



Revista Educação e (Trans)formação
Journal Education and (Trans)formation

Universidade Federal do Agreste de Pernambuco

AÇÕES INTERVENTIVAS NO ENSINO MÉDIO: PRÁTICAS INVESTIGATIVAS E PROBLEMATIZAÇÕES SOBRE EMPUXO E LEI DE HOOKE

INTERVENTION ACTIONS IN HIGH SCHOOL: INVESTIGATIVE PRACTICES AND PROBLEMATIZATIONS ON BUOYANCY AND HOOKE'S LAW

Álison Pereira da Silva¹
alisonpereira.silva@outlook.com

Resumo

Este artigo aborda a problemática do engajamento dos alunos no aprendizado de disciplinas exatas, especialmente de Física, destacando a necessidade de repensar metodologias que evitem a abordagem excessiva e repetitiva de modelos e equações matemáticas, frequentemente desconectadas da realidade dos estudantes. Essa desconexão pode levar ao desinteresse e à falta de percepção sobre a aplicabilidade dos conteúdos. O objetivo deste estudo é explorar a problematização e práticas experimentais investigativas como metodologias que promovem a autonomia e a construção do conhecimento científico em Física. O estudo é um relato de experiência baseado em duas intervenções realizadas na Escola Calpúrnia Caldas de Amorim (ECCAM), localizada no município de Caicó/RN, com uma turma do 1º ano do Ensino Médio. Foram planejadas e aplicadas duas unidades didáticas: a primeira focou em hidrostática e na força de empuxo, enquanto a segunda explorou a lei de Hooke e a relação entre força e deformação, ambas realizadas em quatro aulas de 45 minutos. Os resultados indicaram que o incentivo ao diálogo e a utilização de práticas experimentais contribuíram significativamente para a construção do conhecimento científico, promovendo interação, autonomia e motivação entre os alunos. As atividades experimentais facilitaram a transição do senso comum para a linguagem científica, reforçando o aprendizado dinâmico. Como perspectiva futura, sugere-se a ampliação dessa abordagem a outras áreas como Química e Matemática, visando uma análise mais abrangente e diversificada em diferentes contextos.

¹Mestre, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG.

Palavras-Chave: Práticas experimentais investigativas; Problematizações; Intervenções pedagógicas; Lei de Hooke; Empuxo.

Abstract

This article addresses the challenge of student engagement in learning exact sciences, particularly Physics, emphasizing the need to rethink methodologies that avoid excessive and repetitive approaches to mathematical models and equations, which are often disconnected from students' realities. This disconnect can lead to disinterest and a lack of understanding regarding the applicability of the content. The aim of this study is to explore problematization and investigative experimental practices as methodologies that promote autonomy and the construction of scientific knowledge in Physics. The study is a report of experience based on two interventions conducted at the Escola Calpúrnia Caldas de Amorim (ECCAM), located in Caicó, RN, with a first-year high school class. Two didactic units were planned and implemented: the first focused on hydrostatics and buoyancy, while the second explored Hooke's Law and the relationship between force and deformation, both carried out over four 45-minute lessons. The results indicated that encouraging dialogue and employing experimental practices significantly contributed to the construction of scientific knowledge, fostering interaction, autonomy, and motivation among students. The experimental activities facilitated the transition from common sense to scientific language, reinforcing dynamic learning. As a future perspective, it is suggested that this approach be expanded to other areas such as Chemistry and Mathematics, aiming for a more comprehensive and diverse analysis in different contexts.

Keywords: Investigative experimental practices; Problematizations; Pedagogical interventions; Hooke's Law; Buoyancy.

Introdução

No campo do ensino, têm sido analisadas estratégias e práticas didático-pedagógicas que estimulem a autonomia, a autorreflexão e desenvolvam nos estudantes uma postura mais crítica e interativa. Autores como Robinson e Aronica (2016), Hattie (2012) e Wiliam (2011) sugerem que o processo de ensino e aprendizagem deve ser centrado no aluno, promovendo o desenvolvimento da autonomia, da criatividade e a formação de sujeitos ativos, capazes de transformar a sociedade na qual estão inseridos. Nesse contexto, esses autores defendem que o ensino deve transcender o modelo tradicional, incentivando os alunos a construir seu próprio conhecimento por meio de metodologias que os tratem como protagonistas e de um processo avaliativo voltado para o aluno.

Diante disso, é relevante repensar formas de motivar e engajar os alunos no aprendizado dos conteúdos, especialmente em disciplinas exatas como Física, Química e Matemática. Os modelos e equações matemáticas desempenham papel central na compreensão e explicação dos fenômenos naturais, permitindo estabelecer relações

quantitativas que fundamentam a interpretação experimental e o desenvolvimento tecnológico. Contudo, quando esses modelos são apresentados de forma excessivamente abstrata, descontextualizada e sem articulação com situações significativas para os alunos, podem gerar desinteresse e dificultar a percepção de sua aplicabilidade, contrariando os princípios da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) – (Brasil, 2018), que preconiza a aprendizagem integrada à realidade dos estudantes.

