

Ensino sobre o empuxo utilizando o método *Peer Instruction*

Basilio, D. C.^{1*}; Sarnaglia, G. L.^{2§}; Buffon, L. O.^{3#}, Piumbine, C. K.^{3%}

¹Licenciatura em Física - Núcleo de Estruturação do Ensino de Física, Instituto Federal do Espírito Santo, Cariacica, ES.

²Escola Maria Ortiz – Secretaria Estadual de Educação do Espírito Santo – ES – Vitória, ES.

³Coordenadoria de Física - Núcleo de Estruturação do Ensino de Física, Instituto Federal do Espírito Santo, Cariacica, ES.

e-mail: *daninelciprianobasilio@gmail.com; §gilceias@gmail.com; #buffon@ifes.edu.br; %cleiton.kenup@ifes.edu.br

Resumo

A Escola Maria Ortiz tem vista para o Porto de Vitória-ES, onde ficam ancorados vários navios. Utilizamos esse contexto para despertar a curiosidade dos alunos da escola sobre a flutuabilidade dos navios e de submarinos. Na intervenção utilizou-se o Método de Instrução por Pares (*Peer Instruction*) com o objetivo de que os alunos tenham uma postura mais ativa na aula. A proposta incluiu uma aula inicial com experimentos de objetos imersos na água e também o chamado experimento do “Submarino na Garrafa”. Os alunos foram divididos em grupos e questões conceituais foram propostas para eles responderem e discutirem entre si. As votações foram realizadas através do *Software Plickers*. Os resultados foram analisados e a abordagem mostrou indícios de aprendizagem e de aumento da participação dos alunos.

Abstract

The Maria Ortiz School overlooks the Port of Vitória, Espírito Santo, where several ships are anchored. We used this context to spark students' curiosity about ship buoyancy. The intervention employed the Peer Instruction Method to encourage students to take a more active role in class. The proposal included an initial lesson with experiments such as using a dynamometer to measure the apparent weights of objects immersed in water and the so-called "Submarine in a Bottle" experiment. Students were divided into groups, and conceptual questions were posed for them to answer and discuss. Voting was conducted using *Plickers* software. The results were analyzed, and the approach showed evidence of learning and increased student participation

Keywords (Palavras chaves): Flutuabilidade, Princípio de Arquimedes, Peer Instruction

1. Introdução

A escola Maria Ortiz, localizada na cidade de Vitória no Espírito Santo, tem uma vista para o Porto de Vitória. Com o objetivo de desenvolver um ensino mais contextualizado, os bolsistas do PIBID (Programa Institucional de Iniciação à Docência) se propuseram à realização de uma intervenção didática envolvendo as propriedades de flutuabilidade dos navios e submarinos.

Para os estudantes das turmas de primeiro ano 1M4 e 1M5 dessa escola, foi proposta a seguinte pergunta: “Por que grandes navios de aço pesando toneladas flutuam enquanto objetos pequenos, como moedas, afundam”? A partir dessa inquietação, propôs-se investigar os princípios físicos envolvidos na flutuação de objetos em líquidos.

Espera-se através dessa contextualização promover uma aprendizagem significativa que faça sentido para os alunos. Além disso, para que os alunos tivessem uma postura ativa na sala de aula, adotou-se o

método do *Peer Instruction* (Instrução por Pares) (Mazur, 2015). Este método, desenvolvido por Eric Mazur em 1991, pode favorecer a construção coletiva do conhecimento por meio do debate e da troca de ideias entre os alunos.

O *Peer Instruction* é considerado um método de ensino com potencial de promover a aprendizagem ativa por meio da interação entre os alunos. Em vez de apenas ouvir passivamente a explicação do professor, os estudantes refletem individualmente sobre uma pergunta conceitual, discutem suas respostas com colegas e depois revisam sua escolha. Essa troca de ideias estimula a compreensão profunda dos conceitos, corrige equívocos e fortalece o raciocínio crítico, melhorando a compreensão conceitual (Müller et al, 2017).

O objetivo geral deste artigo foi analisar as contribuições do uso de experimentos de força de empuxo, juntamente com um questionário e debates entre os alunos, na aprendizagem sobre flutuabilidade

XV Encontro Científico de Física Aplicada - 2025

em duas turmas de 1º ano do ensino médio.

Para atingir este objetivo geral os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- Construir e demonstrar o Experimento do Submarino na garrafa;
- Discutir os conceitos sobre força de empuxo;
- Testar os conceitos trabalhados com um questionário usando QR code para leitura das respostas;
- Solicitar que os alunos debatessem as questões dentro do método do *Peer Instruction*.

Nas próximas seções deste artigo são apresentados os procedimentos metodológicos, o relato da aplicação, as análises dos resultados e as conclusões finais.

