

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO NORTE
CAMPUS NATAL CENTRAL
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 10**

MARIANA RODRIGUES DA SILVA

Recursos Interativos no Ensino de Hidrostática:

Uma Análise Baseada em Experimentos de Demonstração

Natal

2026

MARIANA RODRIGUES DA SILVA

Recursos Interativos no Ensino de Hidrostática:

Uma Análise Baseada em Experimentos de Demonstração

Dissertação apresentada ao Polo 10 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Atividades Experimentais.

Orientador: DSc. Antônio Marques dos Santos

Natal

2026

MARIANA RODRIGUES DA SILVA

Recursos Interativos no Ensino de Hidrostática:

Uma Análise Baseada em Experimentos de Demonstração

Dissertação apresentada ao Polo 10 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Atividades Experimentais.

Aprovado em 27/05/2026

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **ANTONIO MARQUES DOS SANTOS**
Data: 28/05/2026 13:47:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

DSc. Antônio Marques dos Santos – Orientador
Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Documento assinado digitalmente
 **DENISE ANDRADE DO NASCIMENTO**
Data: 26/05/2026 12:52:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

DSc. Denise Andrade do Nascimento – Examinador Externo
Universidade Federal de Roraima

Documento assinado digitalmente
 **CALISTRATO SOARES DA CAMARA NETO**
Data: 27/05/2026 08:01:43-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

DSc. Calistrato Soares da Câmara Neto – Examinador Interno
Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, primeiramente, a Deus, que me concedeu força, sabedoria e perseverança para seguir em frente. À minha família, pelo apoio incondicional, carinho e compreensão em todos os momentos desta caminhada. Aos professores, que contribuíram com seus ensinamentos para minha formação. A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder força, sabedoria e perseverança ao longo desta trajetória. Ao meu esposo, Alan Venâncio Coelho, pelo apoio, incentivo, paciência e compreensão em todos os momentos. Ao meu orientador, Prof. Antonio Marques, pelas orientações, disponibilidade e contribuições para o desenvolvimento deste trabalho. Aos professores, pelos ensinamentos compartilhados e pela contribuição para minha formação acadêmica. Além disso, o presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001, cujo suporte foi fundamental para sua concretização. Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O ensino de Hidrostática nos anos finais do Ensino Fundamental apresenta desafios relacionados ao caráter abstrato dos conceitos e à dificuldade de os estudantes relacionarem os conteúdos científicos ao cotidiano. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo desenvolver, aplicar e analisar uma sequência didática baseada no uso de recursos interativos e experimentos de demonstração, visando promover uma aprendizagem significativa dos conteúdos de Hidrostática no componente curricular de Ciências. A proposta fundamenta-se na Teoria da Aprendizagem Significativa e nas orientações da Base Nacional Comum Curricular. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, de caráter descritivo e interventivo, realizada com estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública municipal. Os instrumentos de coleta de dados incluíram mapas mentais, questionários diagnósticos e avaliações da percepção dos estudantes. Os resultados evidenciaram avanços na compreensão conceitual, maior participação e engajamento dos alunos, além de uma avaliação positiva das atividades experimentais práticas e virtuais. Conclui-se que a sequência didática contribuiu para reduzir o caráter abstrato da Hidrostática, promovendo uma aprendizagem mais significativa e apresentando potencial como estratégia pedagógica para o ensino de Ciências.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Hidrostática. Aprendizagem Significativa. Experimentos de Demonstração. Recursos Interativos.

ABSTRACT

The teaching of Hydrostatics in the final years of Elementary School presents challenges related to the abstract nature of concepts and students' difficulties in connecting scientific content to everyday situations. In this context, this study aimed to develop, apply, and analyze a didactic sequence based on the use of interactive resources and demonstration experiments to promote meaningful learning of Hydrostatics concepts in the Science curriculum. The proposal is grounded in the Theory of Meaningful Learning and aligned with the guidelines of the Brazilian National Common Curricular Base. This qualitative, descriptive, and intervention-based research was conducted with 8th-grade students from a public municipal school. Data collection instruments included concept maps, diagnostic questionnaires, and students' perception assessments. The results indicated improvements in conceptual understanding, increased student participation and engagement, and positive evaluations of both practical and virtual experimental activities. It is concluded that the didactic sequence helped reduce the abstract nature of Hydrostatics, fostering more meaningful learning and demonstrating potential as a pedagogical strategy for Science teaching.

Keywords: Science Teaching. Hydrostatics. Meaningful Learning. Demonstration Experiments. Interactive Resources.

LISTAS DAS FIGURAS

Figura 1 – Objetos de aço com massas e volumes diferentes, apresentado a mesma densidade	25
Figura 2 – Comparação da pressão exercida sobre o solo para diferentes áreas de contato, considerando a mesma força aplicada.	28
Figura 3 – Representação esquemática do equilíbrio de uma porção de fluido em repouso e da origem da força de empuxo a partir da substituição dessa porção por um corpo sólido de mesmo volume.	35
Figura 4 – Um dos mapas mentais iniciais elaborados pelos alunos	36
Figura 5 – Estudantes realizando atividade experimental sobre densidade durante a aplicação da sequência didática	37
Figura 6 – Experimento demonstrativo sobre pressão hidrostática com garrafa PET	39
Figura 7 – Mapa mental inicial	50
Figura 8 – Mapa mental final	66

LISTAS DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição percentual dos acertos nas questões objetivas (8 questões – 20 Alunos).	52
Gráfico 2 - Distribuição percentual das respostas da questão discursiva (1 questão – 20 alunos).	54
Gráfico 3 – Distribuição percentual de acertos nas questões objetivas do diagnóstico pós-aulas experimentais.	56
Gráfico 4 – Distribuição percentual das respostas às questões discursivas do diagnóstico pós-aulas experimentais.	58
Gráfico 5: Evolução do desempenho dos estudantes em questões objetivas	61
Gráfico 6: Evolução do desempenho dos estudantes em Hidrostática das questões discursivas	63
Gráfico 7 – Compreensão do conceito de densidade	71
Gráfico 8– Relação com situações do dia a dia	73
Gráfico 9 – Percepção do simulador	74
Gráfico 10 – Percepção sobre as instruções	77
Gráfico 11 – Percepção da motivação	79
Gráfico 12 – Percepção do tempo	81
Gráfico 13 – Favoreceu a minha aprendizagem	83
Gráfico 14 – Avaliação do mapa mental	85
Gráfico 15 – Percepção dos testes	87
Gráfico 16 – Percepção de explicar conceito	89
Gráfico 17 – Recomenda a atividade Gráfico	91
gráfico 18 – Percepção sobre ter mais aulas com recursos interativos	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Densidades de algumas substâncias comuns	26
Tabela 2 - A estrutura física e a equipe técnica-profissional estão listadas nas tabelas	38
Tabela 3 - Equipe técnica-profissional da escola	39
Tabela 4 - Frequência das palavras associadas ao conceito de Hidrostática (mapa mental inicial)	49
Tabela 5 – Comparação do desempenho dos estudantes nos diagnósticos de Hidrostática	59
Tabela 6 – Frequência das palavras associadas ao conceito de Hidrostática (mapa mental final)	65
Tabela 7 – Comparação entre o mapa mental inicial e o mapa mental final sobre hidrostática	67

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS DA PROPOSTA	14
1.2 ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	15
2 REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1 ENSINO DE HIDROSTÁTICA E A PRÁTICA EXPERIMENTAL	17
2.2 TEORIA DE APREDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL	19
3 FUNDAMENTOS DA MECÂNICA DOS FLUIDOS	22
3.3 PRESSÃO EM FLUIDOS	25
3.4 PRESSÃO EM FLUIDOS EM REPOUSO, VARIAÇÃO COM A PROFUNDIDADE E LEI DE PASCAL	30
3.5 EMPUXO E PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES	32
4 PRODUTO EDUCACIONAL	36
5 RESULTADOS OBTIDOS.....	42
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLAR	42
5.1.1 PERFIL DOS ESTUDANTES.....	46
5.1.2 METODOLOGIA	47
5.1.3 INSTRUMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DOS DADOS	47
5.1.4 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	48
5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO MAPA MENTAL INICIAL	48
5.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO DIAGNÓSTICO PÓS-AULAS EXPERIMENTAIS	54
5.4 COMPARAÇÃO DIAGNÓSTICO APÓS AULA DIALOGADA E DIAGNÓSTICO PÓS-AULAS EXPERIMENTAIS	58
5.5 ANÁLISE DOS MAPAS MENTAIS FINAIS.....	63
5.6 COMPARAÇÃO ENTRE O MAPA MENTAL INICIAL E O MAPA MENTAL FINAL: AVANÇOS CONCEITUAIS.....	66
5.7 AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA NA PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES.....	69
5.8 ANÁLISE GERAL DA AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	92
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	94
7 REFERÊNCIAS.....	97
8 APÊNDICE A PRODUTO EDUCACIONAL.....	98

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física no contexto da Educação Básica tem sido historicamente apontado como um dos componentes curriculares que mais suscitam dificuldades de aprendizagem, especialmente nos anos finais do Ensino Fundamental. Essas dificuldades estão relacionadas, em grande parte, ao elevado grau de abstração dos conceitos físicos, à forte presença da linguagem matemática e à distância percebida entre os conteúdos trabalhados em sala de aula e a realidade cotidiana dos estudantes. Segundo autores da área de Ensino de Física, a apresentação excessivamente formal e descontextualizada dos conteúdos contribui para a construção de uma visão da Física como uma disciplina complexa, abstrata e pouco significativa para os alunos (ARAÚJO; ABIB, 2003).

Nesse cenário, documentos oficiais como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) enfatizam a necessidade de um ensino de Ciências que promova a contextualização dos conhecimentos científicos, a investigação e a articulação com situações do cotidiano, favorecendo o desenvolvimento do pensamento científico, crítico e reflexivo dos estudantes (BRASIL, 1997; BRASIL, 2017). A BNCC, em particular, orienta que os conteúdos relacionados à Física sejam trabalhados de forma investigativa, valorizando a observação, a experimentação e a análise de situações-problema, superando práticas pedagógicas centradas exclusivamente na transmissão de conteúdos e na memorização de fórmulas.

Dentre os conteúdos abordados nos anos finais do Ensino Fundamental, a hidrostática ocupa lugar de destaque, pois envolve conceitos fundamentais como densidade, pressão atmosférica, pressão hidrostática, princípio de Pascal e princípio de Arquimedes, amplamente presentes em situações do cotidiano e em diversas aplicações tecnológicas. Apesar dessa proximidade com a realidade dos estudantes, tais conceitos são frequentemente apresentados de maneira abstrata, o que dificulta sua compreensão conceitual. De acordo com Moreira (1978), quando os novos conhecimentos não se relacionam de forma significativa com os conhecimentos prévios dos alunos, a aprendizagem tende a ocorrer de maneira mecânica, sem promover compreensão duradoura.

A Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por Ausubel e sistematizada por Moreira (1978), destaca que a aprendizagem ocorre de forma mais efetiva quando novas informações são relacionadas de maneira substantiva e não arbitrária aos conhecimentos

já existentes na estrutura cognitiva do estudante. Nesse sentido, estratégias pedagógicas que favoreçam a ativação desses conhecimentos prévios e a construção progressiva de significados tornam-se fundamentais no ensino de conceitos físicos. Ferramentas como mapas mentais, atividades experimentais e recursos interativos assumem papel relevante nesse processo, pois possibilitam a organização conceitual, a visualização dos fenômenos físicos e a integração entre teoria e prática.

No contexto do ensino de hidrostática, a utilização de atividades experimentais, especialmente aquelas baseadas em experimentos de demonstração, tem se mostrado uma estratégia pedagógica eficaz para tornar os conceitos menos abstratos e mais acessíveis aos estudantes. Estudos apontam que experimentos de demonstração, quando bem planejados e articulados com a mediação do professor, favorecem o engajamento dos alunos, a construção de significados e a aprendizagem ativa (ARAÚJO; ABIB, 2003; GASPAR; MONTEIRO, 2005). Além disso, o uso de recursos digitais interativos, como as simulações computacionais do projeto PhET Interactive Simulations, contribui para a visualização de fenômenos físicos de difícil observação em sala de aula, ampliando as possibilidades de experimentação e análise conceitual (UNIVERSIDADE DO COLORADO BOULDER, [s.d.]).

Pesquisas recentes na área de Ensino de Física destacam a importância da elaboração de sequências didáticas que integrem diferentes estratégias pedagógicas, incluindo aulas dialogadas, atividades experimentais e recursos interativos, como forma de promover uma aprendizagem mais significativa em hidrostática (CID et al., 2021; CRUZ OLIVEIRA, 2021). Tais propostas reforçam a necessidade de práticas pedagógicas que coloquem o estudante como sujeito ativo no processo de aprendizagem, em consonância com as orientações curriculares vigentes.

No âmbito do Mestrado Profissional em Ensino de Física, destaca-se a relevância do desenvolvimento de propostas didáticas que possam ser aplicadas diretamente no contexto escolar, contribuindo de forma concreta para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem. Assim, metodologias que envolvem experimentos de demonstração, tanto práticos quanto virtuais, configuram-se como recursos pedagógicos potentes, uma vez que possibilitam a contextualização dos conteúdos, a redução do nível de abstração e o fortalecimento da relação entre teoria e prática.

Diante desse contexto, o presente trabalho procura analisar as contribuições do uso de recursos interativos, com ênfase em experimentos de demonstração, para o ensino de hidrostática no componente curricular de Ciências, nos anos finais do Ensino Fundamental. Para isso, foi desenvolvida e aplicada uma sequência didática estruturada em diferentes etapas pedagógicas, contemplando a elaboração de um mapa mental inicial para levantamento dos conhecimentos prévios, aulas teóricas dialogadas, resolução de exercícios, realização de experimentos de demonstração práticos e virtuais, atividades de consolidação e, por fim, a construção de um mapa mental final, visando analisar a reorganização conceitual dos estudantes ao longo do processo.