Com base no exposto, a problemática desta pesquisa enfatiza a seguinte questão: “Como desenvolver práticas didático-pedagógicas que estimulem a motivação dos alunos para aprender Física, incentivando a autonomia, a autorreflexão e o pensamento crítico?”.

Em vista disso, o objetivo desse estudo foi abordar a problematização e as práticas experimentais investigativas como metodologias diversificadas que despertam a autonomia dos alunos e a construção do conhecimento científico no ramo da Física.

Assim, esta pesquisa se apresenta como um relato de experiência, resultante da aplicação de duas ações interventivas relacionadas a conteúdos de Física, realizadas no âmbito do Ensino Médio de uma escola pública. Na Unidade 1, foi abordado o tema da hidrostática, focando na questão do empuxo. Na Unidade 2, trabalhou-se a Lei de Hooke, relacionada à área da Dinâmica.

Portanto, o incentivo ao diálogo por meio de perguntas e o uso de práticas experimentais investigativas contribuíram para um cenário de construção do conhecimento científico, a partir da bagagem e experiências que os alunos possuíam, promovendo a interação, a autonomia e a motivação para aprender Física.

Práticas experimentais e problematizações

No cenário atual da educação, segundo a BNCC (Brasil, 2018), é crucial para a aprendizagem que os alunos enfrentem situações-problema em múltiplos contextos, incluindo situações imaginárias, não diretamente relacionadas ao aspecto prático-utilitário, conforme Padovani et al. (2022). Além disso, é importante que os alunos expressem suas respostas e sintetizem conclusões utilizando diferentes registros e linguagens.

Na área de ciências exatas, como a Física, o uso frequente de equações matemáticas para descrever fenômenos pode desmotivar os alunos quando limitado a metodologias tradicionais e repetitivas. Para Proença (2018), a diversificação de metodologias de ensino, que tratem o aluno como sujeito ativo e construtor do saber científico, contribui diretamente

para o processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, no âmbito da Física, o uso de atividades experimentais investigativas, conforme sugerido por Carvalho et al. (2010) e Padovani (2022), que muitas vezes envolvem o uso de equações matemáticas, coloca os alunos como protagonistas na construção do próprio conhecimento durante o processo de resolução de situações-problema.

Proença (2018) explica que, quando uma situação se torna um problema, ela envolve um processo de resolução baseado em quatro etapas: representação, que corresponde à compreensão do problema; planejamento, que refere-se à escolha de uma estratégia para resolvê-lo; execução, que é a aplicação da estratégia escolhida; e monitoramento, fase em que o aluno verifica se a resposta encontrada está de acordo com a pergunta e o contexto do problema. Além disso, Proença (2018) destaca que a problematização deve ser escolhida pelo professor com base em situações do cotidiano dos alunos, utilizando variáveis e a matemática como ferramenta auxiliar na busca por respostas, de modo que o desafio proposto possa desenvolver a autonomia e interação em grupo, muitas vezes considerando os conhecimentos prévios dos alunos.

Na área da Física, o uso de atividades experimentais é frequentemente uma estratégia pedagógica eficaz, pois estimula o pensamento crítico, promove a descoberta e contribui para uma aprendizagem significativa (Barrelo Júnior; Costa; Martins, 2024). Além disso, a elaboração de práticas experimentais baseadas na resolução de problematizações, conforme abordada por Padovani et al. (2022) torna o processo de ensino e aprendizagem mais produtivo, especialmente quando essas problematizações são formuladas de forma contextualizada e criativa, com o objetivo de incentivar a discussão e a busca por respostas, favorecendo a autorreflexão e a autonomia dos alunos (Moreira, 2021; Andrade; Viana, 2017). Essa abordagem está em consonância com a BNCC (Brasil, 2018), que propõe o desenvolvimento do raciocínio lógico, do espírito investigativo e da capacidade de produzir argumentos convincentes, utilizando conhecimentos matemáticos para compreender e atuar no mundo.

A respeito das estratégias pedagógicas da proposta, é crucial citar que os problemas foram criados a partir de uma contextualização e criatividade, com a finalidade de incentivar a discussão e busca por respostas, favorecendo a atenção e autonomia dos alunos, assim como propõem a BNCC (Brasil, 2018) a partir do desenvolvimento do raciocínio lógico, o espírito

de investigação e a capacidade de produzir argumentos convincentes, recorrendo aos conhecimentos matemáticos para compreender e atuar no mundo.

Barrelo Júnior, Costa e Martins (2024) destacam que o uso da experimentação em sala de aula oferece uma abordagem prática para a aprendizagem de conceitos científicos, permitindo que os alunos conectem teoria e prática. Além disso, Lopes, Pastorio e Ramos (2024) ressaltam a importância de formar alunos críticos e autônomos, ao mesmo tempo que promovem a formação de docentes competentes, que não apenas sigam os conteúdos, mas também orientem os alunos na construção de seu próprio conhecimento científico. Nesse sentido, os professores devem ir além da correção e avaliação de relatórios de práticas, acompanhando todo o processo, desde o início até o final, e promovendo desafios que estimulem a interação crítico-social (Passos; Vasconcelos, 2024; Vygotsky, 2007; Piaget; 1970).

