

Uma abordagem de fluidos no ensino de física na educação básica

A fluid approach in teaching physics in basic education

Wendel Vendregler Araujo Martins¹ , Clóves Gonçalves Rodrigues^{2,*} , Edson Vaz de Andrade³ 

1. Centro Municipal de Educação Infantil “Leonor Alcioni de Mello” – Goianira (GO), Brasil.

2. Pontifícia Universidade Católica de Goiás  – Escola Politécnica e de Artes – Goiânia (GO), Brasil.

3. Pontifícia Universidade Católica de Goiás  – Escola de Formação de Professores e Humanidades – Goiânia (GO), Brasil.

Autor correspondente: cloves@pucgoias.edu.br

Editores de Seção: Maria Consuelo Alves Lima

Recebido: 01 Dez. 2022 | **Aprovado:** 25 Jan. 2023

Como citar: MARTINS, W. V. A.; RODRIGUES, C. G.; ANDRADE, E. V. Uma abordagem de fluidos no ensino de física na educação básica. *Ensino & Multidisciplinaridade*, São Luís (MA), v. 8, n. 2, e1122, 2022. <https://doi.org/10.18764/2447-5777v8n2.2022.11>

RESUMO

Este estudo foi elaborado com a intenção de discutir conceitos básicos da física de fluidos com a utilização de fatos históricos e experiências do cotidiano, buscando melhor aprendizado por parte dos alunos. Nesse sentido, tomamos algumas situações práticas do dia a dia dos alunos (relacionadas à física de fluidos) conectando os conhecimentos prévios dos alunos e os conceitos básicos da física de fluidos. A ideia central é mostrar que, com exemplos vivenciados pelos alunos em seu cotidiano, é possível construir uma ponte entre o saber comum (ligado à sua experiência cotidiana) e o científico. A metodologia utilizada nesta pesquisa se caracteriza como exploratória, pois busca explicitar o problema e familiarizar a sua compreensão. Mostramos que existem exemplos práticos do cotidiano que podem auxiliar no aprendizado dos conceitos básicos da hidrostática e hidrodinâmica. O público-alvo deste estudo são estudantes e professores de graduação em licenciatura em física ou áreas afins, de professores do ensino médio e fundamental, e de alunos do ensino médio.

Palavras-chave: Hidrostática. Hidrodinâmica. Empuxo. Metodologia de ensino. História da ciência.

ABSTRACT

This article was prepared with the intention of introducing the basic concepts of fluid physics with the use of historical facts and everyday experiences seeking a better learning by the students. In this sense, we take some practical situations from the students' everyday lives (related to fluid physics) and connect the students' prior knowledge with these everyday experiences with the basic concepts of fluid physics. The central idea is to show that with examples experienced by students in their daily lives, it is possible to build a bridge between common knowledge (linked to their everyday experience) and scientific knowledge. The methodology used in this research is characterized as exploratory, as it seeks to explain the problem and familiarize its understanding. We show that there are practical everyday examples that can help in learning the basic concepts of hydrostatics and hydrodynamics. The target audience of this article are undergraduate students and professors in physics or related areas, secondary and elementary school teachers, and high school students.

Keywords: Hydrostatic. Hydrodynamics. Buoyancy. Teaching methodology. History of science.

INTRODUÇÃO

Nas matrizes curriculares dos cursos de graduação em Licenciatura Plena em Física são várias as disciplinas que estão relacionadas às metodologias de ensino com ênfase nas práticas pedagógicas aplicadas em sala de aula. Esse é um ponto crucial da fundamentação teórica que sustenta uma matriz curricular de um curso universitário de licenciatura, o qual deve ser humanizado e comprometido com a reestruturação e a ressignificação formativa de seus alunos. Compreender a forma de pensar e agir dos discentes deve também fazer parte do conjunto de ações de toda instituição universitária que prepara seus alunos para serem futuros professores no ensino médio ou fundamental. Dessa forma, um diferencial formador deve ser justamente um olhar mais sensível e empático no que diz respeito às reais dificuldades dos discentes.

Assim, de forma geral, o tratamento do professor para com o aluno no que diz respeito aos métodos de ensino precisa ser mais envolvente e pedagógico. A grande questão é compreender o que significa ser *pedagógico*. Segundo Ferreira (2018, p. 594):

Detalhadamente, estabeleceu-se que trabalho pedagógico seria a produção do conhecimento em aula, tanto dos professores, quanto dos estudantes. Mas vai além. Considera-se, ainda, que a produção do conhecimento pressupõe envolvimento e participação política em todos os momentos escolares, além de intenso imbricamento, comprometimento e responsabilidade com o projeto pedagógico institucional. Trata-se, pois, de um movimento dialético entre o individual e o coletivo: entre o que os professores concebem seu projeto pedagógico individual, e o que a escola, comunidade articulada, estabeleceu em seu projeto pedagógico institucional em consonância com o contexto histórico, social, político, econômico.