A proposta fundamenta-se nas orientações da BNCC e na perspectiva da Aprendizagem Significativa, buscando investigar o potencial dos recursos interativos e dos experimentos de demonstração como estratégias para promover uma aprendizagem mais significativa dos conceitos de hidrostática. Dessa forma, este estudo pretende contribuir tanto para a prática docente em Ciências quanto para a reflexão sobre metodologias de ensino no contexto dos anos finais do Ensino Fundamental.

1.1 OBJETIVOS DA PROPOSTA

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver, aplicar e analisar uma sequência didática baseada no uso de recursos interativos e experimentos de demonstração, com o propósito de promover uma aprendizagem significativa dos conteúdos de Hidrostática no componente curricular de Ciências.

Dentre os objetivos específicos, destacam-se:

- ❖ Relacionar os conceitos de hidrostática a situações do cotidiano dos estudantes, de modo a reduzir o caráter abstrato do ensino de Física no contexto da disciplina de Ciências;
- ❖ Explorar os conceitos fundamentais da hidrostática, tais como densidade, pressão em líquidos, princípio de Pascal e princípio de Arquimedes, por meio de aulas teóricas dialogadas, atividades práticas, experimentos de demonstração e simulações virtuais;
- ❖ Reconhecer e utilizar a experimentação prática e virtual, bem como a observação sistemática, como recursos pedagógicos essenciais para favorecer a visualização dos fenômenos hidrostáticos e a construção do conhecimento científico;
- ❖ Analisar os conhecimentos prévios e a evolução conceitual dos estudantes por meio da elaboração e comparação de mapas mentais iniciais e finais;

- ❖ Estimular a participação ativa dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem, promovendo maior engajamento e autonomia na construção do conhecimento científico.

1.2 ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está organizada em seis capítulos, além das referências finais.

O Capítulo 1 – Introdução apresenta a contextualização do ensino de Ciências na Educação Básica, com ênfase nos desafios relacionados à abstração dos conteúdos de Física, especialmente no ensino de Hidrostática. Nesse capítulo são explicitados o problema de pesquisa, a justificativa do estudo, bem como os objetivos geral e específicos da proposta, além da descrição da estrutura do trabalho.

O Capítulo 2 – Revisão Literária discute o referencial teórico que fundamenta a pesquisa, abordando o ensino de Hidrostática e a prática experimental no contexto do Ensino Fundamental, bem como a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Nesse capítulo, são discutidas contribuições de autores da área de Ensino de Ciências e Ensino de Física que sustentam o uso de recursos interativos e experimentos de demonstração como estratégias pedagógicas.

O Capítulo 3 – Fundamentos da Mecânica dos Fluidos apresenta os principais conceitos teóricos de Hidrostática trabalhados ao longo da sequência didática, incluindo noções introdutórias sobre mecânica dos fluidos, propriedades físicas dos fluidos, pressão em fluidos, variação da pressão com a profundidade, Lei de Pascal, empuxo e o Princípio de Arquimedes. Esses conteúdos são articulados a situações do cotidiano e ao uso de experimentos práticos e virtuais, visando à compreensão conceitual dos fenômenos.

O Capítulo 4 – Produto Educacional descreve o desenvolvimento e a aplicação da proposta didática. São apresentados a caracterização da escola, o perfil dos estudantes participantes, a metodologia adotada, a organização da sequência didática, os recursos utilizados, os instrumentos de coleta e análise dos dados, bem como as considerações éticas envolvidas na pesquisa.

O Capítulo 5 – Resultados Obtidos apresenta e analisa os dados coletados durante a aplicação do produto educacional. São discutidos os resultados referentes aos mapas mentais iniciais e finais, aos questionários diagnósticos aplicados em diferentes etapas da sequência didática, às comparações entre os diagnósticos e à avaliação da sequência

didática sob a percepção dos estudantes, buscando identificar avanços conceituais e contribuições dos recursos interativos e dos experimentos de demonstração para a aprendizagem.

Por fim, o Capítulo 6 – Considerações Finais reúne as reflexões decorrentes do estudo, destacando as principais conclusões, as contribuições da proposta para a prática docente em Ciências, as limitações da pesquisa e as possibilidades de desdobramentos e investigações futuras.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 ENSINO DE HIDROSTÁTICA E A PRÁTICA EXPERIMENTAL

O ensino dos conteúdos relacionados à Hidrostática tem sido amplamente discutido na literatura como um desafio recorrente no contexto do Ensino Fundamental II, sobretudo em função do caráter abstrato dos conceitos envolvidos e da complexidade do vocabulário científico associado à Física. Tais dificuldades impactam diretamente a compreensão de temas como densidade, pressão hidrostática e empuxo, frequentemente abordados de forma excessivamente formal e distante da realidade dos estudantes.

De acordo com Siahaan et al. (2025), uma parcela significativa dos alunos dessa etapa da escolarização apresenta dificuldades tanto na compreensão de conceitos científicos abstratos quanto na resolução de problemas, o que compromete a aprendizagem de conteúdos fundamentais da Hidrostática. Esses conceitos exigem a compreensão de relações entre grandezas físicas e propriedades dos fluidos, aspecto que nem sempre é alcançado por meio de abordagens predominantemente expositivas.

Nesse sentido, Pansera Junior et al. (2011, p. 2) destacam que, no ensino de Física e Ciências no Ensino Básico, o modelo adotado por muitos educadores ainda se fundamenta em práticas tradicionais, centradas na simples transmissão de saberes, no uso excessivo do quadro e do livro didático, com ênfase na linguagem matemática e na memorização de fórmulas. Segundo os autores, essa abordagem contribui para uma visão fragmentada e descontextualizada da Física, frequentemente percebida pelos estudantes como um conjunto de fórmulas sem significado e distante de sua realidade cotidiana.

Diversos estudos indicam que a ausência de estratégias pedagógicas que favoreçam a visualização e a experimentação dos fenômenos físicos contribui para a manutenção de concepções alternativas e para a fragmentação do conhecimento científico (Donkor Taale, 2011; Susman et al., 2008; Loverude et al., 2003; Zhou et al., 2019 apud Siahaan et al., 2025). Esses resultados reforçam a necessidade de práticas de ensino que promovam maior interação entre os estudantes e os fenômenos estudados.

Nessa perspectiva, a literatura educacional aponta a experimentação como um elemento central no processo de ensino e aprendizagem em Ciências da Natureza. As orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) ressaltam que o ensino científico deve favorecer situações em que os estudantes se envolvam ativamente em processos investigativos, desenvolvendo a curiosidade, a observação sistemática, o

raciocínio lógico e a construção de explicações fundamentadas em evidências (BRASIL, 2017).

Sob esse enfoque, as aulas experimentais são frequentemente destacadas como estratégias pedagógicas eficazes para o ensino de conceitos da Física. Ao possibilitar a manipulação de materiais, a observação direta dos fenômenos e a formulação de hipóteses, a experimentação favorece a articulação entre os modelos teóricos e as evidências empíricas, contribuindo para a consolidação dos conceitos científicos (Susman et al., 2008; Loverude et al., 2003 apud Siahaan et al., 2025).

Além disso, a participação dos estudantes em atividades experimentais de caráter investigativo contribui para o desenvolvimento de habilidades próprias da prática científica, como a interpretação de dados, o uso da linguagem científica e a elaboração de explicações baseadas em relações de causa e efeito. Essas competências são essenciais para a compreensão dos fenômenos físicos e para a aplicação do conhecimento científico em situações do cotidiano, favorecendo uma aprendizagem mais significativa.

Resultados semelhantes são apontados por Vieira et al. (2013 apud Silva e Medeiros, 2021), que evidenciam o aumento do interesse, da participação e da integração dos estudantes quando atividades experimentais são incorporadas ao ensino de Ciências. Segundo os autores, essas práticas refletem positivamente no rendimento da aprendizagem, reforçando a importância da superação de metodologias exclusivamente tradicionais em favor de abordagens mais dinâmicas e investigativas.

No que se refere especificamente ao ensino da pressão hidrostática, a literatura indica que esse é um dos conceitos da Física que apresenta maiores índices de dificuldade entre estudantes do Ensino Fundamental II. Essas dificuldades estão relacionadas, principalmente, à compreensão dos fatores que influenciam a pressão exercida pelos líquidos, como a profundidade, a densidade do fluido e a distribuição da pressão em diferentes direções (Donkor Taale, 2011; Susman et al., 2008; Loverude et al., 2003; Zhou et al., 2019 apud Siahaan et al., 2025).

Estudos mais recentes apontam que abordagens pedagógicas baseadas na investigação científica e na experimentação contribuem significativamente para a melhoria da compreensão da pressão hidrostática, especialmente entre estudantes do oitavo ano. Tais abordagens favorecem a formulação de hipóteses, a experimentação sistematizada e a análise crítica dos resultados obtidos (Siahaan et al., 2025).

Por fim, conforme já destacado por Loedel (1949, apud Silva e Medeiros, 2021), o método de ensino dos princípios físicos deve estar intrinsecamente relacionado às atividades experimentais, uma vez que essas práticas contribuem não apenas para a consolidação conceitual, mas também para o desenvolvimento do vocabulário científico e da compreensão dos fenômenos físicos.

2.2 TEORIA DE APREDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL

A Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel e sistematizada no campo educacional por Marco Antonio Moreira, constitui um importante referencial teórico para a compreensão dos processos de ensino e aprendizagem. Essa teoria destaca a centralidade dos conhecimentos prévios dos alunos, compreendendo que aprender de forma significativa implica relacionar novas informações a estruturas cognitivas já existentes, de maneira substantiva e não arbitrária, superando práticas pedagógicas baseadas exclusivamente na memorização mecânica (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 1978).

Segundo Moreira (1978), a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação se ancora em conceitos ou proposições relevantes já presentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Esses conceitos prévios, denominados por Ausubel como *subsunçores*, atuam como elementos organizadores que possibilitam a assimilação e a compreensão de novos conhecimentos. Nesse processo, o conhecimento não é simplesmente acumulado, mas reorganizado e ampliado de forma hierárquica, tornando-se progressivamente mais elaborado.

Nessa perspectiva, a estrutura cognitiva é entendida como um sistema organizado de conceitos, no qual os conceitos mais específicos encontram-se subordinados a conceitos mais gerais e inclusivos. Conforme destaca Moreira (1978, p. 153), a aprendizagem significativa “envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, existente na estrutura cognitiva do indivíduo”. Essa interação resulta tanto na modificação da nova informação quanto no enriquecimento e na diferenciação dos subsunçores já existentes.

No contexto deste trabalho, a utilização de mapas mentais iniciais configurou-se como uma estratégia pedagógica diretamente alinhada à teoria ausubeliana, uma vez que possibilitou identificar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca dos conteúdos de

Hidrostática. Esses mapas atuaram como instrumentos diagnósticos e como organizadores prévios, favorecendo a criação de pontes cognitivas entre os saberes já construídos pelos alunos e os novos conceitos a serem abordados, condição essencial para a ocorrência da aprendizagem significativa (MOREIRA, 1978).

A partir desse diagnóstico inicial, foram desenvolvidas aulas teóricas dialogadas, nas quais os estudantes foram incentivados a participar ativamente do processo de ensino e aprendizagem por meio de questionamentos, discussões e troca de ideias. Essa abordagem favoreceu a relação entre os novos conteúdos e os conhecimentos prévios dos alunos, promovendo a chamada *diferenciação progressiva*, conforme proposta por Ausubel, na qual ideias mais gerais tornam-se progressivamente mais específicas e organizadas na estrutura cognitiva.

De forma complementar, foram realizadas aulas experimentais com o objetivo de aproximar os conteúdos teóricos da realidade dos estudantes, especialmente no ensino de Física, cujos conceitos são frequentemente abstratos. As atividades experimentais favoreceram a integração entre teoria e prática, possibilitando a observação e a análise de fenômenos físicos, contribuindo para a *reconciliação integradora* dos conceitos, ao relacionar explicações teóricas a situações concretas. Dessa forma, os alunos puderam atribuir significado aos conteúdos estudados, afastando-se de uma aprendizagem meramente mecânica (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 1978).

Ao final do processo, foram elaborados mapas mentais finais com o objetivo de verificar a reorganização e a ampliação da estrutura cognitiva dos estudantes após as intervenções pedagógicas. A comparação entre os mapas mentais iniciais e finais permitiu evidenciar a evolução conceitual dos alunos, indicando que as novas informações foram incorporadas de forma significativa, por meio da ampliação, reorganização e ressignificação dos conceitos previamente existentes.

Ausubel distingue ainda três tipos de aprendizagem significativa: a aprendizagem representacional, a aprendizagem de conceitos e a aprendizagem proposicional. A aprendizagem representacional refere-se à atribuição de significado a símbolos, geralmente palavras; a aprendizagem de conceitos envolve a compreensão de ideias gerais que representam regularidades em objetos ou eventos; e a aprendizagem proposicional ocorre quando o aluno compreende o significado de ideias expressas em

proposições, indo além da simples soma dos significados das palavras que as compõem (MOREIRA, 1978). No desenvolvimento das atividades propostas neste trabalho, esses três tipos de aprendizagem estiveram inter-relacionados, especialmente nas aulas teóricas dialogadas e nas atividades experimentais.

Em contraposição, Ausubel define a aprendizagem mecânica como aquela em que novas informações são adquiridas com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Nesse caso, o conhecimento é armazenado de forma arbitrária e pouco duradoura. Esse tipo de aprendizagem é característico de práticas pedagógicas tradicionais, nas quais o professor assume uma postura predominantemente expositiva e o aluno limita-se à memorização de conteúdos para avaliações pontuais, mostrando-se pouco eficaz para o ensino de conteúdos abstratos, como os da Física.