Conceitos básicos de Física: Lei de Hook e Empuxo

Nas práticas experimentais, muitos instrumentos de medição utilizam molas em seus mecanismos, como balanças, dinamômetros e equipamentos para medições elétricas. Isso ocorre porque as molas se deformam quando submetidas a uma força, resultando em um deslocamento. Ao aplicar uma força em uma mola, dependendo de sua constante elástica e da intensidade da força aplicada, pode ocorrer uma compressão ou distensão na direção dessa força. Essa deformação, causada pela ação de uma força, foi descrita no século XVII pelo físico inglês Robert Hooke e ficou conhecida como a Lei da Elasticidade (Carvalho; Mourão, 2020; Halliday; Resnick; Walker, 2018; Sears; Zemansky, 2008; Nussenzweig, 2002). Vale destacar que essa relação se aplica a outros materiais que também apresentam algum grau de compressão ou distensão. A formulação mais comum dessa lei é a seguinte:

$$F = -kx$$

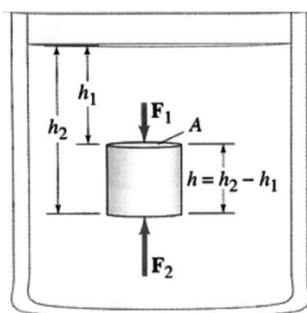
Sendo F a força, medida em newtons (N), x a deformação, calculada em metros (m), e k a constante elástica da mola, expressa em newtons por metro (N/m).

O princípio de Arquimedes pode ser simplificadaamente descrito como a reação de um fluido à presença de um corpo imerso nele. Formalmente, todo corpo, total ou parcialmente imerso em um fluido em equilíbrio sob a ação da gravidade, é sujeito a uma força vertical ascendente chamada empuxo \vec{E} , cuja intensidade é igual ao peso do fluido deslocado, mas

com direção oposta (Cunha, 2024; Halliday; Resnick; Walker, 2018; Sears; Zemansky, 2008; Nussenzweig, 2002):

Nesse contexto, objetos parecem pesar menos quando submersos em um fluido devido à força de empuxo. Isso acontece porque a pressão no líquido aumenta com a profundidade, gerando uma força maior na parte inferior do objeto em comparação à parte superior. Assim, apesar da força peso sempre estar presente, a força de empuxo, exercida pelo líquido, faz com que o objeto pareça mais leve dentro da água (Cunha, 2024; Halliday; Resnick; Walker, 2018; Sears; Zemansky, 2008; Nussenzweig, 2002). Conforme esquematizado na Figura 1.

Figura 1. Esquema para deduzir a equação do empuxo.



Fonte: Cunha, 2024.

Para verificar esse efeito, considere um cilindro de altura h cuja área da base é dada por A . Suponha que todo o cilindro esteja submerso em um fluido com densidade ρ_F . O fluido exerce uma pressão $P_1 = \rho_F g h_1$ na parte superior do cilindro. A força resultante dessa pressão no topo do cilindro é $F_1 = P_1 A = \rho_F g h_1 A$, e essa força é direcionada para baixo. De maneira análoga, o fluido exerce uma força para cima na base do cilindro, que é dada por $F_2 = P_2 A = \rho_F g h_2 A$. Essa força, resultante da pressão do fluido, é chamada de força de empuxo E , que age para cima e tem a seguinte magnitude (Cunha, 2024; Halliday; Resnick; Walker, 2018; Sears; Zemansky, 2008; Nussenzweig, 2002):

$$E = F_2 - F_1 = \rho_F g A (h_2 - h_1) = \rho_F A g h = \rho_F g V$$

O volume do cilindro é dado por $V = hA$. Com ρ_F representando a densidade do fluido, o produto $\rho_F g V = m_F g$ corresponde ao peso do fluido que ocupa o mesmo volume do cilindro. Dessa forma, a força de empuxo no cilindro é igual ao peso do fluido deslocado, confirmando o princípio de Arquimedes (Cunha, 2024; Halliday; Resnick; Walker, 2018; Sears; Zemansky, 2008; Nussenzweig, 2002).

Metodologia

Este estudo foi estruturado em duas unidades didáticas voltadas ao ensino de conteúdos de Física para uma turma do 1º ano do Ensino Médio, na Escola Calpúrnia Caldas de Amorim (ECCAM), localizada no município de Caicó/RN. A sequência das unidades didáticas foi planejada com o intuito de envolver os alunos em práticas experimentais investigativas, incentivando a participação ativa, a prática dialogada e a autonomia. A seguir, detalha-se as duas unidades didáticas correspondentes, ambas realizadas em quatro aulas de 45 minutos.

Unidade 1: Hidrostática – A Força de Empuxo

Objetivo: Caracterizar a força de empuxo e as grandezas que a influenciam, como força peso, massa, densidade e volume.