Fica evidente que o saber pedagógico está devidamente presente nas escolas e universidades. No entanto existem diversas maneiras de se aprender determinado conteúdo e/ou determinada disciplina. Pensar que história, filosofia e/ou sociologia não são necessárias no decorrer da trajetória acadêmica de um aluno é apoiar-se apenas aos conhecimentos cognoscíveis e inatos a determinado grupo. Isso está diametralmente oposto ao que foi dito por Polanyi (2020, p. 14):

Reconsiderarei o conhecimento humano a partir do fato de que nós conhecemos mais do que conseguimos dizer. Este fato parece óbvio; mas não é fácil dizer exatamente o que é que significa. Tomemos um exemplo. Conhecemos o rosto de uma pessoa, e podemos reconhecê-la entre mil, até mesmo entre um milhão. Contudo, geralmente não podemos dizer como é que reconhecemos um rosto que conhecemos. Logo, a maioria do conhecimento não se pode exprimir por palavras.

Partindo desse ponto, há uma questão crucial a ser pensada. Decerto existe uma dicotomia entre o que Polanyi (2020, p. 14) chamou de saber tácito com o saber pedagógico. Indubitavelmente, faz-se necessária uma análise na subjacência de ambos para que haja a verdadeira compreensão de seus significados.

A Física é uma ciência abrangente e contém demasiada gama de conteúdos e conhecimentos inerentes à vida humana. Todos os dias coisas novas estão sendo descobertas e/ou aprimoradas. As observações feitas e repassadas, geração após geração, fazem com que a disciplina de física seja desafiadora. Não obstante aprender física é uma tarefa considerada complexa pela grande maioria da população.

A realização deste trabalho teve como objetivo principal promover uma discussão sobre aplicações da hidrostática e da hidrodinâmica no cotidiano e a relação dessas usuais aplicações com o ensino da física de fluidos. Imagens e exemplos práticos do cotidiano podem auxiliar no estudo da hidrostática e hidrodinâmica. Esses exemplos práticos podem ajudar a esclarecer na mente do educando um fenômeno físico que ele já conhece (porém sob outra perspectiva), possibilitando criar um novo conhecimento na mente do aluno (TAVARES, 2004).

Fica então a pergunta: existem imagens e exemplos históricos e práticos do cotidiano que podem auxiliar no aprendizado da hidrostática e hidrodinâmica?

A HISTÓRIA COMO METODOLOGIA DE ENSINO

O uso de fatos históricos no ensino de física parece ser bem aceita, mas, ao mesmo tempo, quase não se observam aplicações desta metodologia nas salas de aula do Ensino Médio:

A necessidade de incorporação de elementos históricos e filosóficos no ensino médio chega a ser praticamente consensual, o que passou a orientar currículos de parcela significativa das licenciaturas. No entanto, os professores do nível médio dificilmente usam esse tipo de conhecimento em suas práticas. (MARTINS, A., 2007, p. 112)

Em geral, o estudo de disciplinas como matemática, biologia e física vem carregado de teorias e conceitos adjacentes à matéria em questão. Falando mais especificamente da física, pode-se dizer que praticamente todo aluno já ouviu falar da lendária *maçã de Newton* relacionada aos conceitos de gravitação. Pode até não ter sido um fato real, ser apenas uma lenda, mas seu conto faz o aluno criar em sua mente um tipo de estímulo ao conteúdo, de maneira a facilitar o aprendizado. Mas esse não deve ser o único papel da história no ensino de ciências como um todo e, em específico, no ensino de física.

Em sintonia com essa colocação, A. Martins (2007) faz a seguinte afirmação a respeito do uso da História e Filosofia da Ciência (HFC) no ensino:

Mesmo quando pensada em termos de conteúdo, é algo a ser acrescentada, quase como uma introdução aos assuntos e temas “regulares” do currículo. Como estratégia, limita-se praticamente ao aspecto motivacional, visando despertar o interesse dos alunos para – novamente – os assuntos “regulares”. Os próprios professores não parecem levar muito a sério a perspectiva de aprender Física com a HFC. Mas como “ilustração”, sabemos que ela dificilmente cumpre o seu papel. (MARTINS, A., 2007, p. 113)

A história carrega todo o passado, ou melhor, a construção dos problemas e toda sua complexidade até se chegar aos dias atuais. Entretanto essas perspectivas históricas têm sido deixadas de lado nos livros didáticos atuais.