Diante disso, torna-se fundamental a adoção de práticas pedagógicas que favoreçam a aprendizagem significativa, estimulando a participação ativa dos estudantes e a construção de relações conceituais consistentes. Conforme afirma Ausubel (2003, p. 41), “a essência do processo de aprendizagem significativa é que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária ao que o aprendiz já sabe”. Assim, ao articular mapas mentais, aulas teóricas dialogadas e atividades experimentais, o processo de ensino desenvolvido possibilitou uma aprendizagem mais contextualizada, duradoura e significativa para os alunos.

3 FUNDAMENTOS DA MECÂNICA DOS FLUIDOS

3.1 INTRODUÇÃO À MECÂNICA DOS FLUIDOS

A Mecânica dos Fluidos é o ramo da Física Clássica dedicado ao estudo do comportamento de substâncias que apresentam a capacidade de escoar sob a ação de forças, abrangendo tanto os líquidos quanto os gases. Esse campo do conhecimento possui ampla relevância científica e tecnológica, sendo fundamental para a compreensão de fenômenos naturais e para o desenvolvimento de aplicações em áreas como engenharia, meteorologia, biologia, medicina e processos industriais (YOUNG; FREEDMAN, 2016).

De modo geral, a Mecânica dos Fluidos divide-se em dois grandes domínios: a estática dos fluidos, que investiga fluidos em repouso e em equilíbrio mecânico, e a dinâmica dos fluidos, que estuda o escoamento e o movimento dos fluidos. Neste capítulo, o enfoque recai sobre os fundamentos da estática dos fluidos, estabelecendo as bases conceituais e matemáticas necessárias para a compreensão de grandezas como densidade, pressão, empuxo e os princípios físicos a eles associados (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

3.2 FLUIDOS E PROPRIEDADES FÍSICAS FUNDAMENTAIS

Define-se como fluido toda substância que não apresenta resistência a deformações tangenciais contínuas, isto é, que escoa quando submetida a uma tensão de cisalhamento não nula, por menor que ela seja. Diferentemente dos sólidos, os fluidos não mantêm forma própria, adaptando-se à forma do recipiente que os contém. Tanto os líquidos quanto os gases enquadram-se nessa definição, distinguindo-se principalmente pelo grau de coesão intermolecular e pela compressibilidade (FOX; McDONALD; PRITCHARD, 2015).

A coesão intermolecular refere-se às forças de atração existentes entre as moléculas de uma substância. Nos líquidos, essas forças são relativamente intensas, mantendo as moléculas próximas umas das outras e garantindo um volume praticamente constante. Um exemplo típico é a água, que, ao ser transferida de um recipiente para outro, altera sua forma, mas preserva seu volume. Nos gases, por outro lado, as forças de coesão são muito fracas, permitindo grande separação entre as moléculas; assim, o ar se expande para ocupar todo o volume disponível do recipiente (YOUNG; FREEDMAN, 2016).

Outra propriedade fundamental dos fluidos é a compressibilidade, que expressa a capacidade de um material variar seu volume quando submetido a variações de pressão. Os gases apresentam elevada compressibilidade, como ocorre quando o ar é comprimido em um cilindro, resultando em significativa redução de volume. Em contraste, os líquidos possuem compressibilidade muito baixa, de modo que, mesmo sob grandes pressões — como em profundidades elevadas —, a variação de volume é geralmente desprezível para a maioria das aplicações práticas (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Entre as propriedades físicas mais importantes associadas aos fluidos destaca-se a densidade, grandeza escalar que relaciona a massa de um sistema ao volume por ele ocupado. Para um material homogêneo, a densidade é definida pela relação:

$$\rho = \frac{m}{v} . \quad (1)$$

Onde (ρ) é a densidade, (m) a massa do material e (V) o volume correspondente.

A densidade é uma propriedade intensiva, permanecendo constante para um mesmo material sob condições termodinâmicas fixas, independentemente da quantidade de matéria considerada. Assim, objetos constituídos do mesmo material apresentam a mesma densidade, ainda que possuam massas, volumes e formas distintas. Um exemplo ilustrativo desse comportamento é o caso de uma chave inglesa de aço e um prego de aço, conforme apresentado na Figura 1.

Embora esses objetos possuam dimensões e massas diferentes, ambos apresentam a mesma densidade, uma vez que são constituídos do mesmo material. Esse fato decorre da constância da razão entre a massa e o volume para materiais homogêneos, o que evidencia que a densidade não depende do tamanho do corpo, mas exclusivamente da natureza da substância que o compõe.

A Figura 1 reforça, portanto, o caráter intensivo da densidade, demonstrando de forma visual e intuitiva que a proporção entre massa e volume permanece inalterada para objetos feitos do mesmo material. Essa propriedade é fundamental para a identificação de substâncias e para a compreensão de fenômenos físicos relacionados ao comportamento dos corpos, como aqueles associados à flutuabilidade e à pressão em fluidos.

Figura 1 - Objetos de aço com massas e volumes diferentes, apresentado a mesma densidade



Fonte: Adaptado de Young e Freedman (2016)

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a densidade é expressa em quilograma por metro cúbico (kg/m^3). No sistema cgs, utiliza-se com frequência a unidade grama por centímetro cúbico (g/cm^3). A relação de conversão entre essas unidades é dada por:

$$1 \text{ g/cm}^3 = 1.000 \text{ kg/m}^3. \quad (2)$$

Com base nessas definições e na padronização das unidades de densidade, torna-se possível analisar e comparar quantitativamente diferentes materiais. Nesse sentido, a Tabela 1 apresenta valores de densidade de algumas substâncias comuns, expressos no Sistema Internacional de Unidades, servindo como referência para a compreensão das diferenças entre materiais e de suas respectivas ordens de grandeza.

A tabela reúne exemplos que abrangem desde substâncias presentes no cotidiano até materiais de elevada densidade, permitindo uma comparação clara entre diferentes estados físicos da matéria. Observa-se que os gases, como o ar à pressão atmosférica e temperatura de 20°C , apresentam densidades significativamente baixas, da ordem de 1 kg/m^3 , evidenciando o grande espaçamento entre suas partículas. Em contraste, líquidos como etanol, benzeno, água e água do mar possuem densidades da ordem de 10^3 kg/m^3 , resultado de uma maior proximidade molecular, sendo que pequenas variações nesses valores estão associadas à composição química e à presença de solutos, como no caso da água do mar.

Para os sólidos, especialmente os metais, os valores de densidade tornam-se ainda mais elevados. Materiais como alumínio, ferro, cobre, prata, ouro e platina apresentam densidades entre 10^3 e 10^4 kg/m^3 , refletindo a organização compacta dos átomos em suas

estruturas cristalinas e, em alguns casos, a elevada massa atômica dos elementos constituintes. Destaca-se ainda o mercúrio, que, embora seja um metal líquido à temperatura ambiente, apresenta densidade superior à maioria dos metais sólidos listados.

A Tabela 1 inclui também exemplos de densidades extremas associadas a objetos astrofísicos, como as estrelas anãs brancas e as estrelas de nêutrons, cujos valores atingem ordens de grandeza de 10^{10} kg/m^3 e 10^{18} kg/m^3 , respectivamente. Esses casos evidenciam estados da matéria que extrapolam as condições encontradas na Terra, sendo explicados no âmbito da física moderna e da astrofísica.

Dessa forma, a Tabela 1 evidencia como a densidade varia amplamente entre diferentes materiais e estados físicos, destacando a importância dessa grandeza para a caracterização da matéria e para a compreensão de fenômenos físicos em escalas que vão do cotidiano a contextos extremos do universo.

Tabela 1 – Densidades de algumas substâncias comuns

Material	Densidade (kg/m^3)	Material	Densidade (kg/m^3)
Ar (1atm, 20 °C)	1,20	Ferro, aço	$7,8 \times 10^3$
Etanol	$0,81 \times 10^3$	Bronze	$8,6 \times 10^3$
Benzeno	$0,90 \times 10^3$	Cobre	$8,9 \times 10^3$
Gelo	$0,92 \times 10^3$	Prata	$10,5 \times 10^3$
Água	$1,00 \times 10^3$	Chumbo	$10,5 \times 10^3$
Água do mar	$1,03 \times 10^3$	Mercúrio	$13,6 \times 10^3$
Sangue	$1,06 \times 10^3$	Ouro	$19,3 \times 10^3$
Glicerina	$1,26 \times 10^3$	Platina	$21,4 \times 10^3$
Alumínio	$2,7 \times 10^3$	Estrela anã branca	10^{10}
Concreto	2×10^3	Estrela anã nêutrons	10^{18}

Fonte: Adaptado de Young e Freedman (2016)

3.3 PRESSÃO EM FLUIDOS

Quando um fluido se encontra em contato com uma superfície sólida, ele exerce sobre essa superfície uma força distribuída perpendicularmente à área de contato. Essa

força resulta das interações microscópicas entre as partículas do fluido e a superfície sólida e está presente mesmo quando o fluido se encontra em repouso, caracterizando uma situação de equilíbrio hidrostático.

A grandeza física utilizada para quantificar essa interação é a pressão, definida como a razão entre a força normal exercida pelo fluido e a área sobre a qual essa força atua. De forma geral, a pressão pode ser definida, no limite diferencial, como:

$$P = \frac{dF}{dA}. \quad (3)$$

Em situações nas quais a força normal está uniformemente distribuída sobre uma superfície plana de área A , a expressão da pressão pode ser escrita de forma simplificada como:

$$P = \frac{F}{A}. \quad (4)$$

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a pressão é medida em pascal (Pa), unidade definida como a pressão exercida por uma força de um newton distribuída uniformemente sobre uma área de um metro quadrado, ou seja:

$$1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}. \quad (5)$$

Uma propriedade fundamental da pressão em fluidos é o seu caráter escalar. Em um ponto específico de um fluido em equilíbrio, a pressão possui o mesmo valor independentemente da direção considerada. Esse comportamento decorre da condição de equilíbrio mecânico: se a pressão variasse com a direção em um mesmo ponto, surgiria uma força resultante não nula, provocando aceleração do fluido e, conseqüentemente, movimento, o que contradiz a hipótese de fluido em repouso.

Esse caráter escalar pode ser compreendido ao se considerar um fluido em equilíbrio contido em um recipiente fechado. Em um ponto qualquer do fluido, pequenas superfícies imaginárias orientadas em diferentes direções sofrem forças de mesma intensidade por unidade de área. Caso isso não ocorresse, haveria uma força resultante, inviabilizando a condição de equilíbrio hidrostático (YOUNG; FREEDMAN, 2016).

É importante distinguir claramente os conceitos de força e pressão, pois se trata de grandezas físicas distintas, embora frequentemente confundidas no senso comum.

Enquanto a força está associada à interação entre corpos, a pressão relaciona essa força à área sobre a qual ela é aplicada. Assim, uma mesma força pode produzir diferentes pressões, dependendo da área de contato, conforme expresso pela relação:

$$P = \frac{F}{A}. \quad (6)$$

Um exemplo cotidiano que ilustra essa distinção é o peso de uma pessoa exercido sobre o solo ao utilizar diferentes tipos de calçado, conforme ilustrado na Figura 2. A figura apresenta a comparação da pressão exercida sobre a superfície considerando a mesma força aplicada, variando-se apenas a área de contato.

Ao utilizar um calçado de salto fino, a área de contato com o solo é significativamente menor, o que resulta em um valor elevado de pressão exercida sobre a superfície. Isso ocorre porque a pressão é definida como a razão entre a força aplicada e a área de contato, de modo que, para uma força constante, a redução da área implica um aumento da pressão.

Em contrapartida, ao utilizar um calçado de sola larga, como um tênis, a mesma força é distribuída sobre uma área de contato maior, produzindo uma pressão menor sobre o solo. Esse comportamento evidencia a relação inversa entre pressão e área de contato, destacando a importância dessa grandeza na determinação da pressão exercida.

Dessa forma, a Figura 2 contribui para a compreensão do conceito de pressão ao demonstrar, de maneira clara e intuitiva, como a variação da área de contato influencia diretamente a intensidade da pressão, mantendo-se constante a força aplicada.

Figura 2 – Comparação da pressão exercida sobre o solo para diferentes áreas de contato, considerando a mesma força aplicada.



Fonte: Elaborada pela autora

No caso do salto fino, a área de contato com o solo é extremamente reduzida, o que resulta em um valor elevado de pressão exercida sobre a superfície. Em contraste, ao utilizar um **tênis**, cuja sola apresenta uma área de contato significativamente maior, a mesma força é distribuída por uma área mais extensa, produzindo uma pressão menor sobre o solo.

A pressão atmosférica (P_a) corresponde à pressão exercida pela coluna de ar da atmosfera terrestre sobre a superfície do planeta e sobre os corpos nela imersos. Trata-se de uma grandeza escalar que atua em todas as direções e cuja intensidade depende de fatores como a altitude, as condições meteorológicas e a temperatura. Ao nível médio do mar, define-se a pressão atmosférica normal como sendo 1 atmosfera (1 atm), valor estabelecido a partir de medições experimentais padronizadas (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a pressão atmosférica ao nível do mar é expressa por:

$$1 \text{ atm} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa} . \quad (7)$$

Sendo o pascal (Pa) equivalente 1 N/m^2 . Esse mesmo valor pode ser representado em outras unidades frequentemente utilizadas na Física e em áreas correlatas, tais como:

$$1 \text{ atm} = 1,013 \text{ bar} = 1013 \text{ mbar} = 14,70 \text{ lb/pol}^2. \quad (8)$$

Essas conversões são fundamentais para a análise e comparação de fenômenos físicos em diferentes contextos científicos e tecnológicos.

Como exemplo, um corpo submetido a uma pressão absoluta de 2 atm, situação que pode ocorrer em determinadas profundidades em um fluido ou em sistemas pressurizados, encontra-se sob uma pressão equivalente a:

$$2 \times 1,013 \times 10^5 = 2,026 \times 10^5 \text{ Pa} . \quad (9)$$

Evidenciando a relação direta entre a pressão aplicada e o valor de referência correspondente à pressão atmosférica ao nível do mar.