Atividades e Procedimentos:

1. Introdução ao Conceito de Empuxo:
 - O professor inicia a aula lembrando os conceitos teóricos estudados previamente, como a densidade, o volume e a força peso, estabelecendo uma conexão entre essas grandezas e a força de empuxo.
 - Explicação sobre como a força de empuxo age sobre os objetos submersos em fluidos e como a densidade do objeto influencia essa força.
2. Experimento Prático – Verificação da Força de Empuxo:
 - Os alunos foram divididos em grupos e receberam diversos objetos de diferentes materiais e densidades.
 - Cada grupo foi orientado a submergir os objetos em um recipiente com água e medir a variação no nível da água para observar o deslocamento causado pelos objetos.
 - A partir dessa observação, discutiu-se como calcular a força de empuxo e as variáveis envolvidas, como volume e densidade.
3. Discussão e Reflexão:
 - Ao final do experimento, os alunos discutiram os resultados obtidos e compararam os dados com as teorias discutidas previamente. Eles refletiram sobre como o peso e a densidade influenciam o comportamento de empuxo.
 - O professor fomentou a reflexão sobre erros possíveis e reforçou o entendimento de como as grandezas físicas se inter-relacionam.

Unidade 2: Lei de Hooke – Deformação de uma Mola

Objetivo: Trabalhar a relação entre a deformação de uma mola e a força que ela exerce, exemplificando a Lei de Hooke.

Atividades e Procedimentos:

1. Introdução à Lei de Hooke:
 - O professor revisou os conceitos de força e deformação, introduzindo a Lei de Hooke, que afirma que a deformação (alongação ou compressão) de uma mola é diretamente proporcional à força aplicada.
 - Discussão sobre o comportamento elástico das molas e as condições em que a Lei de Hooke é válida.
2. Experimento Prático – Investigando a Lei de Hooke:
 - Em grupos, os alunos receberam molas, pesos conhecidos e um dispositivo para medir a deformação das molas.
 - O procedimento envolveu pendurar diferentes massas nas molas e medir a alongação resultante. Os alunos anotaram os dados e calcularam a força aplicada em cada situação, comparando com a deformação observada.
 - Foi discutido como a constante elástica (k) das molas influencia a deformação.
3. Discussão e Reflexão:
 - Após as medições, os alunos analisaram a relação entre a força aplicada e a deformação observada, verificando se os resultados corroboravam a Lei de Hooke.
 - Reflexão sobre os erros experimentais possíveis e como eles poderiam ter afetado os resultados. O Quadro 1 a seguir resume a sequência com as unidades didáticas abordadas.

Quadro 1 – Sequência de unidades didáticas utilizadas.

Unidade	Conteúdo	Objetivo	Atividades	Discussão
1	Hidrostática – Força de Empuxo	Caracterizar a força de empuxo e as grandezas que a influenciam.	1. Revisão dos conceitos teóricos. 2. Experimento prático com objetos submersos em água. 3. Cálculo e dis-	Reflexão sobre o impacto do peso, volume e densidade na forma de empuxo.

			cussão sobre empuxo.	
2	Lei de Hooke – Deformação da Mola	Explorar a relação entre a força aplicada e a deformação da mola.	1. Revisão da Lei de Hooke. 2. Experimento com molas e pesos. 3. Medição da de- formação e aná- lise dos dados.	Discussão sobre a validade da Lei de Hooke e análise de erros experimentais.

Fonte: Autor, 2025.

Vale a pena ressaltar que essa sequência didática constituída de duas unidades foi planejada para fomentar a participação ativa dos alunos, estimular a reflexão sobre os conceitos científicos e promover a aprendizagem investigativa. Assim, a abordagem de práticas experimentais em duas unidades diferentes possibilitou a aplicação dos conceitos de maneira prática e colaborativa, contribuindo para a autonomia dos alunos no processo de aprendizagem científica.

Resultados e Discussões: Relato de Experiência

Unidade didática 1

A primeira ação interventiva, relacionada à unidade didática 1, concentrou-se na abordagem da hidrostática, a partir das grandezas físicas densidade, massa específica, fluidos e os princípios de Pascal e Arquimedes. Este último foi especialmente utilizado para trabalhar a força de empuxo. Esses conteúdos básicos de Física estão presentes em literaturas relevantes, como as de Halliday, Resnick e Walker (2018), Sears e Zemansky (2008) e Nussenzweig (2002).

Para incentivar a prática dialogada (Ver Figura 2), conforme sugere a BNCC (Brasil, 2018), a aula começou com um questionamento destinado a desenvolver o conceito de densidade (e massa específica). A problemática apresentada foi: "Um kg (quilograma) de penas e um kg de pregos têm a mesma massa; qual é a principal diferença entre eles?" Com esse questionamento, seguido de slides com imagens, foram explicados os conceitos de densidade e massa específica, destacando suas diferenças.