O papel da história na educação transcende a questão dos fatos simplesmente. A história é como uma máquina do tempo, que consegue resgatar todas as dificuldades, sofrimentos e alegrias de momentos distantes. Em sala de aula,

Infere-se que a dificuldade do aprendizado possa ser solucionada mostrando aos estudantes, por meio de discussões abertas, conhecimentos construídos pelo homem ao longo de sua história, como as questões foram respondidas ao longo dos tempos e os caminhos percorridos para sua solução, criando uma situação mais propícia para que os alunos possam contextualizar os conceitos estudados, bem como suas angústias, preocupações, dificuldades e certezas. (BOFF; BARROS, 2014, p. 189)

A história tem o papel de elucidar as dúvidas dos alunos mais curiosos e também criar a curiosidade naqueles que não possuem afeição pela disciplina. É indiscutível a importância do papel da história para com o ensino de física nas escolas. Assim, alguma introdução histórica como um recurso didático é sempre bem-vinda antes de se iniciar ou mesmo durante o estudo de qualquer conceito teórico em física (PINTO; SANTOS; SILVA, 2022).

Essas discussões podem justificar a importância de introdução de fatos históricos na formação dos professores, mesmo sabendo-se que esses fatos históricos, por si só, não garantem sua utilização de maneira adequada nas salas de aula da educação básica. Segundo A. Martins (2007, p. 15):

Assim, a HFC surge como uma necessidade formativa do professor, na medida em que pode contribuir para: evitar visões distorcidas sobre o fazer científico; permitir uma compreensão mais refinada dos aspectos envolvendo o processo de ensino aprendizagem da ciência; proporcionar uma intervenção mais qualificada em sala de aula. [...] No entanto, a simples consideração de elementos históricos e

filosóficos na formação inicial de professores das áreas científicas – ainda que feita com qualidade – não garante a inserção desses conhecimentos nas salas de aula do ensino básico, tampouco uma reflexão mais aprofundada, por parte dos professores, do papel da HFC para o campo da didática das ciências. As principais dificuldades surgem quando pensamos na utilização da HFC para fins didáticos, ou seja, quando passamos dos cursos de formação inicial para o contexto aplicado do ensino e aprendizagem das ciências.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção será mostrado como o uso de fatos históricos e de exemplos práticos do cotidiano podem auxiliar no aprendizado dos conceitos básicos da hidrostática e hidrodinâmica.

Conceito de fluido e pressão

Fluido é toda substância que pode escoar, ou seja, fluir. O termo pode ser usado para gases e líquidos (NUSSENZVEIG, 2002). No estudo dos fluidos alguns conceitos são fundamentais, como densidade, pressão, empuxo e vazão. A seguir, examinam-se mais detalhadamente esses conceitos.

Quando a massa m de um material homogêneo possui um volume V , a densidade d desse material é dada pela relação entre a massa e o volume ocupado por ele (Eq. 1):

$$d = m/v \quad (1)$$

Dessa expressão, observa-se que a unidade de medida de densidade é igual à unidade de massa por unidade de volume. Se adotada a convenção do sistema internacional de unidades (SI), que usa o quilograma (kg) para a unidade de massa e o metro cúbico (m^3) para unidade de volume, a unidade de densidade é kg/m^3 . Uma sugestão que o professor pode dar ao aluno para que ele note as diferentes densidades de materiais seria a de colocar diferentes substâncias, uma de cada vez, em um copo. O volume do copo é o mesmo, mas o aluno irá notar que o peso do copo com as diferentes substâncias se modificou. Com base na equação, o professor pode explicar que isto aconteceu porque a densidade da substância é diferente.

Ressalta-se que a densidade de um corpo pode variar de um ponto para outro. Nesses casos, a equação $d = m/V$ pode ser usada somente para determinar a densidade média desse corpo.

Ao se trabalhar no Ensino Médio, o professor, em especial o de física, geralmente tem uma grande dificuldade de comunicação com os alunos. Uma das causas é o fato de os alunos terem experiências de vida diferentes uns dos outros. Isto é, as perspectivas variadas de cada aluno tornam a precisão de um conceito um trabalho mais complexo para uns alunos do que para outros. Um dos degraus é a diferenciação entre o conceito de pressão e força. Em sala de aula, os alunos costumam fazer indagações como: “Professor, pressão é quando você está empurrando um carro?”, “Eu estou fazendo pressão no carro?”, “Professor, a força está relacionada com o movimento de um corpo?”. Todas essas afirmações são comuns no dia a dia de uma sala de aula. O grande desafio de um professor é usar as ideias trazidas pelos alunos acerca do tema estudado e juntar aos conceitos científicos estabelecidos a fim de criar um novo conceito em sua mente. Um grande erro que um educador pode cometer nesse tipo de situação é simplesmente afirmar que a fala do aluno está errada. Isso pode criar um bloqueio na mente do aluno, fazendo com que ele tenha vergonha e retração em relação à aula e até mesmo com a disciplina. É importante que o educador se utilize de palavras que promovam satisfação e entusiasmo do aluno para com a disciplina em questão.