2. Procedimentos Metodológicos

O método *Peer Instruction* proporciona aulas mais interativas com participação ativa dos alunos. No decorrer da intervenção é passada uma explicação prévia sobre o assunto e questões conceituais são propostas para eles responderem. Conforme mostrado no fluxograma da Figura 1, é feita uma votação utilizando os *clickers*, que permite saber a porcentagem de acertos sem fornecer a resposta correta aos alunos.

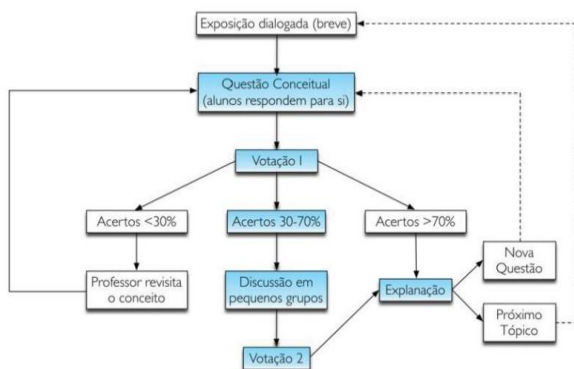


Figura 1: Fluxograma da metodologia *Peer Instruction*.

Fonte: Adaptado de Lasry, Mazur e Watkins (2008).

Se o número de acertos dos alunos for maior do que 70%, discute-se a resposta correta e segue-se para outra questão. Se o número de acertos for inferior a 30%, discute-se os conceitos envolvidos na questão de uma forma mais detalhada e se refaz a votação da questão.

Quando a votação fica entre 30% e 70%, sem dizer a resposta correta, solicita-se que os alunos se agrupem em grupos de 2, 3 ou 4 alunos e discutam as respostas que escolheram. Neste momento, espera-se que ocorra a instrução pelos pares, onde alunos com mais convicção tentarão convencer os colegas que não estiverem muito confiantes em suas respostas. Depois de alguns minutos volta-se novamente e este processo

pode se repetir até que o percentual de acertos atinja 70% (Araujo; Mazur, 2013).

Descrição do Experimento do Submarino na Garrafa

Na Hidrostática os Princípios de Arquimedes e de Pascal são fundamentais para o entendimento do comportamento de sólidos imersos em fluidos. No cotidiano existem diversas aplicações tais como a flutuação de navios, os submarinos, boias de caixas de água, etc...

O experimento mostrado na Figura 2 é construído utilizando uma garrafa plástica pet grande e transparente, água e um recipiente menor dentro, com ar preso, que simula um submarino.

Este recipiente menor pode ser uma tampa de caneta, tampada em sua parte superior com uma massinha de modelar, de forma a manter ar preso quando colocada na água dentro da garrafa fechada.

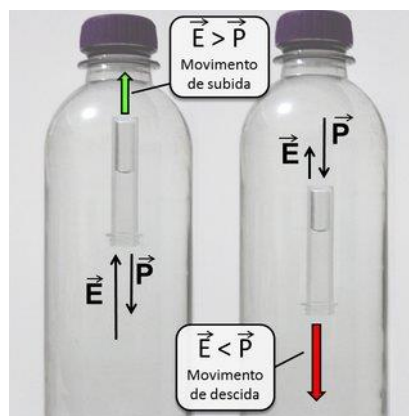


Figura 2: Experimento do submarino na garrafa e a explicação da flutuabilidade de objetos.

Fonte: https://www.researchgate.net/publication/329212415_ATIVIDADE_EXPERIMENTAL_DE_BAIIXO_CUSTO_O_CONTRIBUTO_DO_LUDIAO_E_SUAS_IMPLICAÇÕES_PARA_O_ENSINO_DE_FISICA

A ideia do experimento é fazer a tampa submergir e emergir diversas vezes e questionar os alunos como isso pode ser feito. Neste processo o mediador pode sugerir explicações alternativas tais como utilizando um ímã ou um laser, questionando se isso seria uma explicação possível. Depois disso, o mediador deve fazer a demonstração do experimento sem usar material algum para que os alunos verifiquem suas hipóteses iniciais.

Mas como isso é possível? Sutilmente, o mediador deve pressionar a base da garrafa de forma a aumentar a pressão interna na água. Devido ao Princípio de Pascal essa variação de pressão é transportada a todos os pontos internos do líquido e com isso reduzindo o volume da bolha do ar preso abaixo da tampa de caneta.

A explicação física está relacionada à relação da força de empuxo para cima e o peso para baixo. O peso do sistema tampinha de caneta + bolha de ar é constante, enquanto que o empuxo varia à medida que

XV Encontro Científico de Física Aplicada - 2025

o volume da bolha se altera. Desta forma, o mediador ao pressionar a base da garrafa está reduzindo a força de empuxo fazendo a tampinha afundar. Quando a pressão na garrafa é diminuída a tampinha sobe novamente.