Durante as discussões, alguns alunos demonstraram compreensão inicial dos conceitos, como exemplifica a fala de um estudante: “Ah, mesmo tendo o mesmo peso, o volume de penas é muito maior porque elas são mais leves no espaço que ocupam. Então a densidade delas deve ser bem menor que a dos pregos.” Essa observação evidencia a apropriação inicial da relação entre massa, volume e densidade, favorecida pelo uso de exemplos visuais e do diálogo orientador.

Figura 2. Prática dialogada estabelecida.



Fonte: Autor, 2025.

Posteriormente, iniciamos a discussão sobre empuxo, questionando a turma: “Por que boiamos?”. Após várias reflexões e estabelecida a prática dialogada, chegamos à conclusão de que o fluido circundante exerce uma força sobre o corpo imerso. Para o terceiro momento da aula, utilizamos outra problemática com uma massa de modelar, moldando-a no formato de uma esfera e questionando se ela deve boiar ou afundar. A partir dessa prática, conduziram-se as discussões sobre as grandezas que influenciam a força de empuxo, abordando uma questão cotidiana: a flutuabilidade de grandes embarcações. Durante a prática dialogada, os alunos foram construindo hipóteses, como exemplificado em algumas falas: “Acho que a água empurra a gente pra cima, por isso não afundamos de vez.” Ao testar a massa de modelar, outro estudante refletiu: “Se a gente espalhar e fizer tipo um barquinho, ocupa mais espaço e pode boiar igual aos navios.” Essas observações evidenciam a construção do conceito de empuxo a partir da experimentação e da mediação docente. Assim, Dias (2018), ao trabalhar conceitos da Dinâmica por meio de uma sequência didática investigativa, como, por exemplo,

massa e peso, observou que os estudantes apresentavam dificuldades em diferenciar esses conceitos. Em contrapartida, Nicolette et al. (2021) destacam a relevância da teoria do campo conceitual ao trabalhar com conceitos-chave, fazendo uso de metodologias ativas. Esses autores abordaram conceitos da Dinâmica a partir do Princípio de Arquimedes, utilizando uma prática experimental de afundar ou boiar na água, explorando situações que envolvem os conceitos de empuxo e densidade. Esses estudos estão em consonância com o nosso, no que diz respeito à importância de dinamizar as aulas com metodologias diversificadas que promovam de acordo com Lopes, Pastorio e Ramos (2024) a autonomia e o protagonismo científico dos estudantes, inserindo-os em um cenário investigativo.

Para o quarto momento, realizamos a aplicação do conteúdo por meio de algumas questões utilizando a fórmula do empuxo. Nesse momento, os alunos tiveram certa facilidade. Alguns estudantes demonstraram segurança na aplicação dos conceitos, como expressado por um deles: “Agora ficou fácil, é só ver o volume que tá dentro da água e multiplicar pela densidade do líquido”. Por outro lado, outros alunos relataram dificuldades na manipulação matemática das equações, como exemplifica a fala: “Entendi a ideia, mas me confundo com a fórmula... não sei se multiplica primeiro ou divide.” Essas manifestações demonstram a importância de trabalhar não apenas o conceito físico, mas também o desenvolvimento do raciocínio algébrico associado. Em outras palavras, alguns estudantes conseguiram compreender as grandezas físicas das problemáticas anteriores; no entanto, outros enfrentaram dificuldades ao manusear as variáveis nas equações matemáticas das fórmulas físicas.

Em vista disso, o docente, em parceria com os estudantes, conduziu o processo de ensino e aprendizagem de modo que as dificuldades enfrentadas pelos alunos foram superadas por meio de uma combinação de reforço teórico, explicações detalhadas das fórmulas, prática orientada e reflexões sobre os erros cometidos, conforme destacado por Moreira (2021), Andrade e Viana (2017). Essas ações permitiram que os alunos não apenas compreendessem as grandezas físicas, mas também adquirissem a habilidade de aplicar as fórmulas matemáticas de forma mais eficaz e confiante.

Por fim, no quinto momento, a partir dos conceitos de densidade, massa, peso e empuxo, propusemos a seguinte atividade investigativa conforme citada por Barrelo Júnior, Costa e Martins (2024): os alunos, em grupos, receberam um recipiente cilíndrico com água, graduado em medidas de volume, uma balança disponível na sala e um corpo flutuante (massa de modelar) cuja massa deveria ser descoberta por eles, conforme a Figura 3. Essa prática

investigativa visando a interação dialogada e social, está em concordância com as propostas de autores da literatura (Moreira, 2021; Proença, 2018; Vygotsky, 2007; Piaget, 1970).

Figura 3. Alunos realizando à prática experimental.



Fonte: Autor, 2025.