Mas o que de fato é força e o que é pressão? Pode-se pensar em uma situação hipotética na qual uma pessoa está em um supermercado guardando suas compras dentro de sacolas, como mostra a Fig. 1. Se esta pessoa tentar sustentar o máximo de sacolas em um único braço (ou mão) sentirá uma dor neste braço (ou mão) decorrente do *peso* dos produtos nas sacolas. E se sustentar estas sacolas pesadas por muito tempo ficará com marcas avermelhadas na pele. Mas, se a pessoa dividir as sacolas em seus dois braços o efeito será menor. Mas, por quê? Os conceitos de pressão e de força estão envolvidos na situação descrita.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2022)

Figura 1: Pessoa sustentando várias sacolas.

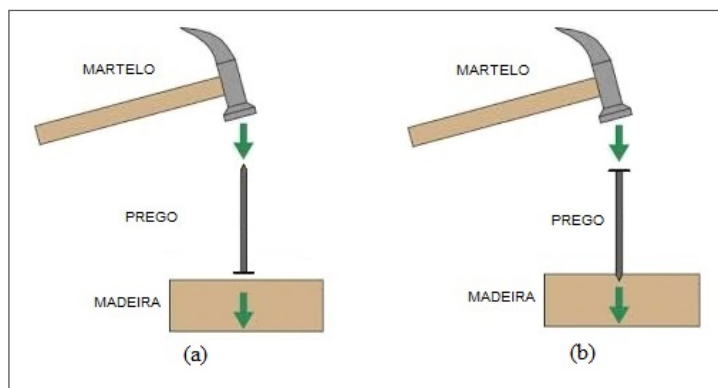
Ao se definir a pressão P , entende-se que ela é a razão entre a intensidade da força normal à superfície, F , e a área A da seção transversal em questão, que pode ser expressa pela Eq. 2.

$$P = F/A \quad (2)$$

Assim definida, a pressão P é uma grandeza escalar relacionada à força exercida perpendicularmente sobre uma superfície de área A .

Retomando o exemplo do supermercado, a resposta é que ao se dividir o peso total das sacolas nos dois braços o peso (força) em cada braço é diminuído e a área de contato é aumentada, conseqüentemente, diminuindo a pressão exercida na pele. Outra alternativa para se carregar muitas sacolas seria utilizar alças mais largas, aumentando a área de contato A com as mãos e, por conseguinte, diminuindo a pressão P . Percebe-se que força e pressão estão relacionadas, porém são dois conceitos diferentes. A força diz respeito àquilo que tem a capacidade de retirar um corpo da inércia e é uma grandeza vetorial, uma vez que alguém pode fazer uma força para cima, para os lados, na direção vertical ou horizontal, ou seja, a direção e o sentido são importantes para defini-la. Enquanto isso, a pressão é uma grandeza escalar, pois, fica perfeitamente definida com o valor da razão entre a intensidade da força normal aplicada a uma área A .

Outra vivência que elucida bem a diferença entre pressão e força é a experiência de se enfiar um prego em um pedaço de madeira, como ilustra a Fig. 2. Uma pessoa pode bater com o martelo na ponta fina e a cabeça do prego voltada para a madeira e, depois, trocar a posição do prego e bater o martelo na cabeça do prego com a ponta fina voltada para a madeira. Na primeira situação o prego nem penetra a madeira, mas na segunda situação o prego é enfiado com facilidade na madeira. Mas, se a força aplicada pelo martelo ao prego nas duas situações é a mesma, por que na segunda situação o prego enfia bem mais fácil na madeira? Entra aqui novamente o conceito de pressão. Na segunda situação a área (A) da ponta fina e aguda do prego é bem menor que na primeira situação fazendo com que a pressão (P) seja muito mais intensa na segunda situação.



Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

Figura 2: (a) O prego não penetra a madeira; (b) O prego penetra a madeira com facilidade, utilizando a mesma força empregada na situação (a).