Outro aspecto relevante diz respeito à variação da pressão atmosférica com a altitude. À medida que se eleva em relação ao nível do mar, a quantidade de ar acima do ponto considerado diminui, reduzindo o peso da coluna de ar e, conseqüentemente, a pressão exercida. Em regiões de grande altitude, a pressão atmosférica assume valores significativamente inferiores a 1 atm. Por exemplo, em uma localidade onde a pressão seja aproximadamente 0,80 atm, tem-se:

$$0,80 \times 1,013 \times 10^5 \approx 8,1 \times 10^4 \text{ Pa} . \quad (10)$$

Essa redução da pressão atmosférica produz efeitos físicos importantes, como a diminuição da temperatura de ebulição da água, uma vez que a ebulição ocorre quando a pressão de vapor do líquido se iguala à pressão externa. Em regiões de grande altitude, onde a pressão atmosférica é inferior à pressão normal ao nível do mar, essa condição é atingida a temperaturas menores que 100°C (YOUNG; FREEDMAN, 2016).

Além disso, a diminuição da pressão atmosférica implica uma redução da densidade do ar, o que pode afetar processos fisiológicos, especialmente os relacionados à respiração humana, devido à menor disponibilidade de oxigênio por unidade de volume, fenômeno observado em regiões montanhosas e de elevada altitude.

3.4 PRESSÃO EM FLUIDOS EM REPOUSO, VARIAÇÃO COM A PROFUNDIDADE E LEI DE PASCAL

Em um fluido em repouso, a pressão exercida em seu interior está associada tanto ao peso do próprio fluido quanto às pressões aplicadas sobre sua superfície, como a pressão atmosférica. Quando o fluido se encontra em equilíbrio hidrostático, não há movimento relativo entre suas partículas, de modo que cada elemento infinitesimal do fluido também se encontra em equilíbrio. Nessas condições, a soma vetorial de todas as forças que atuam sobre qualquer elemento do fluido é nula, princípio fundamental que permite descrever matematicamente a variação da pressão com a posição vertical no interior do fluido (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Para analisar essa situação, considera-se um elemento infinitesimal de fluido, em forma de paralelepípedo, com área transversal A e espessura vertical dy , localizado no interior de um fluido homogêneo e em repouso. Esse elemento está submetido às forças resultantes da pressão exercida sobre suas faces superior e inferior, além de seu próprio peso. Seja P a pressão exercida sobre a face inferior do elemento. A face superior encontra-se a uma altura dy acima da face inferior e, devido à variação da pressão com a posição vertical, a pressão exercida sobre essa face é $P + dP$.

A força exercida pela pressão sobre a face inferior do elemento é dada por PA , dirigida para cima. De modo análogo, a força exercida pela pressão sobre a face superior é $(P + dP)A$, dirigida para baixo. Além dessas forças de pressão, o elemento de fluido está submetido ao seu peso, que atua verticalmente para baixo.

O peso do elemento pode ser determinado a partir de sua massa. Considerando que a densidade do fluido é ρ e que o volume do elemento infinitesimal é $dV = A dy$, a massa do elemento é $dm = \rho dV = \rho A dy$. Assim, o peso do elemento de fluido é expresso por $\rho g A dy$, em que g representa a aceleração da gravidade.

Como o elemento de fluido está em equilíbrio hidrostático, a soma das forças verticais que atuam sobre ele deve ser nula. Adotando o sentido positivo para cima, a condição de equilíbrio pode ser escrita como:

$$PA - (P + dP)A - \rho g A dy = 0 . \quad (11)$$

Dividindo todos os termos da equação pela área A e reorganizando-os, obtém-se:

$$P - (P + dP) - \rho g dy = 0 . \quad (12)$$

Simplificando a expressão (12) , resulta:

$$-dP - \rho g dy = 0 . \quad (13)$$

ou, equivalentemente,

$$dP = -\rho g dy . \quad (14)$$

Dividindo ambos os lados da equação por dy , obtém-se a relação diferencial que descreve a variação da pressão com a coordenada vertical no interior de um fluido em repouso:

$$\frac{dP}{dy} = -\rho g . \quad (15)$$

Essa expressão é conhecida como equação fundamental da Hidrostática e indica que, em um fluido homogêneo submetido a um campo gravitacional uniforme, a taxa de variação da pressão em relação à posição vertical é constante. O sinal negativo indica que a pressão aumenta à medida que se desce no fluido, ou seja, quando a coordenada vertical diminui (YOUNG; FREEDMAN, 2016).

Para obter a expressão da pressão entre dois pontos do fluido situados a diferentes alturas, integra-se a equação diferencial entre um ponto 1, localizado na altura y_1 e pressão P_1 , e um ponto 2, localizado na altura y_2 e pressão P_2 :

$$\int_{P_1}^{P_2} dP = -\rho g \int_{y_1}^{y_2} dy . \quad (16)$$

Resultando em:

$$P_2 - P_1 = -\rho g(y_2 - y_1) . \quad (17)$$

Se o ponto 1 for escolhido na superfície livre do fluido, onde a pressão é P_0 , e o ponto 2 estiver a uma profundidade h abaixo da superfície, então $y_2 = y_0 - h$. Substituindo na equação (17), obtém-se:

$$P = P_0 + \rho gh . \quad (18)$$

Essa expressão evidencia que a pressão em um ponto localizado a uma profundidade h em um fluido homogêneo em repouso aumenta linearmente com a

profundidade, sendo diretamente proporcional à densidade do fluido e à aceleração da gravidade. Além disso, a pressão em um ponto depende exclusivamente da profundidade e da densidade do fluido, sendo independente da forma do recipiente que o contém.

A partir dessa análise, compreende-se que qualquer variação de pressão aplicada a um fluido incompressível e em equilíbrio tende a ser transmitida integralmente a todos os pontos do fluido. Esse princípio é formalizado pela Lei de Pascal, segundo a qual uma pressão aplicada a um fluido confinado é transmitida igualmente em todas as direções, sem diminuição de intensidade. A Lei de Pascal constitui a base teórica para o funcionamento de diversos dispositivos hidráulicos, como prensas hidráulicas, elevadores hidráulicos e sistemas de freio, além de permitir a compreensão de fenômenos naturais relacionados à pressão em fluidos (TIPLER; MOSCA, 2009).

3.5 EMPUXO E PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES

Quando um corpo é imerso total ou parcialmente em um fluido, observa-se que seu peso aparente torna-se menor do que o peso medido no ar. Em determinadas situações, quando a densidade do corpo é inferior à densidade do fluido, o corpo passa a flutuar. Fenômenos como a flutuação do corpo humano na água ou de um balão preenchido com gás no ar são explicados pela ação de uma força vertical dirigida de baixo para cima, denominada força de empuxo. Esse fenômeno é descrito pelo Princípio de Arquimedes, um dos fundamentos da Hidrostática (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

De acordo com o Princípio de Arquimedes, todo corpo parcial ou totalmente imerso em um fluido em repouso sofre a ação de uma força de empuxo cuja intensidade é igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo. Matematicamente, essa força pode ser expressa por:

$$E = \rho_f g V_d . \quad (19)$$

em que E representa a força de empuxo, ρ_f é a densidade do fluido, g é a aceleração da gravidade e V_d corresponde ao volume de fluido deslocado pelo corpo. Essa expressão evidencia que o empuxo depende exclusivamente das propriedades do fluido e do volume deslocado, sendo independente da massa ou da densidade do corpo, embora essas grandezas determinem se o corpo afunda, flutua ou permanece em equilíbrio no interior do fluido (YOUNG; FREEDMAN, 2016).

A origem física do empuxo está associada à variação da pressão hidrostática com a profundidade. Em um fluido em repouso, a pressão aumenta à medida que se desce no fluido, conforme discutido anteriormente. Dessa forma, as forças exercidas pelo fluido sobre a superfície inferior de um corpo imerso possuem maior intensidade do que aquelas exercidas sobre sua superfície superior. Como resultado dessa diferença de pressões, surge uma força resultante vertical dirigida para cima, caracterizando a força de empuxo (TIPLER; MOSCA, 2009).

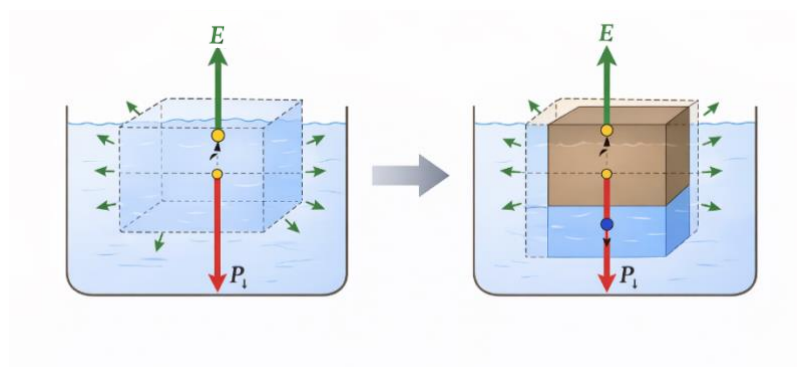
Para compreender formalmente esse princípio, pode-se considerar inicialmente uma porção qualquer de fluido em repouso, delimitada por uma superfície imaginária. Essa porção de fluido encontra-se em equilíbrio hidrostático, de modo que a força resultante sobre ela é nula. A força exercida pelo fluido vizinho sobre essa porção é equilibrada exatamente pelo peso do fluido contido em seu interior, sendo que a linha de ação da força resultante passa pelo centro de gravidade dessa porção de fluido.

Ao substituir mentalmente essa porção de fluido por um corpo sólido de mesma forma e volume, mantendo o fluido ao redor em repouso, a distribuição das pressões exercidas sobre as superfícies externas permanece inalterada. Dessa forma, o fluido vizinho passa a exercer sobre o corpo sólido uma força resultante de mesma intensidade e direção daquela que atuava sobre a porção de fluido originalmente considerada, dando origem à força de empuxo, conforme ilustrado na Figura 3.

Essa força resultante vertical, dirigida para cima, tem origem na diferença entre as forças de pressão exercidas nas faces inferior e superior do corpo, uma vez que a pressão em um fluido em repouso aumenta com a profundidade. A intensidade dessa força, denominada empuxo, é igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo, conforme estabelecido pelo Princípio de Arquimedes.

Essa interpretação reforça o caráter universal do Princípio de Arquimedes e sua aplicabilidade tanto a líquidos quanto a gases, permitindo explicar uma ampla gama de fenômenos naturais e tecnológicos, como a flutuação de embarcações, o funcionamento de submarinos, balões atmosféricos e a medição de densidades por meio de instrumentos como o densímetro.

Figura 3 – Representação esquemática do equilíbrio de uma porção de fluido em repouso e da origem da força de empuxo a partir da substituição dessa porção por um corpo sólido de mesmo volume.



Fonte: Elaborada pela autora com Young e Freedman (2016)

Ao substituir mentalmente uma porção de fluido por um corpo sólido de mesma forma e volume, mantendo o fluido ao redor em repouso, a distribuição de pressões sobre as superfícies externas permanece inalterada. Dessa forma, a força resultante exercida pelo fluido sobre o corpo sólido é a mesma que atuava sobre a porção de fluido originalmente considerada. Essa força resultante vertical, dirigida para cima e de intensidade igual ao peso do fluido deslocado, é denominada força de empuxo (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

A linha de ação do empuxo passa pelo centro de gravidade do fluido deslocado, também denominado centro de empuxo, o qual não necessariamente coincide com o centro de gravidade do corpo imerso. Essa distinção é relevante para a análise da estabilidade de corpos flutuantes, como embarcações e plataformas marítimas (TIPLER; MOSCA, 2009).

A condição de equilíbrio, ascensão ou afundamento de um corpo imerso em um fluido depende da relação entre o empuxo e o peso do corpo. Se o peso do corpo $P = mg$ for maior que o empuxo, o corpo afunda. Se o empuxo for maior que o peso, o corpo sobe até atingir a superfície do fluido. Quando o empuxo é igual ao peso do corpo, em módulo, estabelece-se a condição de equilíbrio hidrostático, podendo ocorrer flutuação parcial ou total. Para um corpo flutuando em equilíbrio, tem-se:

$$E = P . \quad (20)$$

ou, de forma equivalente,

$$\rho_f g V_d = \rho_c g V_c . \quad (21)$$

em que ρ_f e V_d representam, respectivamente, a densidade do fluido e o volume de fluido deslocado, enquanto ρ_c e V_c correspondem à densidade e ao volume total do corpo. Essa relação evidencia que a flutuação depende diretamente da comparação entre as densidades do corpo e do fluido, e não apenas de suas massas absolutas (YOUNG; FREEDMAN, 2016).

Como exemplo, considere um bloco de madeira flutuando na água. A densidade média da madeira é inferior à densidade da água, o que faz com que apenas uma fração de seu volume permaneça submersa. O volume submerso ajusta-se automaticamente de modo que o peso da água deslocada seja exatamente igual ao peso do bloco, garantindo a condição de equilíbrio. De forma análoga, um balão preenchido com gás flutua no ar porque o peso do ar deslocado pelo balão é maior que o peso total do sistema, incluindo o gás e o invólucro do balão.

O Princípio de Arquimedes possui ampla aplicação prática, sendo fundamental para a compreensão do funcionamento de embarcações, submarinos, balões atmosféricos e instrumentos de medição de densidade, como o densímetro, além de constituir um conteúdo essencial para o ensino da Hidrostática no contexto da Educação Básica.

4 PRODUTO EDUCACIONAL

Neste tópico, apresenta-se a organização da sequência didática desenvolvida para a implementação do produto educacional, evidenciando a estruturação dos encontros, os encaminhamentos metodológicos adotados e a distribuição das atividades propostas ao longo do processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos de Hidrostática no componente curricular de Ciências.