Durante a atividade investigativa, os alunos apresentaram dificuldades, especialmente ao utilizar o raciocínio matemático, as quais foram superadas a partir da interação em grupo, com o auxílio do professor, e de um reforço teórico-prático sobre o uso das equações e das grandezas físicas trabalhadas. É importante destacar os questionamentos relacionados ao experimento com a massa de modelar, como o motivo de ela afundar e, ao ser deformada, por que, em determinadas formas, não afundava, entre outros. Essas dificuldades iniciais foram expostas oralmente pelos próprios alunos, conforme a fala a seguir: “A conta fica difícil quando tem muitos números juntos, aí eu me perco na ordem”. No decorrer da atividade prática, surgiram reflexões importantes: “Por que quando é bolinha afunda e quando vira barquinho não afunda?” e “Então não é só o peso, mas o jeito que a massa fica na água, né?”. A interação em grupo e a mediação docente favoreceram avanços conceituais, como relatou um estudante: “Ah, agora entendi! Quando a gente aumenta o volume, o empuxo aumenta também”.

De forma geral, os alunos mostraram-se bastante participativos nas discussões anteriores à prática experimental. Alguns utilizaram ideias de senso comum, como definir massa específica e densidade como sinônimos, o que serviu como base inicial para a transposição da linguagem científica. Essas concepções foram evidenciadas nas falas dos

alunos: “Ah, densidade e massa específica não são a mesma coisa? É o quanto pesa num certo espaço, né?” e “Então se eu tenho dois objetos do mesmo tamanho, o que for mais pesado tem mais densidade?” A partir desses conhecimentos prévios, foi possível, por meio da discussão orientada, aproximar os estudantes da linguagem e conceituação científica adequada, como expresso por um aluno: “Acho que a densidade fala de como a massa tá distribuída no volume”. A prática investigativa foi bastante proveitosa, com ricas discussões e reflexões sobre erros e acertos, reforçando as ideias de Vygotsky (2007), Proença (2018), Moreira (2021), Piaget (1970) e da própria BNCC (Brasil, 2018). Os alunos tiveram autonomia e incentivo para discutir em conjunto as atividades, manipulando o experimento em busca da construção de hipóteses para a resolução dos problemas propostos, tornando-os grandes protagonistas da construção de seus próprios conhecimentos, em concordância com Robinson e Aronica (2016), Hattie (2012) e Wiliam (2011). Vale ressaltar que alguns apresentaram hipóteses falhas, o que gerou reflexões sobre o erro e a necessidade de repensar estratégias para resolver determinadas situações.

A avaliação dos alunos considerou sua participação e desempenho ao longo da prática experimental, influenciada pelas ideias de Carvalho et al. (2010). Inicialmente, foi verificada a participação nas discussões anteriores à atividade e a compreensão demonstrada sobre os conhecimentos físicos abordados até aquele momento. Além disso, observou-se o aluno manipulando o experimento de forma ativa, buscando produzir e testar hipóteses, além de discutir com seu grupo as possíveis soluções para os problemas apresentados. Também foram avaliadas a capacidade de gerar hipóteses e a reflexão diante das falhas, bem como a habilidade de confirmar ou ajustar suas hipóteses com base nos resultados obtidos. Por fim, constatou-se que as propostas apresentadas pelos alunos possuíam cientificidade.

Algumas respostas fornecidas pelos alunos podem ser mencionadas, como segue: Inicialmente, discutimos em grupo sobre a diferença entre massa e peso, mas ainda tivemos dificuldades em distinguir essas grandezas conceitualmente, até que o experimento nos ajudou a compreender melhor. Antes de iniciar o experimento, debatemos sobre o que sabíamos a respeito de massa, peso e empuxo. Eu tentei entender a diferença entre esses conceitos, mas tive dificuldades para aplicar a teoria durante o experimento. Ao realizarmos o experimento com diversos objetos, constatamos que nem sempre o objeto mais denso teria mais empuxo.

Unidade didática 2

Com relação à segunda ação interventiva, referente à unidade didática 2, exploramos a Lei de Hooke, relacionada à área da dinâmica dentro do contexto da Mecânica, conforme abordado no trabalho de Carvalho e Mourão (2020), além de literaturas relevantes, como as de Halliday, Resnick e Walker (2018), Sears e Zemansky (2008) e Nussenzweig (2002).

Inicialmente, dividimos os alunos em grupos e entregamos kits com molas, suportes e arruelas. Em seguida, realizamos uma breve discussão sobre como as molas exercem força, com diálogos como: “Quando comprimo uma mola, sinto-a empurrando minha mão no sentido contrário” e “Quando alongo uma mola, percebo que ela exerce uma força em direção ao ponto de equilíbrio.” Nesse momento, os alunos demonstraram entusiasmo com os diálogos estabelecidos, caracterizando o primeiro momento da aula. Esse entusiasmo ficou evidente nas falas espontâneas durante a atividade: “Quando eu puxo, parece que ela quer voltar pro tamanho dela” e “Legal!” Da pra ver que quanto mais eu puxo, mais forte ela puxa de volta”. Essas observações iniciais revelam o desenvolvimento intuitivo da compreensão sobre forças restauradoras e introduzem, de forma concreta, o conceito de força elástica. É relevante que questões ou problemas sejam abordados de maneira a envolver diálogo e troca de ideias, favorecendo uma interação dialogada tanto entre o professor e os estudantes quanto entre os próprios estudantes. Essa interação deve ser conduzida de forma aberta, colaborativa e reflexiva, permitindo a discussão de diferentes pontos de vista. No âmbito educacional, é fundamental incentivar a prática dialogada entre os alunos, pois ela favorece a troca de ideias e contribui para a construção do conhecimento (Proença, 2018; Brasil, 2018; Vygotsky, 2007; Carvalho et al., 2010).