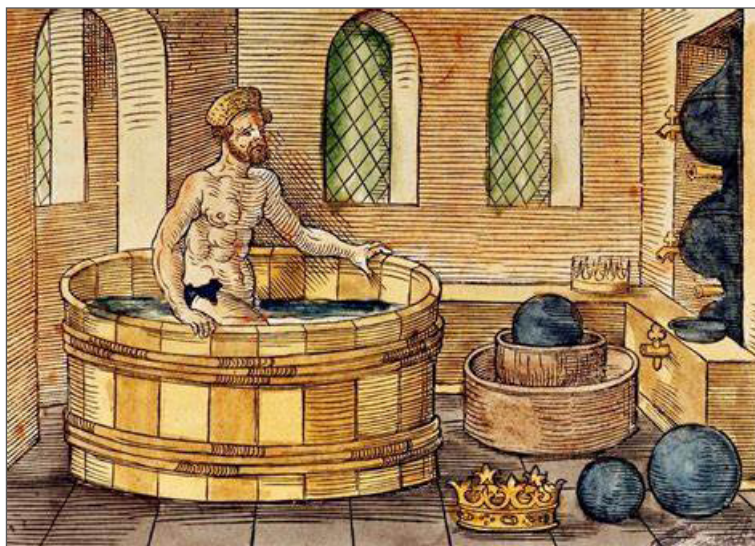
A partir daí o aluno começa a ter uma visão mais clara do conceito de pressão e de força e começa a definir seus próprios conceitos lançando mão ao que foi apresentado pelo professor e também o conhecimento trazido por ele próprio para sala de aula.

O conceito de empuxo

A história da coroa de Arquimedes é um acontecimento considerado controverso, provavelmente um mito. Arquimedes nasceu na cidade de Siracusa, na Sicília, por volta de 287 a.C., e morreu por volta de 212 a.C. Arquimedes foi um matemático, filósofo, físico, engenheiro, inventor e astrônomo grego tão brilhante que o então rei Hierão pediu-lhe que verificasse a composição de sua coroa, temendo que ela não fosse feita completamente de ouro, como fora dito. Segundo uma das versões dessa lenda, Arquimedes estava dentro de uma banheira com a coroa em mãos e a partir daí mergulhou a coroa e notou que ao fazer isso a água subia para mais perto da borda da banheira. A partir disso surgiu, segundo a história, o teorema do empuxo de Arquimedes. Devido à falta de documentos da época que pudessem esclarecer o que realmente ocorreu, têm-se vários questionamentos em relação à metodologia usada por Arquimedes, a qual envolvia medidas de líquido derramado. Galileo Galilei foi um dos que fizeram tais questionamentos. Segundo R. Martins (2000, p. 115):

Esta história, relatada pela primeira vez por Vitruvius, é repetida constantemente em livros didáticos e em salas de aula. Esse método atribuído a Arquimedes não seria, no entanto adequado, por causa dos erros introduzidos pela tensão superficial do líquido. Galileo já suspeitava que Arquimedes teria utilizado outro método, empregando pesagens (balança hidrostática) e não medidas de líquido derramado.

O uso de história no ensino precisa ser feito com muito cuidado. É importante discutir o contexto da época e principalmente a falta de documentação adequada. Mesmo com essas questões, acreditamos no valor dos fatos ou lendas históricas na facilitação da aprendizagem. A ilustração na Fig. 3 representa a situação aqui comentada.



Fonte: Retirado de Fontana (2022).

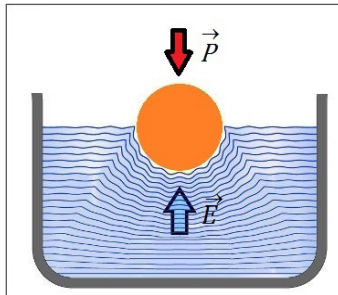
Figura 3: Representação de Arquimedes e a coroa do rei Hierão.

A lenda da coroa do rei Hierão entregue a Arquimedes é geralmente contada por professores de física em sala de aula, e o primeiro contato que quase todo aluno tem com esse tópico da física é justamente através dessa história. A grande questão se trata de como relacionar esse princípio com o cotidiano do aluno. Pode-se imaginar, por exemplo, a situação em que uma criança se encontra à beira de uma piscina. Sua primeira reação instintiva é pular dentro dela. No entanto a mãe dessa criança está por perto e a aconselha

a usar uma boia salva-vidas. Apesar de não gostar muito da ideia, a criança a usa devido à imposição feita pela mãe. Percebe-se, nesse simples exemplo, que o princípio de Arquimedes foi aplicado de maneira prática. Mas o que de fato é esse princípio?

O denominado *teorema do empuxo*, também conhecido como princípio de Arquimedes, traz consigo a noção de peso, fluido e de deslocamento de fluido, todos ligados de maneira sinérgica. Em outras palavras, o empuxo tem uma relação direta com o *peso do fluido deslocado pelo corpo*. Ao dizer tal frase em sala de aula a mente de um jovem aluno pode ficar confusa. Porém a melhor maneira de se enxergar o que foi dito é escrevendo, de maneira correta, o que foi falado. Nesse caso, de maneira matemática.

Imagine uma situação onde uma esfera é colocada dentro de um recipiente contendo água. No momento em que a esfera é colocada dentro do recipiente percebe-se que ela não afunda completamente. Apenas uma parte fica submersa e a outra fica exposta à superfície, como ilustra a Fig. 4.



Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

Figura 4: Representação das forças empuxo e peso atuando em uma esfera na água.

Ao ser indagado do por que isso acontece, a primeira coisa que se passa na mente da maioria dos alunos é que isso ocorre devido ao peso da esfera ser muito pequeno. Aqui está presente uma situação na qual o professor deve ter cuidado com suas palavras. Dizer que o aluno está completamente errado pode ser prejudicial para o desenvolvimento e armazenamento de ideias futuras do aluno.

No exemplo da piscina, quando a criança entrou na água com sua boia foi imediatamente empurrada pela força de empuxo para a superfície. O empuxo é uma força com direção vertical e sentido para cima. No momento em que o corpo da criança penetra na água há uma troca de ocupação de espaços: a água que antes tinha seu lugar definido o perdeu para o corpo da criança, e a água tenta retomar seu estado (espaço/lugar) original, tentando expulsar o corpo da criança para cima.

O princípio de Arquimedes afirma que, quando um corpo está parcialmente ou completamente submerso em um fluido, este fluido exerce sobre esse corpo uma força de baixo para cima, denominada força de empuxo. Essa força tem módulo igual ao módulo do peso do fluido que foi deslocado para ser ocupado pelo corpo (SERWAY; JEWETT, 2014). É devido a este princípio que um corpo submerso na água aparenta ter um peso menor que no ar. O módulo da força de empuxo, E , pode ser determinado pela equação: $E = P_{\text{fluido}}$, sendo P_{fluido} o módulo do peso de fluido que foi deslocado, que é igual a massa de fluido deslocada multiplicada pela gravidade g (Eq. 3).

$$E = M_{\text{fluido}} \times g \tag{3}$$

Considerando que a densidade d é a massa dividida pelo volume, isto é, $d = M_{\text{fluido}} / V$, a equação anterior para o empuxo E pode ser expressa como mostra a Eq. 4.

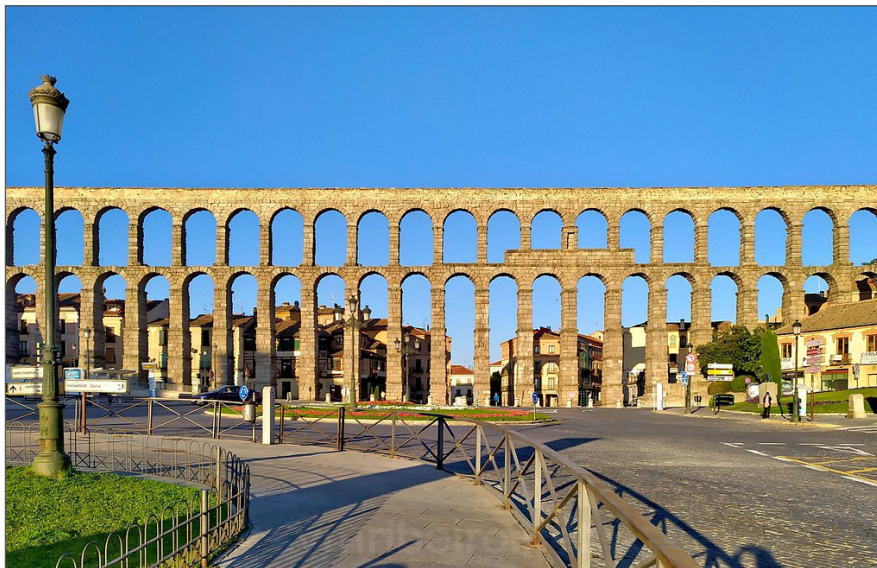
$$E = dVg \tag{4}$$

onde E é o módulo da força de empuxo, d é a densidade do fluido, V é o volume submerso do corpo e g é o módulo da aceleração da gravidade. Quando se trabalha com fluidos é mais adequado expressar as equações em termos da densidade do fluido, em vez de sua massa, visto que a densidade de um específico fluido é uma característica que pode ser considerada invariante na maioria das aplicações. Com base nesses conceitos, pode-se deduzir que o empuxo é uma força que só existe quando há contato de um determinado

corpo com um fluido. No exemplo descrito, do contato entre a criança e a água, à medida que a criança gradativamente afunda o seu corpo na água, a força de empuxo também aumenta gradativamente, visto que o volume submerso V aumenta. A intensidade da força de empuxo em um corpo não é dependente da profundidade, mas sim do volume submerso desse corpo.