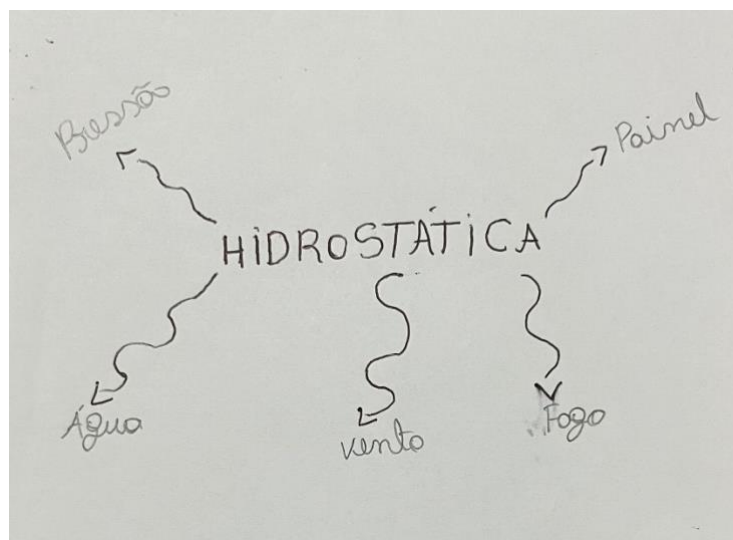
A sequência didática foi planejada e desenvolvida ao longo de oito encontros, totalizando dez aulas de 50 minutos cada. As aulas foram organizadas de forma progressiva e articulada, contemplando momentos de problematização inicial, desenvolvimento conceitual, atividades práticas e sistematização dos conhecimentos.

Essa organização teve como finalidade favorecer a compreensão dos conceitos fundamentais da Hidrostática, promovendo a relação entre teoria e situações do cotidiano, bem como estimular o envolvimento e a participação ativa dos estudantes ao longo do processo de ensino e aprendizagem.

1º Encontro (uma aula de 50 minutos): Levantamento dos conhecimentos prévios

- ❖ **Objetivo:** Identificar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca dos conceitos relacionados à Hidrostática, promovendo a ativação dessas concepções iniciais como subsídio para o desenvolvimento da sequência didática.
- ❖ **Conteúdo:** Concepções iniciais sobre hidrostática; relações entre líquidos, pressão, empuxo e fenômenos do cotidiano associados aos fluidos.
- ❖ **Atividades desenvolvidas:** O encontro teve início com uma conversa introdutória sobre os objetivos da sequência didática e a importância do estudo da Hidrostática no componente curricular de Ciências. Em seguida, os estudantes elaboraram mapas mentais iniciais relacionados ao tema, possibilitando a identificação de conhecimentos prévios, concepções iniciais e possíveis lacunas conceituais. Ao final, realizou-se uma discussão coletiva para socialização das ideias apresentadas pelos estudantes.

Figura 4 – Um dos mapas mentais iniciais elaborados pelos alunos



Fonte: Registro da autora

2º Encontro (Duas aulas de 50 minutos cada): Aulas teóricas dialogadas – densidade, pressão atmosférica e pressão hidrostática

- ❖ **Objetivo:** Apresentar e discutir os conceitos de densidade, pressão atmosférica e pressão hidrostática de forma contextualizada, relacionando-os a situações do cotidiano dos estudantes, com o intuito de favorecer a compreensão dos conteúdos e reduzir seu caráter abstrato.
- ❖ **Conteúdo:** Densidade; pressão atmosférica; pressão hidrostática; relação entre profundidade e pressão; aplicações da Hidrostática em situações do cotidiano.
- ❖ **Atividade desenvolvidas:** As aulas foram conduzidas por meio de uma abordagem teórica dialogada sobre densidade, pressão atmosférica e pressão hidrostática, relacionando os conteúdos a situações do cotidiano, como a flutuação de objetos, a mistura entre óleo e água, a rarefação do ar em regiões elevadas e os efeitos da pressão em grandes profundidades oceânicas. Durante o encontro, os estudantes participaram das discussões e relacionaram os conceitos científicos a experiências e acontecimentos do cotidiano, favorecendo maior compreensão e envolvimento com os conteúdos trabalhados.

3º Encontro (uma aula de 50 minutos): Aula teórica dialogada – empuxo (Princípio de Arquimedes)

- ❖ **Objetivo:** Apresentar e discutir o conceito de empuxo com base no Princípio de Arquimedes, relacionando-o a situações do cotidiano que envolvem flutuação e submersão de corpos em fluidos.
- ❖ **Conteúdo:** Empuxo; Princípio de Arquimedes; flutuação e submersão de corpos; relação entre densidade, volume deslocado e força de empuxo.
- ❖ **Atividades desenvolvidas:** O encontro foi desenvolvido por meio de uma aula teórica dialogada sobre o conceito de empuxo e o Princípio de Arquimedes, relacionando os conteúdos a situações do cotidiano, como a flutuação de barcos, boias e a sensação de diminuição do peso aparente na água. Durante a aula, os estudantes participaram das discussões e estabeleceram relações entre empuxo, densidade e volume de fluido deslocado, articulando os novos conhecimentos aos conteúdos estudados nos encontros anteriores.

4º Encontro (aula de 50 minutos): Aplicação de questionário avaliativo – consolidação dos conceitos de hidrostática

- ❖ **Objetivos:** Avaliar a aprendizagem dos estudantes em relação aos conceitos de densidade, pressão atmosférica, pressão hidrostática e empuxo, bem como consolidar os conhecimentos trabalhados nos encontros anteriores.
- ❖ **Conteúdos:** Densidade; pressão atmosférica; pressão hidrostática; empuxo; aplicações da Hidrostática em situações do cotidiano.
- ❖ **Atividades desenvolvidas:** O encontro foi destinado à aplicação de um questionário avaliativo composto por sete questões objetivas e duas discursivas, elaboradas de forma contextualizada e adequadas ao nível dos anos finais do Ensino Fundamental. As questões abordaram os conceitos de densidade, pressão atmosférica, pressão hidrostática e empuxo, buscando relacionar os conteúdos estudados a situações do cotidiano. A atividade teve caráter diagnóstico e formativo, permitindo identificar o nível de compreensão dos estudantes, bem como possíveis dificuldades conceituais relacionadas aos conteúdos trabalhados nos encontros anteriores.

5º Encontro (duas aulas de 50 minutos cada): Experimentos de demonstração práticos realizados

- ❖ **Objetivo:** Favorecer a visualização e a compreensão dos fenômenos hidrostáticos por meio de experimentos de demonstração, aproximando os conceitos teóricos da prática experimental.
- ❖ **Conteúdo:** Densidade; pressão hidrostática; empuxo; peso aparente; flutuação e afundamento de corpos.
- ❖ **Atividades desenvolvidas:** O encontro foi destinado à realização de experimentos de demonstração relacionados aos conceitos de densidade, pressão hidrostática e empuxo. Inicialmente, realizou-se um experimento utilizando água, mel, óleo e diferentes objetos, permitindo aos estudantes observar fenômenos de flutuação e afundamento associados às diferenças de densidade entre os materiais.

Figura 5 – Estudantes realizando atividade experimental sobre densidade durante a aplicação da sequência didática.



Fonte: Retirada pela autora

Em seguida, foi desenvolvido o experimento da garrafa PET perfurada lateralmente, possibilitando a observação do aumento da pressão hidrostática com a profundidade a partir do alcance dos jatos de água.

Figura 6 – Experimento demonstrativo sobre pressão hidrostática com garrafa PET.



Fonte: Retirada pela autora

Posteriormente, realizou-se uma atividade relacionada ao Princípio de Arquimedes, na qual os estudantes observaram a diferença entre o peso de um objeto no ar e quando imerso em água, favorecendo a compreensão do conceito de empuxo e peso aparente. Ao longo das atividades, os estudantes participaram das observações, discussões e formulação de hipóteses, relacionando os fenômenos observados aos conceitos teóricos estudados anteriormente.

6º Encontro (Uma aula de 50 minutos): Experimento virtual sobre densidade – uso do simulador PhET

- ❖ **Objetivo:** Aprofundar a compreensão do conceito de densidade por meio da utilização de um experimento virtual interativo, complementando as atividades práticas desenvolvidas nos encontros anteriores.
- ❖ **Conteúdo:** Densidade; relação entre massa, volume e densidade; flutuação e afundamento de corpos; experimentação virtual no ensino de Ciências.
- ❖ **Atividades desenvolvidas:** O encontro foi destinado à realização de uma atividade utilizando o simulador virtual PhET voltado ao estudo da densidade. Inicialmente, foram apresentadas orientações sobre o funcionamento do simulador e os objetivos da atividade proposta. Os estudantes foram organizados em grupos de três integrantes e utilizaram aparelhos celulares para acessar o simulador, manipulando variáveis relacionadas à massa, volume e densidade dos

materiais. Durante a atividade, os grupos observaram o comportamento de diferentes objetos em líquidos distintos, levantando hipóteses e relacionando os resultados obtidos aos conceitos teóricos estudados anteriormente. Ao final do encontro, realizou-se uma discussão coletiva para socialização das observações e conclusões dos grupos, favorecendo a consolidação dos conceitos trabalhados e a integração entre experimentação prática e virtual.

7º Encontro (Uma aula de 50 minutos): Aplicação de questionário avaliativo pós-experimentos – verificação da aprendizagem

- ❖ **Objetivo:** Verificar a evolução da aprendizagem dos estudantes após a realização das atividades experimentais práticas e virtuais relacionadas aos conteúdos de Hidrostática.
- ❖ **Conteúdo:** Densidade; pressão hidrostática; empuxo; interpretação de fenômenos hidrostáticos em situações do cotidiano.
- ❖ **Atividades desenvolvidas:** O encontro foi destinado à aplicação de um questionário avaliativo composto por questões objetivas e discursivas relacionadas aos conteúdos de densidade, pressão hidrostática e empuxo. As questões foram elaboradas de forma contextualizada, buscando relacionar os conceitos estudados a situações do cotidiano e favorecer a interpretação dos fenômenos hidrostáticos. Durante a atividade, os estudantes foram incentivados a aplicar os conhecimentos construídos ao longo da sequência didática, permitindo identificar avanços conceituais e possíveis dificuldades ainda presentes no processo de aprendizagem. O questionário também possibilitou a comparação dos resultados obtidos com avaliações realizadas em momentos anteriores da sequência didática, contribuindo para a análise da eficácia das estratégias pedagógicas desenvolvidas.

8º Encontro (aulas de 50 minutos): Elaboração do mapa mental final e encerramento da sequência didática

- ❖ **Objetivo:** Analisar a evolução conceitual dos estudantes acerca dos conteúdos de Hidrostática por meio da elaboração dos mapas mentais finais.
- ❖ **Conteúdo:** Densidade; pressão hidrostática; empuxo; sistematização dos conceitos de Hidrostática.

- ❖ **Atividades desenvolvidas:** O encontro foi destinado à elaboração dos mapas mentais finais, abordando os conceitos de Hidrostática trabalhados ao longo da sequência didática. A atividade possibilitou a comparação entre os mapas mentais iniciais e finais, permitindo identificar avanços conceituais, ampliação do repertório científico e reorganização das ideias apresentadas pelos estudantes. Após a elaboração dos mapas, realizou-se uma discussão coletiva sobre as aprendizagens construídas durante a sequência didática, favorecendo a retomada dos principais conceitos estudados e o esclarecimento de dúvidas remanescentes. Ao final do encontro, foi realizado o encerramento da sequência didática, destacando-se a contribuição dos experimentos de demonstração e dos recursos interativos para a compreensão dos fenômenos hidrostáticos.

5 RESULTADOS OBTIDOS

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLAR

Antes da apresentação dos resultados obtidos com a aplicação da sequência didática, faz-se necessário caracterizar o contexto escolar em que a pesquisa foi desenvolvida.

A Escola Municipal Professora Elita Barbosa da Fonseca está situada na Rua 13 de Outubro, s/n, no Centro do município de Tangará, no estado do Rio Grande do Norte. Trata-se de uma instituição pública de ensino que oferta a Educação Básica, contemplando os Anos Iniciais e os Anos Finais do Ensino Fundamental, além das modalidades de Educação de Jovens e Adultos (EJA) e Educação Especial.

Atualmente, a escola atende um total de 524 estudantes, distribuídos entre 272 alunos matriculados nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental e 252 alunos nos Anos Finais do Ensino Fundamental, além de 27 estudantes da modalidade EJA e 41 alunos atendidos pela Educação Especial. O corpo docente é composto por 25 professores, que atuam nas diferentes etapas e modalidades de ensino oferecidas pela instituição.

No que se refere ao contexto pedagógico, a escola atende a um público diverso, oriundo majoritariamente da zona urbana do município, apresentando diferentes níveis de aprendizagem e experiências escolares. Nesse cenário, observa-se a necessidade de estratégias didáticas que favoreçam a contextualização dos conteúdos curriculares, a

participação ativa dos estudantes e a promoção de aprendizagens significativas, especialmente nas áreas de Ciências da Natureza.

A proposta de desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática com foco em conteúdos de Hidrostática insere-se, portanto, como uma ação pedagógica pertinente ao contexto da instituição, sendo direcionada aos estudantes dos Anos Finais do Ensino Fundamental. O produto educacional busca contribuir para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem, por meio do uso de recursos interativos, experimentos de demonstração e simulações virtuais, em consonância com as orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e com as demandas pedagógicas identificadas no ambiente escolar.

A análise da infraestrutura escolar constitui um elemento fundamental para a compreensão das condições materiais que sustentam o desenvolvimento das atividades pedagógicas e administrativas. Nesse contexto, a Tabela 2 apresenta a estrutura física da instituição analisada, discriminando os diferentes ambientes disponíveis e suas respectivas quantidades, permitindo uma visão geral da organização dos espaços escolares.