No segundo momento, disponibilizamos cerca de 10 minutos para que os alunos se familiarizassem com os componentes da atividade prática, conforme a Figura 4.

Figura 4 - Alunos manuseando e investigando o experimento.



Fonte: Autor, 2025

No terceiro momento, os alunos realizaram manipulações orientadas por questões norteadoras da atividade investigativa, de acordo com os estudos de Novak e Cañas (2010) e Passos e Vasconcelos (2023), conforme apresentado a seguir:

- Coloque uma arruela. O que aconteceu? Quantos centímetros (cm) a mola alongou?
- Coloque duas arruelas. O que aconteceu? Quantos cm a mola alongou?
- Se colocar três arruelas, quantos cm a mola deve alongar? Você diria que o alongamento é linear?

Os alunos, em grupo, registraram os resultados de suas investigações.

Outros questionamentos podem ser lançados durante a manipulação, embora não orientem necessariamente a prática. Por exemplo: “A mola está em equilíbrio?”, “Quais forças estão agindo?”, “Ao colocar duas arruelas, a força aumentou?” Os alunos também devem registrar essas respostas. Durante a atividade, os alunos verbalizaram suas observações: “Olha, quando coloquei uma arruela, desceu uns 2 centímetros.” e “Agora com duas arruelas desceu o dobro! Parece que aumenta sempre igual.” Nos momentos de reflexão orientada, surgiram respostas como: “A mola tá parada, então tá em equilíbrio, né?” e “A gravidade puxa pra baixo e a mola puxa pra cima.” Tais comentários demonstram a construção progressiva do conceito de força elástica e o reconhecimento das forças atuantes no sistema.

No quarto momento, houve uma discussão em conjunto, onde os grupos compartilharam os resultados com a turma. Problematicamos a diferença de alongação entre

os diferentes grupos para a mesma quantidade de arruelas, discutindo como a força depende de uma constante associada à mola. Questionamos: “Se fosse a mola de um amortecedor, ela alongaria da mesma forma? Por quê?” Os alunos registraram suas conclusões. Durante a socialização, os grupos observaram variações nos resultados, como expressou um estudante: “A nossa mola alongou menos com três arruelas, deve ser porque ela é mais dura.” Ao discutir o exemplo do amortecedor, outros alunos acrescentaram: “Se fosse a mola do amortecedor, acho que ela quase nem ia descer, porque é bem mais forte.” Tais intervenções levaram à compreensão de que “cada mola tem um K diferente”, evidenciando a apropriação do conceito de constante elástica.

Para o quinto momento, a partir das orientações da prática investigativa de Carvalho et al. (2010), foi discutido com os grupos as conclusões que não conseguiram alcançar, as quais foram: a elongação é linear; a força exercida pela mola é o produto de uma constante com a deformação; e a constante varia para cada mola, ilustrada na Figura 5.

Figura 5 - Docente realizando a exposição do conteúdo e despertando-o à curiosidade dos alunos.



Fonte: Autor, 2025.

Por fim, no sexto momento, foi lançado o seguinte questionamento: Qual dos tênis dos alunos presentes aqui na sala possui melhor aderência? A primeira parte dessa investigação consistiu no método utilizado para aferir quais tênis apresentavam maior atrito estático. A segunda parte envolveu a execução do experimento. Os alunos prenderam uma ponta de uma mola no tênis e o arrastaram até que o atrito estático fosse vencido, observando a elongação correspondente.

Durante os questionamentos, foi solicitado que os alunos registrassem os resultados obtidos. Por fim, os alunos compartilharam com seus colegas os resultados de cada grupo,

discutindo até chegarem aos conceitos que não ficaram claros. Essa atividade está alinhada com as ideias de Nicolette et al. (2021).

Para avaliar o desempenho dos alunos, observou-se a participação nas estratégias prévias à prática experimental e a compreensão demonstrada sobre os conteúdos físicos abordados. Também foi avaliado se o aluno manipulou o experimento de forma a gerar hipóteses e se participou das discussões dentro do grupo, reformulando possíveis soluções para as problemáticas impostas, em concordância com as ideias de Padovani et al. (2022). Além disso, o aluno refletiu sobre os erros cometidos quando suas hipóteses falharam e foi capaz de confirmar ou verificar suas hipóteses, conforme sugerido por Carvalho et al (2010). Algumas respostas fornecidas pelos alunos podem ser mencionadas, como segue: Nosso grupo cometeu um equívoco ao afirmar que o peso seria a principal variável no experimento do tênis, mas, ao observarmos o atrito estático, percebemos que a superfície e o material do tênis também influenciam esse resultado. No experimento envolvendo a Lei de Hooke, foi possível observar, na prática, que a deformação depende diretamente da força aplicada, especialmente quando manipulamos as molas e medimos a elongação.

