que a densidade no local é de  $9,8 \text{ m/s}^2$  e que a densidade da água é de  $1000 \text{ kg/m}^3$ , determine o empuxo sobre o objeto.
- a) 1000 N                      b) 4700 N                      c) 2700 N
- d) 1550 N                      e) 1470 N
6. Um objeto sólido é colocado em um recipiente que contém um líquido. O objeto fica parcialmente submerso, em repouso. A seguir, são feitas três afirmações sobre o módulo da força de empuxo sobre o objeto.
- I - É proporcional à densidade do líquido.
- II - É proporcional ao volume total do objeto.
- III- É proporcional à densidade do objeto.
- Quais estão corretas?
- a) Apenas I.                      b) Apenas II.                      c) Apenas III.
- d) Apenas I e III.                      e) Apenas I, II e III.