Tabela 2 - A estrutura física e a equipe técnica-profissional estão listadas nas tabelas

AMBIENTE	QUANTIDADE
Sala de aula	16
Laboratório de Ciências da Natureza	-
Laboratório de Informática	01
Sala dos Professores	01
Biblioteca	01
Secretaria	01
Banheiros	06
Cozinha	01
Diretoria	01
Almoxarifado	01
Sala administrativa	-
Dispensa	-

Refeitório	01
Coordenação pedagógica	04
Guarita	-

Fontes: Dados elaborados pelo autor (2026)

A partir dos dados apresentados na Tabela 2, observa-se que a instituição dispõe de 16 salas de aula, indicando uma capacidade significativa para o atendimento de diferentes turmas e níveis de ensino. No que se refere aos espaços destinados a atividades pedagógicas específicas, destaca-se a existência de um laboratório de informática, recurso essencial para o uso de tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem. Em contrapartida, a ausência de um laboratório de Ciências da Natureza limita a realização de atividades experimentais presenciais, o que reforça a necessidade de estratégias alternativas, como o uso de simulações virtuais e recursos digitais interativos.

A instituição conta ainda com ambientes administrativos e de apoio, como sala dos professores, biblioteca, secretaria, diretoria, almoxarifado e refeitório, em quantitativos compatíveis com as demandas do funcionamento escolar. A presença da biblioteca constitui um aspecto relevante para o incentivo à leitura e para o suporte às atividades pedagógicas, enquanto os demais espaços contribuem para a organização institucional.

Adicionalmente, a existência de seis banheiros, bem como de ambientes como cozinha e coordenação pedagógica, indica uma estrutura básica adequada para o atendimento da comunidade escolar. Contudo, a inexistência de alguns espaços, como sala administrativa específica, dispensa e guarita, evidencia limitações estruturais que podem impactar aspectos organizacionais e logísticos da instituição.

De modo geral, a análise da Tabela 2 permite compreender o contexto físico no qual a proposta pedagógica está inserida, fornecendo subsídios para a reflexão sobre as condições materiais disponíveis para a implementação de práticas pedagógicas inovadoras, em consonância com as orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e com as demandas identificadas no ambiente escolar.

A análise da composição do corpo técnico-profissional constitui um aspecto essencial para a compreensão da organização institucional e do suporte oferecido às

atividades pedagógicas e administrativas. Nesse sentido, a Tabela 3 apresenta a distribuição dos profissionais que compõem o quadro funcional da instituição, evidenciando os diferentes cargos e suas respectivas quantidades.

Tabela 3 - Equipe técnica-profissional da escola

EQUIPE	QUANTIDADE
Diretora	01
Vice-diretora	01
Coordenação administrativo-financeira	-
Coordenação pedagógica	05
Suporte pedagógico	-
Secretario	01
Bibliotecário	02
Porteiro	02
Auxiliar de Serviços Gerais	08
Cozinheiros	03
Professores	30
Auxiliar de alunos	08

Fontes: Dados elaborados pelo autor (2026)

A partir dos dados apresentados na Tabela 3, observa-se que a instituição possui uma estrutura organizacional robusta e segmentada, capaz de atender às demandas pedagógicas e administrativas. No âmbito da gestão escolar, a unidade conta com uma diretora e uma vice-diretora, além de uma equipe de coordenação pedagógica composta por cinco profissionais, o que sugere uma atenção significativa ao acompanhamento do processo de ensino-aprendizagem e ao suporte oferecido ao corpo docente.

No que se refere ao suporte administrativo e pedagógico complementar, destaca-se a presença de um secretário e de dois bibliotecários, indicando uma organização voltada à gestão documental e ao incentivo às atividades de pesquisa e leitura. Por outro lado, a ausência de profissionais na função de coordenação administrativo-financeira no período analisado, bem como a não discriminação do quantitativo referente ao suporte pedagógico, evidencia possíveis lacunas ou limitações na estrutura funcional da instituição.

O corpo docente constitui o grupo mais numeroso, com 30 professores em atuação, o que reflete a centralidade da atividade pedagógica no contexto institucional. Para assegurar o funcionamento operacional da escola e o atendimento aos estudantes, a instituição dispõe ainda de um quadro significativo de profissionais de apoio, composto por oito auxiliares de serviços gerais, oito auxiliares de alunos e dois porteiros. A alimentação escolar é garantida por três cozinheiros, completando o conjunto de funcionários responsáveis pela manutenção da infraestrutura e pela rotina diária da unidade de ensino.

5.1.1 PERFIL DOS ESTUDANTES

Os estudantes participantes da aplicação da proposta didática pertenciam a uma turma do 8º ano do Ensino Fundamental, composta por 28 alunos. A turma apresentou um perfil heterogêneo, tanto no que se refere ao desempenho acadêmico quanto aos níveis de interesse, participação e envolvimento nas atividades desenvolvidas em sala de aula.

Durante o período de observação inicial, constatou-se que uma parcela significativa dos estudantes apresentava dificuldades na compreensão de conceitos abordados nas aulas de Ciências, especialmente aqueles que exigiam maior capacidade de abstração. Em contrapartida, observou-se a presença de alunos com maior facilidade de aprendizagem, demonstrando atenção, participação ativa e interesse pelos conteúdos trabalhados. Também foi identificado um grupo de estudantes com baixo interesse inicial, evidenciando desmotivação frente às atividades tradicionais relacionadas ao ensino de Física.

Essa diversidade de perfis evidenciou a necessidade de adoção de estratégias pedagógicas diferenciadas, capazes de contemplar distintos ritmos e estilos de aprendizagem. Nesse contexto, a utilização de recursos didáticos interativos, experimentais e digitais mostrou-se particularmente pertinente, uma vez que pode favorecer a contextualização dos conteúdos, estimular a participação dos estudantes e promover uma aprendizagem mais significativa.

Dessa forma, o perfil da turma analisada fundamenta a proposta e a aplicação do produto educacional desenvolvido nesta pesquisa, reforçando sua relevância como instrumento pedagógico voltado à melhoria do processo de ensino e aprendizagem de conteúdos de Física no Ensino Fundamental.

5.1.2 METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza qualitativa, com abordagem descritiva e interventiva. Essa opção metodológica justifica-se por possibilitar a compreensão e a análise dos efeitos de uma proposta didática aplicada em contexto real de sala de aula, considerando os processos de ensino e aprendizagem a partir das interações estabelecidas entre estudantes, professor e recursos pedagógicos utilizados.

No âmbito do Mestrado Profissional em Ensino de Física, a pesquisa assume caráter interventivo, uma vez que envolve a elaboração, aplicação e análise de uma sequência didática configurada como produto educacional. Tal intervenção teve como objetivo contribuir para a melhoria da aprendizagem de conteúdos de Hidrostática no componente curricular de Ciências, nos anos finais do Ensino Fundamental, respondendo às dificuldades conceituais e à desmotivação previamente identificadas no perfil dos estudantes.

A proposta didática foi fundamentada nas orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que preconiza o desenvolvimento de competências e habilidades associadas à compreensão de fenômenos físicos do cotidiano, bem como na Teoria da Aprendizagem Significativa, a qual valoriza os conhecimentos prévios dos estudantes e a construção progressiva de novos significados a partir de situações contextualizadas e problematizadoras.

Nesse sentido, a metodologia adotada buscou promover uma aprendizagem mais ativa e significativa, por meio do uso de estratégias didáticas diversificadas, recursos interativos e atividades experimentais, reduzindo o caráter excessivamente abstrato frequentemente associado ao ensino de Física nessa etapa da educação básica.

5.1.3 INSTRUMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

A coleta de dados ocorreu de forma integrada ao processo de implementação do produto educacional, priorizando instrumentos compatíveis com a abordagem qualitativa da pesquisa e com os objetivos pedagógicos da sequência didática. Foram utilizados como instrumentos a observação sistemática das aulas, a análise dos mapas mentais elaborados pelos estudantes nos momentos inicial e final, as atividades desenvolvidas ao longo da sequência didática e os registros produzidos durante as interações em sala de aula.

Esses instrumentos possibilitaram acompanhar o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem de maneira contínua, permitindo identificar mudanças na compreensão conceitual dos estudantes acerca dos conteúdos de hidrostática, bem como aspectos relacionados ao engajamento, à participação e à apropriação dos conceitos trabalhados. A análise dos dados foi realizada de forma qualitativa, buscando evidenciar indícios de evolução conceitual, a efetividade dos recursos didáticos e interativos propostos no produto educacional e suas contribuições para a construção de aprendizagens significativas.

5.1.4 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

A pesquisa foi conduzida em conformidade com os princípios éticos que regem estudos envolvendo seres humanos. Foram assegurados o anonimato e a confidencialidade das informações dos participantes, bem como o uso exclusivo dos dados coletados para fins acadêmicos e científicos. Todas as etapas da investigação respeitaram as normas éticas vigentes, garantindo o cuidado com os sujeitos envolvidos e a integridade do processo de pesquisa e desenvolvimento do produto educacional.

5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO MAPA MENTAL INICIAL

Com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca do tema Hidrostática, foi solicitada a elaboração de um mapa mental inicial, no qual cada aluno registrou de três a cinco palavras associadas ao tema. A análise dos dados foi realizada por meio da contagem da frequência das palavras mencionadas, adotando-se uma abordagem quali-quantitativa. Inicialmente, determinou-se a frequência absoluta, correspondente ao número de vezes que cada termo foi citado, seguida do cálculo da frequência relativa, expressa em percentual, considerando o total de 20 estudantes participantes. Os resultados obtidos estão sistematizados na Tabela 1.

Tabela 4 – Frequência das palavras associadas ao conceito de Hidrostática (mapa mental inicial)

PALAVRA	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUENCIA RELATIVA (%)
Água	20	100%
Energia	20	100%
Pressão	09	45%
Física	05	25%
Química	05	25%
Ar	04	20%

Vento	04	20%
Oxigênio	03	15%
Movimento	03	15%
Não sei	03	15%
Empuxo	01	5%
Repouso	01	5%
Equilíbrio	01	5%
Balões	01	5%
Gás	01	5%
Líquidos	01	5%
Experiências	01	5%
Renovável	01	5%

Fonte: Elaborado pela autora

A análise da Tabela 4 evidencia que as concepções prévias dos estudantes estão fortemente associadas a elementos do cotidiano e a conceitos de caráter mais geral. Os termos “água” e “energia” destacaram-se amplamente, ambos com frequência relativa de 100%, indicando que o conceito de Hidrostática foi inicialmente relacionado, sobretudo, à presença de líquidos e a situações envolvendo energia em contextos do cotidiano. Tal associação sugere que os estudantes compreendem o tema de maneira ampla, ainda sem uma delimitação científica mais precisa.

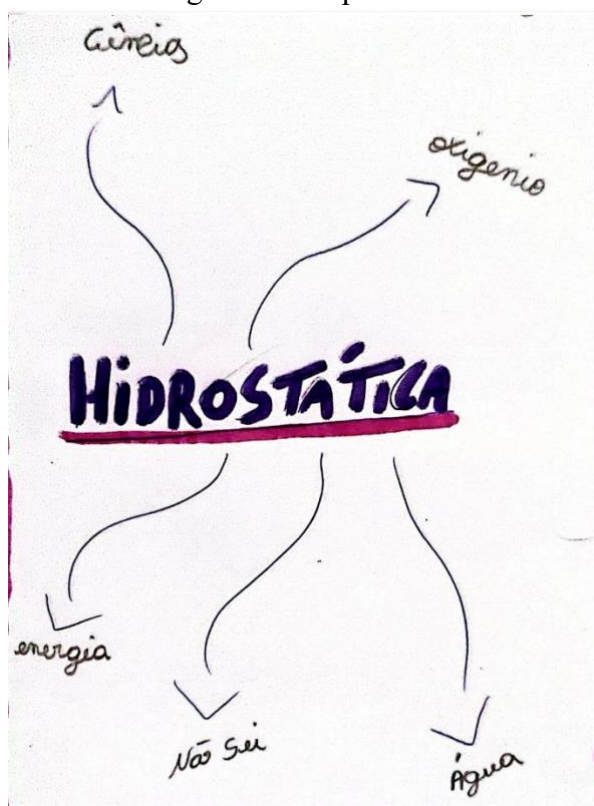
Outros termos, como “pressão” (45%) e as áreas do conhecimento “física” e “química” (25%), também foram mencionados, evidenciando um reconhecimento parcial da Hidrostática como um conteúdo pertencente às Ciências da Natureza. Entretanto, a frequência desses conceitos ainda se mostrou inferior quando comparada aos elementos mais diretamente relacionados ao cotidiano dos estudantes, indicando que os conhecimentos científicos específicos ainda não estavam plenamente estruturados em seu repertório conceitual.

Observa-se ainda a presença de termos como “ar” e “vento”, ambos com frequência relativa de 20%, além de “oxigênio”, “movimento” e “não sei”, citados por 15% dos participantes. Esses resultados demonstram associações diversificadas e, em alguns casos, concepções ainda pouco consolidadas acerca do tema. Além disso, conceitos mais específicos da Hidrostática, como “empuxo”, “equilíbrio” e “repouso”, apresentaram baixa frequência relativa (5%), revelando que tais conceitos ainda eram pouco compreendidos pelos estudantes no momento diagnóstico inicial.

A presença da resposta “não sei”, embora apresentada por uma parcela reduzida dos participantes, evidencia lacunas conceituais e certa insegurança em relação ao conteúdo, aspecto considerado comum em etapas iniciais do processo de aprendizagem.

Apresenta-se, a seguir, um dos mapas mentais elaborados pelos estudantes, com o objetivo de exemplificar as associações construídas nesse momento diagnóstico.

Figura 7 – Mapa mental inicial



Fonte: elaborado por um estudante

Conforme observado na Figura 4, o mapa mental evidencia associações predominantemente relacionadas a elementos do cotidiano, como “água” e “energia”, além de referências genéricas às Ciências, indicando uma compreensão ainda pouco estruturada do conteúdo de Hidrostática. Observa-se também a presença do termo “não sei”, o que reforça a existência de insegurança conceitual e dificuldades na organização inicial dos conhecimentos. A ausência de conceitos científicos específicos corrobora a análise de que os conhecimentos prévios dos estudantes se encontram majoritariamente ancorados em experiências empíricas, com limitada sistematização científica.