Essa variação da força de empuxo é explicada através do Princípio de Arquimedes, de que o empuxo depende da densidade do líquido (água), da gravidade e do volume deslocado (volume do sistema Tampinha de Caneta + Bolha de Ar). Basicamente, o que ocorre é que o aumento da pressão reduz o volume do sistema (Tampinha de Caneta + Bolha de Ar), reduzindo o empuxo causando o afundamento e com a retirada da pressão o inverso ocorre.

O experimento pode ser entendido também através da variação da densidade do sistema (Tampinha de Caneta + Bolha de Ar). Quando colocamos a tampinha da caneta na garrafa cheia de água, ela flutua porque a densidade do sistema (Tampinha de Caneta + Bolha de Ar) é menor que a da água. Ao apertarmos a garrafa, a pressão interna aumenta, o volume da bolha de ar diminui e a água entra na tampinha, aumentando a densidade do sistema (Tampinha de Caneta + Bolha de ar), fazendo-a afundar. Quando soltamos a garrafa, a pressão interna diminui, o ar se expande, a água sai da tampinha, diminuindo a densidade do sistema (Tampinha de Caneta + Bolha de ar), fazendo-a emergir. Esse mecanismo simples reproduz exatamente como os submarinos reais controlam sua profundidade.

Questões Aplicadas

Com o objetivo de verificar a efetividade da aplicação do *Peer Instruction* no ensino do empuxo, foram aplicadas cinco questões conceituais de múltipla escolha nas turmas 1M4 e 1M5. Os dados foram coletados por meio do aplicativo *Plickers* e analisados quanto ao desempenho progressivo dos estudantes. As respostas corretas estão em *itálico* mas não foram passadas para os alunos.

Questão 1

Quando um corpo é imerso total ou parcialmente num fluido em equilíbrio, sob a ação da gravidade, ele recebe do fluido uma força denominada empuxo ou?

- a) Impulsão de Stevin;
- b) *Impulsão de Arquimedes;*
- c) Impulsão de Pascal;
- d) Impulsão de Newton.

Questão 2

As esferas, X e Y na Figura 3, têm volumes iguais e são constituídas do mesmo material. X é oca e Y é maciça, ambas em repouso dentro de um líquido homogêneo em equilíbrio. Nessas condições, é correto afirmar que as esferas:

- a) Têm massa iguais;
- b) Apresentam a mesma densidade;
- c) *Estão submetidas a empuxos iguais;*

d) Possuem pesos de mesma intensidade.

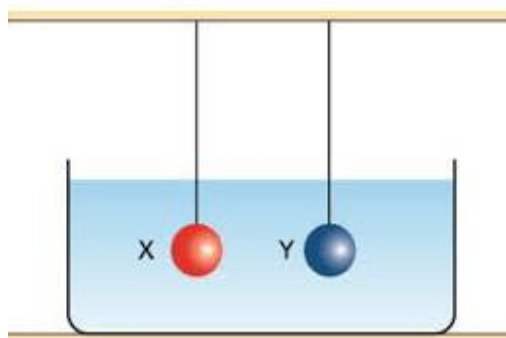


Figura 3: Imagem de duas esferas imersas na água da Questão 2
Fonte: Os autores

Questão 3

A Figura 4 mostra um copo com água no qual foram colocados uma rolha de cortiça e uma moeda. Sejam PR e PM os módulos dos pesos e ER e EM os módulos dos empuxos que atuam na rolha e na moeda, respectivamente. Nessas condições pode-se afirmar que:

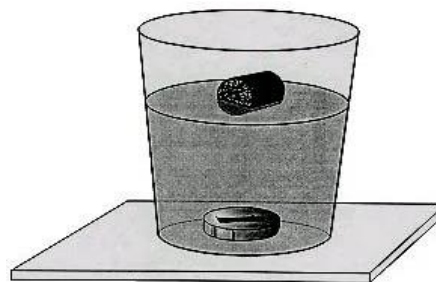


Figura 4: Imagem de uma moeda e uma rolha da Questão 3
Fonte: Os autores

- a) *ER=PR e EM < PM*
- b) ER > PR e EM < PM
- c) ER > PR e EM = PM
- d) ER = PR e EM = PM

Questão 4

Durante uma pescaria, um pescador percebeu que era mais fácil puxar a âncora do seu barco quando ela estava totalmente submersa do que quando ela estava fora da água. Sobre essa observação, ele elaborou quatro explicações. Qual delas é a correta?