Considerações Finais

As atividades experimentais propostas neste estudo permitiram desenvolver a autonomia dos alunos e a construção do conhecimento científico em Física. A abordagem de conceitos como densidade, massa, empuxo e leis da hidrostática, aliada à prática investigativa, fomentou o envolvimento ativo dos alunos, apesar das dificuldades com equações e relações matemáticas. A transição do senso comum para a linguagem científica foi produtiva, incentivando a elaboração e revisão de hipóteses.

Na segunda intervenção, a exploração da lei de Hooke e da relação entre força e deformação contribuiu para o aprendizado dinâmico. A prática em grupo e os questionamentos orientadores incentivaram a reflexão sobre erros, fortalecendo a compreensão dos conteúdos e aprimorando as habilidades investigativas dos alunos.

Como perspectivas futuras, é possível ampliar a prática dialogada por meio de atividades experimentais e problematizações em outras áreas das ciências exatas, como química, biologia e matemática. Essa abordagem metodológica pode ser aplicada em diferentes escolas e turmas, permitindo uma análise mais abrangente e diversificada em contextos variados.

Referências

ANDRADE, Rosivânia da Silva; VIANA, Kilma da Silva Lima. Atividades experimentais no ensino da química: distanciamentos e aproximações da avaliação de quarta geração. **Ciência & Educação**, v. 23, n. 2, p. 507-522, 2017.

BARRELO JUNIOR, Nelson; COSTA, Isa; MARTINS, Thayna Dias. The importance of experimentation in physics teaching in the education of young people and adults: A importância da experimentação no ensino de física na educação de jovens e adultos. **Concilium**, v. 24, n. 2, p. 278–289, 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 09 ago. 2024.

CARVALHO, João Cláudio Nunes; MOURÃO, Oséias de Sousa. A prototype using Arduino for the study of Hooke's law. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e844997733, 2020.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de... [et al.]. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

CUNHA, Frederico Guilherme de Carvalho. **Princípio de Arquimedes**. Disponível em: https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalogo/11434204052012Fisica_Basica_Aula_15.pdf. Acesso em: 21 set. 2024.

DIAS, Ceila de Brito. **Uma sequência de ensino investigativa para o ensino e a aprendizagem dos conceitos de "massa" e "peso": análise do engajamento disciplinar produtivo dos alunos**. 2019. [Dissertação de Mestrado] – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Jataí, Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática, Jataí, 2019.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física 1**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

HATTIE, John. **Visible learning for teachers: maximizing impact on learning**. 1. ed. Nova York: Routledge, 2012. 296 p.

MOREIRA, Marco Aurélio Guimarães. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. 1-8, 2021.

NICOLETE, Priscila Cadorin; SANTOS, Aline Coelho dos; TAROUÇO, Liane Margarida Rockenbach; SILVA, Marta Adriana Machado da. Teoria dos campos conceituais como instrumento para o planejamento e construção de recursos tecnológicos para o ensino de ciências. **RIAAE – Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 16, n. 4, p. 2560-2577, 2021.

NOVAK, Joseph Donald; CAÑAS, Alberto José. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis educativa**, p. 09-29, 2010.

NUSSENZWEIG, Herch Moyses. **Curso de física básica 1**. 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.

PADOVANI, Patricia Garcia Souza; MORAIS, Elton Cesar Silva; BARBOSA, Mayara Lustosa de Oliveira; FERREIRA, Julio Cesar. A resolução de problemas enquanto metodologia de ensino de matemática na educação básica: uma revisão sistemática de literatura. **Ensino da Matemática em Debate**, v. 9, n. 2, p. 37-61, 2022.

PASSOS, Blanchard Silva; VASCONCELOS, Ana Karine Portela. Perspectivas docentes sobre atividades experimentais no ensino de química: uma análise exploratória. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 1–24, 2024.

PASSOS, Blanchard Silva; VASCONCELOS, Ana Karine Portela. Aprendizagem significativa e funções inorgânicas: uma sequência didática baseada em mapas conceituais. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 9, n. 31, 2023.

PIAGET, Jean. **Science of Education and the Psychology of the Child**. Orion Press, 1970.

PROENÇA, Marcelo Carlos de. **Resolução de Problemas: encaminhamentos para o ensino e a aprendizagem de Matemática em sala de aula**. Maringá: Eduem, 2018.

ROBINSON, Ken; ARONICA, Lou. **Creative schools: the grassroots revolution that's transforming education**. 1. ed. Nova York: Penguin Books, 2016. 320 p.

SEARS, F. W.; ZEMANSKY, M. W. **Física I**. 12. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2008.

VYGOTSKY, Lev Semyonovic. **A formação social da mente**. 7. ed. São Paulo, SP: Martins Fontes, 2007. p. 182.

WILIAM, Dylan. **Embedded formative assessment**. Bloomington: Solution Tree Press, 2011.