A hidrodinâmica

Roma sempre foi um símbolo de força e conhecimento, e, quando o assunto é transporte de água, ainda continua uma referência. A cidade de Roma é conhecida por sua engenhosa arquitetura e suas demasiadas construções complexas, que perduram há vários séculos. Por volta do ano de 315 a.C. foi construído o primeiro aqueduto em Roma. Sua funcionalidade, para a época, era bastante engenhosa. A gravidade fazia a maior parte do trabalho, sendo que a cada 90 metros havia uma depressão de cerca de 30 centímetros para que a água continuasse com o seu fluxo normal. Os aquedutos, em sua grande maioria, eram construídos próximos a montanhas. Isso se deve a dois motivos: para aproveitar o degelo que ocorria no entorno delas e pela altitude. A partir do momento da criação desses aquedutos, a cidade de Roma prosperou (RONAN, 2001). A Fig. 5 apresenta um aqueduto romano.



Fonte: Retirado de Gasparetto (2022).

Figura 5: Aqueduto Romano na cidade de Segóvia (Espanha).

Uma pessoa costuma utilizar água durante toda a sua vida. No entanto quase nunca pensa no funcionamento da distribuição dessa água. Em geral, quando se tem a quebra de algum encanamento ou entupimento de uma pia, por exemplo, essa pessoa passa a ter interesse em compreender a mecânica por trás de tudo isso. Assim como as crianças, desde pequenas, aprendem onde devem fazer suas necessidades sanitárias, e que não podem jogar comida dentro da pia da cozinha, pois poderão interromper o fluxo de água (vazão) no cano hidráulico.

A hidrodinâmica é conhecida como dinâmica dos fluidos. Neste ramo da física são estudados os movimentos dos fluidos em geral (ideais ou reais), como gases e líquidos. Um conceito primordial da hidrodinâmica é o conceito de vazão, representada pela letra Z , que é o volume de fluido ΔV que atravessa uma seção reta A por um intervalo de tempo Δt (Eq. 5) (NUSSENZVEIG, 2002).

$$Z = \Delta V / \Delta t \quad (5)$$

Uma maneira simples para um aluno entender esse conceito seria pedir para ele medir a vazão da torneira da cozinha de sua casa. Pode-se usar como instrumento de medida de volume V uma jarra com volume demarcado ou uma garrafa pet de refrigerante cuja capacidade volumétrica está escrita em seu

rótulo. Como instrumento de medida de tempo pode ser utilizado um relógio ou o cronômetro de um celular. Abre-se a torneira, esperam-se uns cinco segundos para o fluxo de água se estabilizar e, em seguida, coloca-se, por exemplo, uma garrafa pet em baixo do fluxo de água para se iniciar imediatamente a contagem do tempo até a garrafa encher, como ilustrado na Fig. 6.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2022).

Figura 6: Enchendo garrafa pet com água.

Se, por exemplo, a garrafa pet tiver uma capacidade de 600 ml e levar 12 segundos para estar cheia de água, a vazão será $Z = \Delta V / \Delta t = 600 \text{ ml} / 12 \text{ s} = 50 \text{ ml/s}$. Pelo resultado obtido o professor poderia trabalhar com outras questões como, por exemplo, qual seria o desperdício de água se esta torneira por esquecimento ficasse aberta o dia todo? Para solucionar esta questão basta usar o valor obtido para a vazão, no caso 50 ml/s, e o tempo de um dia (24 horas = $24 \times 60 \times 60 \text{ s} = 86400 \text{ s}$), descobrindo assim o valor de ΔV . Isto é: $\Delta V = Z \times \Delta t = (50 \text{ ml/s}) \times 86400 \text{ s} = 4,32 \times 10^6 \text{ ml} = 4.320 \text{ litros}$, o que equivale a mais de 4 caixas d'água de 1.000 litros gastas em um único dia.

Apesar de ser um conceito aparentemente simples, o conceito de vazão e suas aplicações se estendem de maneira abrangente em usinas hidrelétricas, em indústrias e em diversas outras empresas. Sua aplicabilidade é direta na vida de milhões de pessoas, o que representa um estudo de grande importância para a população em geral.

Nas escolas, as crianças aprendem sobre usinas hidrelétricas movidas pelo fluxo de água, sendo estas as grandes fornecedoras de energia elétrica no Brasil. Pesquisadores afirmam que:

A geração de Eletricidade no Brasil cresceu a uma taxa média anual de 4,2% entre 1980 e 2002. Sempre a energia hidráulica foi dominante, uma vez que o Brasil é um dos países mais ricos do mundo em recursos hídricos. [...] A capacidade instalada de hidroeletricidade é de cerca de 70.000 megawatts (MW, milhões de watts) e existem 433 usinas hidrelétricas em operação. (GOLDEMBERG; LUCON, 2007, p. 9)

A água que chega às torneiras, às pias das cozinhas, o fluxo de água nas grandes usinas hidrelétricas e o funcionamento de equipamentos hidráulicos, em geral, são situações presentes no cotidiano das pessoas. No entanto poucas são as que sabem os conceitos físicos da física de fluidos envolvidos nessas situações práticas do dia a dia. Aqueles que detêm esse conhecimento são minoria na sociedade. Sendo assim, o caráter democrático do ensino de física pode e deve ser questionado nesta temática.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O campo da física que trata de fluidos é extremamente vasto e com diversas aplicações. Partindo desde a criação dos aquedutos em Roma e chegando aos dias atuais, tem-se demasiada gama de conhecimentos angariados ao longo do tempo sobre esse tema, e tais conhecimentos são amplamente utilizados e passados de geração a geração.