- a) Enquanto permanece submersa, o peso da âncora é menor;
- b) O empuxo produzido pela água e o peso da âncora se anulam;
- c) O empuxo produzido pela água é maior que o peso da âncora;
- d) *Enquanto permanece submersa a intensidade da força para puxar a âncora é menor que a intensidade do peso da âncora.*

XV Encontro Científico de Física Aplicada - 2025

Questão 5

Uma esfera metálica oca ou casca esférica tem em seu interior um pouco de ar. Ao ser colocada em um líquido, verifica-se que ela permanece parcialmente submersa. Caso o ar que está em seu interior seja retirado, o que acontecerá com a esfera?

- a) Diminui a sua parte submersa;
- b) A esfera ficará totalmente submersa;
- c) Não haverá mudança com a esfera;
- d) Aumenta sua parte submersa.

3. Resultados

Utilizando o aplicativo Plickers para fazer a contagem de acertos nas turmas aplicadas temos que os alunos tiveram um índice de acerto bem variado principalmente quando comparamos as turmas. Foi aplicada em duas turmas de primeiro ano, 1M4 e 1M5 onde respectivamente havia 23 e 25 alunos.

O resultado das turmas 1M4 e 1M5 são apresentados nos Gráficos 1 e 2, respectivamente.

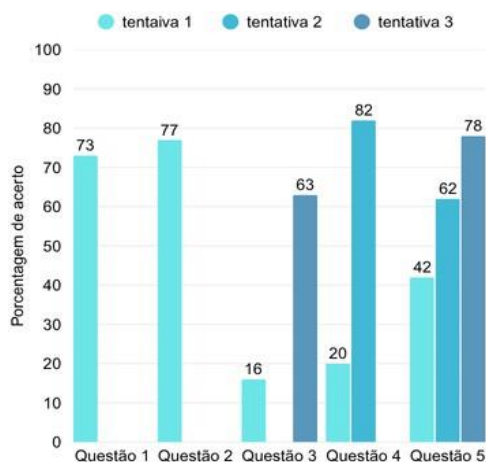


Gráfico 1: Resultados para a turma 1M4
Fonte: Os autores

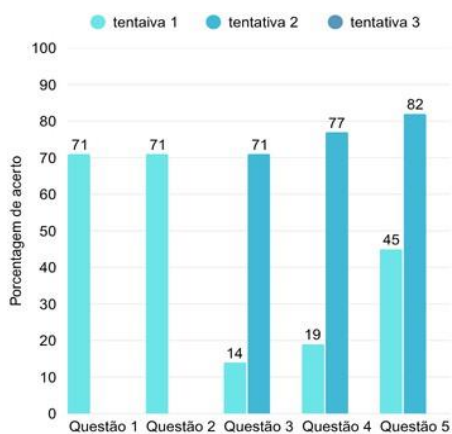


Gráfico 2: Resultados para a turma 1M5
Fonte: Os autores

Para a turma 1M4, conforme mostrado no Gráfico 1, nas questões um e dois os alunos tiveram um desempenho muito bom, pois os eles conseguiram atingir o objetivo de acertar sem a necessidade do debate. Contudo, os alunos tiveram dificuldade nas questões 3, 4 e 5, onde foram necessários o debate entre os alunos, uma vez na questão 4 e duas vezes nas questões 3 e 5.

O resultado da turma 1M5 é apresentado no Gráfico 2. Esta turma teve um desempenho acima do esperado pois não precisaram da terceira tentativa em nenhuma questão.

4. Conclusão

Concluimos que a metodologia ativa *peer instruction* pode ser uma abordagem interessante para assuntos de cunho mais conceitual, pois utilizando esta estrutura podemos ter uma aula mais dinâmicas para o aluno, onde ele poder exercer o papel de protagonista em sala de aula.

Além disto comparando os gráficos vemos que há um crescimento interessante do acerto quando houve um debate entre os alunos, mesmo tendo uma grande divergência na questão três do gráfico 1 onde o desempenho foi muito baixo, mesmo assim é possível colocar no ensino público estadual metodologias ativas para o ensino de física.

5. Referências

- [1] Mazur, Eric. **Peer Instruction: A Revolução da Aprendizagem Ativa**. Penso Editora, 2015.
- [2] MÜLLER, Maykon Gonçalves et al. A literature review on the implementation of Peer Instruction interactive teaching method (1991 to 2015). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, p. e3403, 2017.
- [3] LASRY, N.; MAZUR, E.; WATKINS, J. Peer instruction: from Harvard to the two-year college. *American Journal of Physics*, v. 76, n. 11, p. 1066(4), 2008.
- [4] ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino aprendizagem de Física. **Cad. Bras. Ens. Fís.** 2013. V. 30. N. 2. P. 362 – 384.