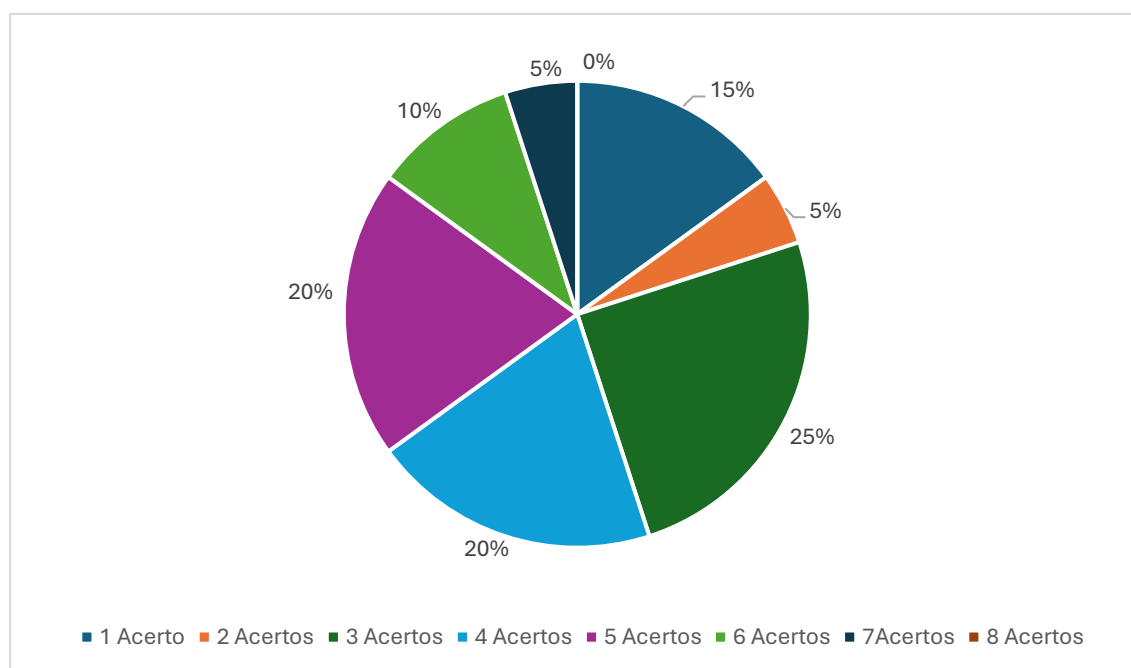
De modo geral, os resultados do mapa mental inicial demonstram que os conhecimentos prévios dos estudantes se encontram predominantemente ancorados em experiências cotidianas, com limitada apropriação dos conceitos científicos formais relacionados à Hidrostática. Esses achados justificam a necessidade de intervenções

pedagógicas sistematizadas e diversificadas, como aulas dialogadas, atividades experimentais, simulações virtuais e o uso de recursos interativos, visando à construção progressiva dos conceitos, em consonância com os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa.

5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO APÓS AS AULAS DIALOGADAS

Após a realização da aula dialogada sobre hidrostática, foi aplicado um questionário diagnóstico com o objetivo de verificar a compreensão inicial dos estudantes acerca dos conceitos trabalhados. O instrumento foi composto por oito questões objetivas e uma questão discursiva, sendo respondido por 20 alunos da turma. Para facilitar a análise e a interpretação dos dados, os resultados das questões objetivas foram organizados em gráficos percentuais. O Gráfico 1 apresenta a distribuição do número de acertos obtidos pelos estudantes no questionário diagnóstico.

Gráfico 1 – Distribuição percentual dos acertos nas questões objetivas (8 questões – 20 Alunos)



Fonte: elaborada pela autora

A análise do Gráfico 1 evidencia uma distribuição diversificada do desempenho dos estudantes, com predominância na faixa intermediária de acertos. Observa-se que a maior parcela da turma, correspondente a 25%, obteve três acertos, seguida pelos grupos

que alcançaram quatro e cinco acertos, cada um representando 20% dos participantes. Dessa forma, constata-se que 65% dos estudantes situam-se em um nível de aproveitamento intermediário, indicando que a maioria da turma assimilou parcialmente os conceitos de Hidrostática após a aula dialogada.

Esse resultado sugere que a metodologia adotada contribuiu de forma significativa para a compreensão inicial dos conteúdos, favorecendo a construção de conhecimentos básicos e intermediários. No entanto, o predomínio desse nível de desempenho também aponta para a necessidade de aprofundamento conceitual, visando à consolidação e ampliação da aprendizagem.

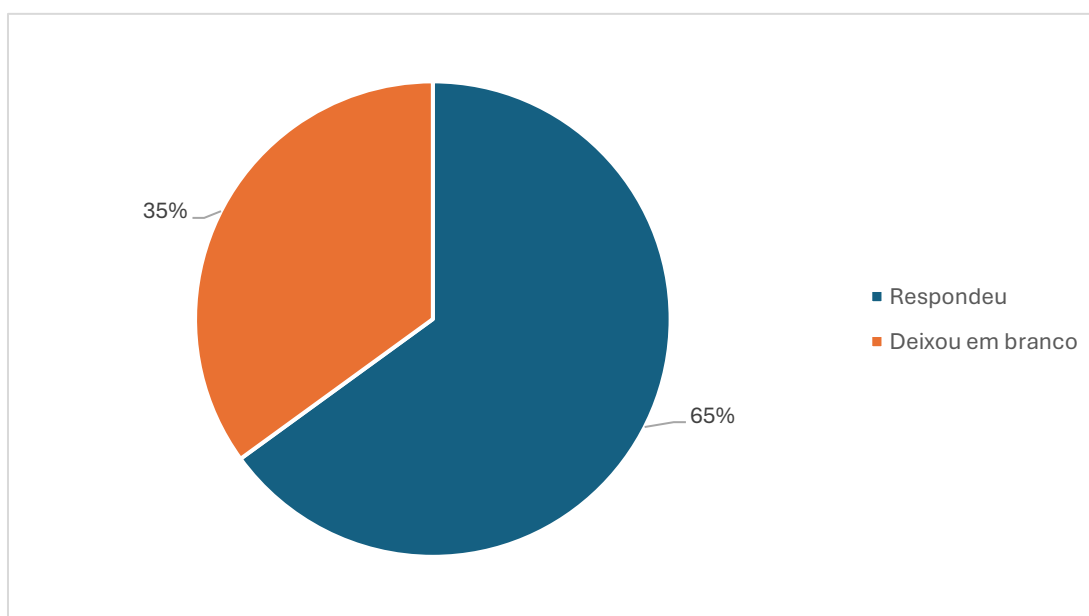
Em relação aos desempenhos mais elevados, verifica-se que apenas 10% dos estudantes alcançaram seis acertos e somente 5% obtiveram sete acertos, não havendo registros de alunos que atingissem a pontuação máxima de oito acertos. Esses dados indicam que uma parcela reduzida da turma demonstrou maior domínio conceitual, possivelmente associado a conhecimentos prévios mais consolidados ou a um maior engajamento durante as atividades propostas.

Por outro lado, o gráfico também revela a presença de dificuldades significativas entre parte dos estudantes, uma vez que 15% obtiveram apenas um acerto e 5% alcançaram dois acertos. Esse baixo desempenho pode estar relacionado a lacunas conceituais anteriores, dificuldades de interpretação das questões ou menor envolvimento no processo de ensino-aprendizagem, evidenciando a necessidade de estratégias pedagógicas diferenciadas para atender esse grupo.

De modo geral, os resultados do questionário diagnóstico indicam que a aula dialogada desempenhou um papel relevante na introdução dos conceitos de Hidrostática, promovendo predominantemente níveis intermediários de aprendizagem. Contudo, os dados reforçam a importância da adoção de intervenções pedagógicas complementares, como atividades experimentais, práticas investigativas e o uso de recursos didáticos interativos, com o objetivo de elevar o nível de excelência da aprendizagem e minimizar as dificuldades observadas, favorecendo uma compreensão mais significativa dos conceitos trabalhados.

Em relação à questão discursiva presente no questionário diagnóstico, buscou-se analisar o nível de participação dos estudantes e sua disposição em expressar, por escrito, a compreensão inicial acerca dos conceitos de Hidrostática trabalhados na aula dialogada. Esse tipo de questão exige do estudante não apenas o reconhecimento de conceitos, mas também a capacidade de interpretação, organização de ideias e elaboração textual, constituindo-se como um importante instrumento para avaliar processos cognitivos mais complexos. Nesse contexto, os dados referentes às respostas obtidas foram sistematizados e representados graficamente, de modo a facilitar a visualização e a interpretação dos resultados.

Gráfico 2 - Distribuição percentual das respostas da questão discursiva (1 questão – 20 alunos)



Fonte: Elaborada pela autora

A análise dos dados evidencia que 65% dos estudantes responderam à questão discursiva proposta, enquanto 35% deixaram a resposta em branco. Esse resultado indica que a maioria da turma foi capaz de manifestar, ainda que de forma inicial, sua compreensão sobre os conceitos de Hidrostática abordados, sugerindo um primeiro movimento de reflexão, interpretação e construção conceitual a partir dos conteúdos trabalhados em sala de aula.

O gráfico de setores que representa a participação dos estudantes reforça esse cenário ao demonstrar que mais da metade da turma apresentou engajamento suficiente para tentar responder à atividade. Tal comportamento sugere que esses alunos possuíam,

ao menos, uma compreensão mínima dos conceitos discutidos ou se sentiram motivados pela proposta metodológica adotada, o que aponta para impactos positivos da aula dialogada no estímulo à participação e à expressão do pensamento científico.

Por outro lado, o percentual significativo de 35% de estudantes que não responderam à questão discursiva evidencia desafios pedagógicos relevantes. Essa ausência de resposta pode estar associada a dificuldades na organização das ideias, limitações na produção escrita, insegurança conceitual ou à pouca familiaridade com questões discursivas que demandam a articulação de conceitos científicos. Ademais, fatores como dificuldades na interpretação do enunciado, lacunas nos conhecimentos prévios ou a necessidade de maior tempo para assimilação dos conteúdos também podem ter contribuído para esse resultado.

De forma integrada, os dados analisados permitem inferir que, embora haja uma adesão majoritária e indícios de compreensão inicial dos conceitos de Hidrostática, existe um contingente expressivo de estudantes que necessita de intervenções pedagógicas mais direcionadas. Nesse sentido, torna-se fundamental a adoção de estratégias complementares, como atividades experimentais, práticas investigativas, momentos de discussão coletiva e o uso de recursos didáticos interativos, visando fortalecer a segurança conceitual dos estudantes, ampliar o engajamento e promover uma aprendizagem mais significativa nas etapas subsequentes da sequência didática.

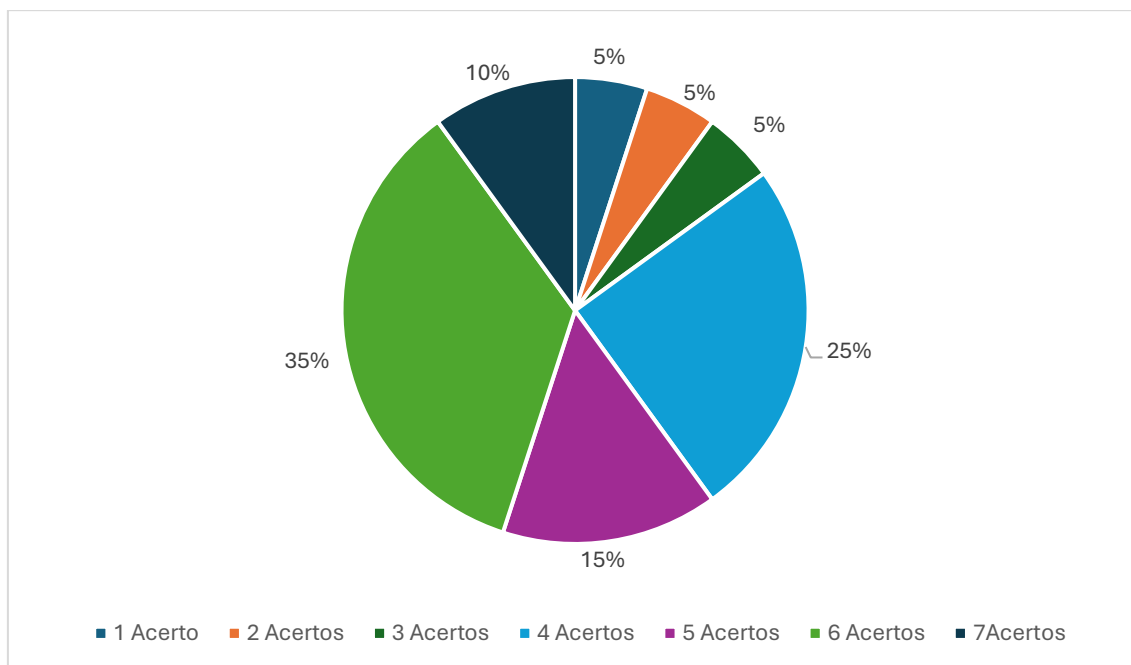
5.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO DIAGNÓSTICO PÓS-AULAS EXPERIMENTAIS

Após a realização das aulas experimentais sobre hidrostática, foi aplicado um diagnóstico pós-teste com o objetivo de avaliar a aprendizagem dos estudantes após a intervenção pedagógica. O instrumento avaliativo foi composto por sete questões objetivas e duas questões discursivas, sendo respondido por 20 alunos da turma. A aplicação desse pós-teste teve como finalidade verificar possíveis avanços conceituais, bem como analisar o impacto das atividades experimentais no processo de ensino-aprendizagem.