Os estudos abordados na disciplina de física, de modo geral, trazem conceitos que quase sempre remetem a problemas cotidianos. No entanto, ao se adentrar de forma rigorosa e científica nesses conceitos físicos, eles se tornam menos tangíveis e mais abstratos aos alunos. Um grande desafio para qualquer educador na transmissão desses conceitos está atrelado, principalmente, ao fato de eles não serem palpáveis aos alunos. Uma sugestão para uma possível solução para esse problema seria usar fatos históricos para mostrar como se deram as construções dos conhecimentos e experimentos práticos presentes no cotidiano dos estudantes.

Resumindo, propomos uma forma de se apresentar/discutir o conteúdo da física de fluidos em sala de aula. Nesse sentido, mostramos a ligação dos conceitos prévios dos alunos com as suas experiências do cotidiano com o ensino da física de fluidos.

Mostramos que fatos históricos e exemplos práticos do cotidiano podem auxiliar no estudo da hidrostática e hidrodinâmica. Esses exemplos práticos podem ajudar a esclarecer na mente do educando um fenômeno físico que ele já conhece (porém sob outra perspectiva), possibilitando criar um novo conhecimento na mente do aluno.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Investigação, Metodologia, Recursos: Wendel VAM, Rodrigues CG, Andrade EV; **Conceitualização, Curadoria, Análise formal:** Wendel VAM, Rodrigues CG, Andrade EV; **Administração, Supervisão:** Rodrigues CG; **Validação, Visualização:** Wendel VAM, Rodrigues CG, Andrade EV; **Escrita – Rascunho:** Wendel VAM; **Escrita – Revisão e Edição:** Rodrigues CG.

DISPONIBILIDADE DE DADOS

Todos os dados foram gerados ou analisados no presente estudo.

FINANCIAMENTO

Não aplicável.

AGRADECIMENTOS

Não aplicável.

REFERÊNCIAS

BOFF, C. A.; BARROS, G. C. Importância da história no ensino da hidrostática. **Revista Intersaberes**, Curitiba, v. 9, n. 17, p. 189-198, 2014.

FERREIRA, L. S. Trabalho pedagógico na escola: Do que se fala? **Educação & Realidade**, Porto Alegre, v. 43, n. 2, p. 591-608, 2018. <https://doi.org/10.1590/2175-623664319>

- FONTANA, S. M. P. Arquimedes e a coroa do rei. **Blog O SÉCULO XX**. Disponível em: <https://oseculoxx.blogspot.com/2013/09/arquimedes-e-coroa-do-rei.html>. Acesso em: 09 set. 2022.
- GASPARETTO, A. J. Aquedutos romanos. **InfoEscola**. Disponível em: <https://www.infoescola.com/historia/aquedutos-romanos/>. Acesso em: 09 set. 2022.
- GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Energia e meio ambiente no Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 7-20, 2007.
- MARTINS, A. F. P. História e filosofia da ciência no ensino: Há muitas pedras nesse caminho... **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007.
- MARTINS, R. A. Arquimedes e a coroa do rei: Problemas históricos. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 2, p. 115-121, 2000.
- NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica**: Fluidos, oscilações e ondas, calor. v. 2. 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.
- PINTO, J. A. F.; SANTOS, V.; SILVA, A. P. B. Repertório docente para a abordagem histórico-investigativa: um exemplo com o efeito Seebeck. **Ensino & Multidisciplinaridade**, São Luís, v. 8, n. 1, e0122, 2022. <https://doi.org/10.18764/2447-5777v8n1.2022.1>
- POLANYI, M. **A dimensão tácita**. Tradução: Eduardo Beira. [S. l.: s. n.]: 2020.
- RONAN, C. A. **História ilustrada da ciência**: Oriente, Roma e idade média, v. 2. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.
- SERWAY, R. A.; JEWETT, J. W. **Princípios de Física**: Oscilações, Ondas e Termodinâmica. v. 2. 5. ed. Cengage Learning, São Paulo, 2014.
- TAVARES, R. Aprendizagem significativa. **Revista Conceitos**, v. 10, n. 55, p. 55-60, 2004.