Para uma análise mais sistemática e objetiva dos resultados obtidos, os dados foram organizados em tabelas e gráficos percentuais, apresentados a seguir. Essa forma de organização possibilita uma visualização mais clara do desempenho dos estudantes,

favorecendo a identificação de padrões, tendências de aprendizagem e possíveis mudanças em relação aos diagnósticos aplicados nas etapas iniciais da sequência didática.

Gráfico 3 – Distribuição percentual de acertos nas questões objetivas do diagnóstico pós-aulas experimentais.



Fonte: elaborada pela autora

A análise dos dados apresentados no Gráfico 3 revela uma mudança significativa no perfil de rendimento da turma após a realização das aulas experimentais. Observa-se uma concentração expressiva dos estudantes nas faixas mais elevadas de desempenho, com destaque para 35% da turma que alcançou seis acertos. Além disso, constata-se que 75% dos estudantes obtiveram quatro ou mais acertos, evidenciando uma melhora substancial no desempenho geral quando comparado ao diagnóstico inicial.

Destaca-se ainda que 10% dos alunos atingiram sete acertos, resultado que indica um avanço relevante na consolidação conceitual de parte da turma. Esse deslocamento do desempenho para níveis mais elevados sugere que as atividades experimentais contribuíram de forma significativa para a compreensão dos conceitos de Hidrostática, ao promoverem a articulação entre teoria e prática e a observação direta dos fenômenos físicos.

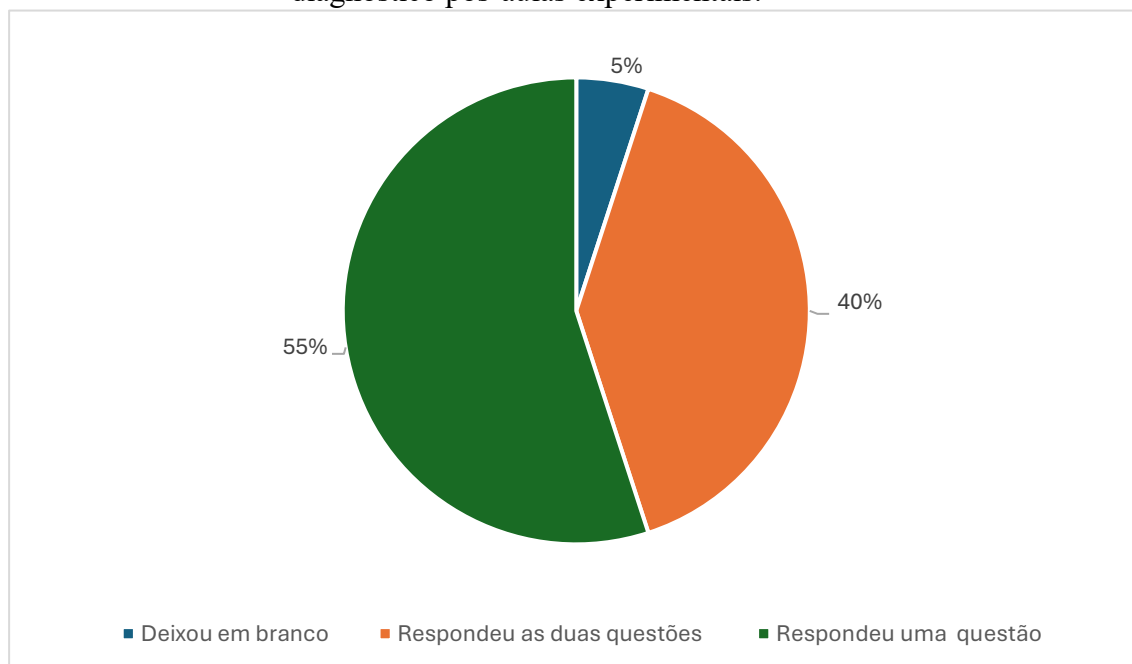
Paralelamente, os dados referentes à participação nas questões discursivas indicam um aumento expressivo no engajamento dos estudantes. Em uma etapa posterior da sequência didática, 95% da turma respondeu ao menos uma das questões propostas, sendo que 55% apresentaram respostas parciais e 40% conseguiram responder integralmente às duas questões discursivas. A baixa incidência de não respostas, correspondente a apenas 5%, evidencia uma redução significativa das dificuldades observadas nas etapas iniciais, especialmente no que se refere à insegurança conceitual e à expressão escrita.

Apesar dos avanços observados, nota-se que aproximadamente 15% da turma permaneceu nas faixas mais baixas de acertos, indicando a persistência de algumas dificuldades conceituais. Esse resultado reforça a importância de intervenções pedagógicas contínuas e do acompanhamento sistemático desses estudantes, de modo a garantir uma aprendizagem mais equitativa.

De modo geral, a análise comparativa entre o diagnóstico inicial e o pós-teste evidencia um deslocamento consistente do desempenho da turma para níveis mais elevados de aproveitamento. Os dados corroboram que a intervenção pedagógica, especialmente por meio das aulas experimentais e das discussões orientadas, foi eficaz em promover a transição de um conhecimento predominantemente intuitivo e cotidiano para uma compreensão mais técnica, estruturada e significativa dos conceitos científicos de Hidrostática.

Com o objetivo de analisar o nível de engajamento e a capacidade de elaboração conceitual dos estudantes após a realização das aulas experimentais sobre Hidrostática, foram avaliadas as respostas às questões discursivas do diagnóstico pós-teste. Os resultados obtidos foram organizados em um gráfico percentual, apresentado a seguir, de modo a possibilitar uma visualização clara da participação discente e do grau de aprofundamento conceitual alcançado nessa etapa da sequência didática.

Gráfico 4 – Distribuição percentual das respostas às questões discursivas do diagnóstico pós-aulas experimentais.



Fonte: Elaborada pela autora

O Gráfico 4 apresenta a distribuição percentual das respostas às questões discursivas do diagnóstico aplicado após a realização das aulas experimentais sobre hidrostática. De modo geral, os resultados revelam um elevado índice de engajamento dos estudantes, uma vez que 95% da turma respondeu ao menos uma das questões propostas, enquanto apenas 5% deixaram todas as respostas em branco. Esse dado evidencia um aumento significativo na participação discente, indicando que a metodologia experimental adotada foi eficaz em estimular o envolvimento dos alunos em atividades que exigem elaboração conceitual e expressão escrita.

Observa-se que a maior parcela dos estudantes, correspondente a 55%, respondeu apenas uma das questões discursivas. Esse resultado sugere que, embora o conteúdo tenha sido assimilado em nível suficiente para possibilitar uma produção textual inicial, ainda existem entraves que limitaram a conclusão integral da atividade, possivelmente relacionados à complexidade conceitual das questões, à gestão do tempo ou à necessidade de maior aprofundamento teórico.

Por outro lado, um contingente expressivo de 40% dos alunos conseguiu responder integralmente às duas questões discursivas propostas, demonstrando maior domínio conceitual, persistência cognitiva e capacidade de organização das ideias. Esse

desempenho é particularmente relevante, considerando que avaliações discursivas demandam maior esforço intelectual, capacidade de síntese e argumentação científica, quando comparadas a instrumentos avaliativos de natureza objetiva.

A baixa incidência de não respostas indica uma redução expressiva das dificuldades observadas em etapas anteriores da sequência didática, especialmente no que se refere à insegurança conceitual e às limitações na expressão escrita. De modo geral, os resultados apontam que as aulas experimentais, associadas às discussões orientadas em sala, contribuíram não apenas para o fortalecimento do domínio conceitual dos conteúdos de Hidrostática, mas também para o desenvolvimento da argumentação científica e da expressão escrita, aspectos fundamentais para a promoção de uma aprendizagem significativa.

De forma integrada, a análise conjunta dos Gráficos 3 e 4 evidencia que o uso de atividades experimentais e recursos interativos favoreceu melhorias consistentes no desempenho dos estudantes, tanto nas questões objetivas quanto nas discursivas, reforçando a relevância das metodologias ativas no processo de ensino e aprendizagem em Ciências.

5.4 COMPARAÇÃO DIAGNÓSTICO APÓS AULA DIALOGADA E DIAGNÓSTICO PÓS-AULAS EXPERIMENTAIS

Com o objetivo de analisar os impactos das diferentes abordagens pedagógicas adotadas no ensino de Hidrostática, realizou-se uma comparação entre os resultados obtidos no diagnóstico aplicado após a aula dialogada e aqueles provenientes do diagnóstico pós-teste, aplicado após as aulas experimentais. Essa análise comparativa visa evidenciar a evolução do desempenho dos estudantes ao longo da sequência didática, considerando a distribuição dos alunos nas faixas de baixo, intermediário e alto desempenho, bem como a ocorrência de estudantes que atingiram o aproveitamento máximo em cada etapa avaliativa. Os dados referentes a essa comparação encontram-se sistematizados na Tabela 2, apresentada a seguir.

Tabela 5 – Comparação do desempenho dos estudantes nos diagnósticos de Hidrostática

Faixa de desempenho	Diagnóstico após aula dialogada (8 questões objetivas)	Diagnóstico pós-aulas experimentais (7 questões objetivas)
----------------------------	---	---

Baixo desempenho (1 a 3 acertos)	20% dos alunos	15% dos alunos
Desempenho intermediário (4 a 5 acertos)	65% dos alunos	40% dos alunos
Alto desempenho (6 ou mais)	15% dos alunos	45% dos alunos
Alunos com 100% de acertos	0%	10%
Total de alunos avaliados	20 alunos	20 alunos

Fonte: elaborada pela autora.

A Tabela 2 evidencia, de forma objetiva, a progressão acadêmica dos estudantes entre os dois momentos avaliativos analisados. No diagnóstico aplicado após a aula dialogada, observa-se uma concentração majoritária dos alunos na faixa de desempenho intermediário (65%), acompanhada por um percentual expressivo de estudantes com baixo rendimento (20%) e apenas 15% situados no nível de alto desempenho. Nesse primeiro momento, não houve registros de alunos que alcançassem 100% de acertos, indicando que, embora a abordagem teórica tenha favorecido a compreensão inicial dos conceitos, a consolidação do conhecimento ainda se mostrava limitada para a maior parte da turma.

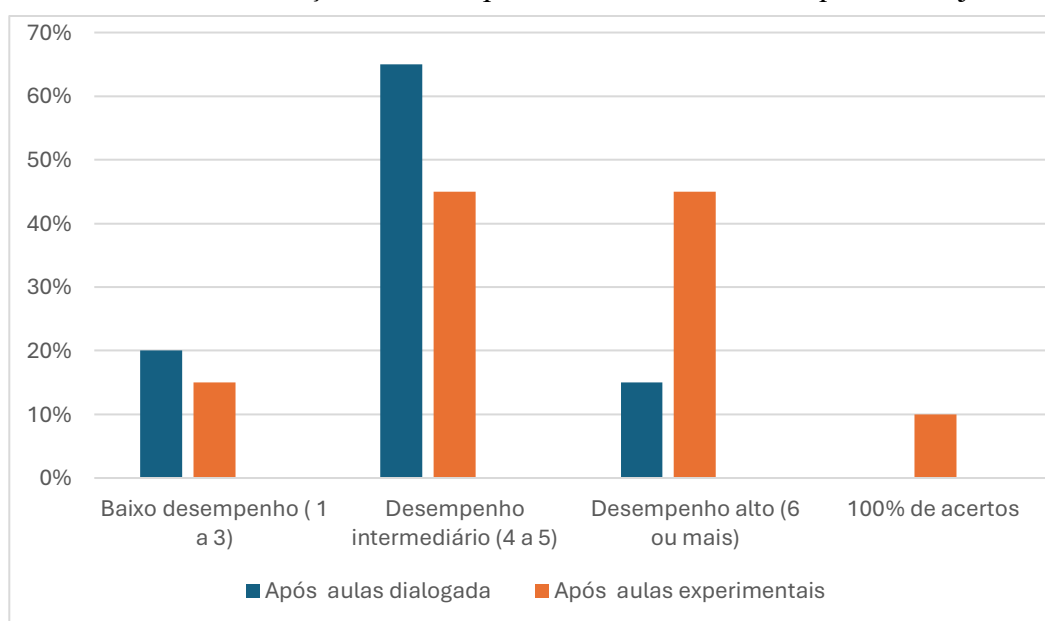
Após a realização das aulas experimentais, os indicadores de desempenho revelam uma mudança significativa no perfil de aproveitamento dos estudantes. O percentual de alunos com baixo desempenho foi reduzido para 15%, ao mesmo tempo em que se observa uma diminuição da faixa intermediária, reflexo do deslocamento de parte desses estudantes para níveis mais elevados de desempenho. Destaca-se o crescimento expressivo do grupo classificado com alto desempenho, que passou de 15% para 45%, além do surgimento de 10% dos alunos com 100% de acertos no pós-teste, resultado inexistente na etapa diagnóstica inicial.

Esses dados reforçam o impacto positivo das aulas experimentais na consolidação dos conceitos de Hidrostática, evidenciando que a articulação entre teoria e prática atuou como um fator determinante para a melhoria da aprendizagem. A redução dos índices de baixo desempenho, associada ao surgimento de resultados de excelência acadêmica,

indica que a metodologia experimental não apenas contribuiu para minimizar dificuldades conceituais, mas também potencializou o desenvolvimento de competências cognitivas mais complexas. A evolução detalhada desses resultados é corroborada pelos dados apresentados no Gráfico 5, referente às questões objetivas, e no Gráfico 6, relativo às questões discursivas, os quais reforçam a eficácia das metodologias ativas no processo de ensino e aprendizagem em Ciências.

Com o objetivo de comparar o desempenho dos estudantes nos diferentes momentos da sequência didática, os resultados obtidos após a aula dialogada e após as aulas experimentais foram organizados em um gráfico de colunas. Essa representação visual permite analisar, de forma clara e comparativa, a distribuição dos alunos nas faixas de baixo, intermediário e alto desempenho, bem como a ocorrência de estudantes que atingiram 100% de acertos em cada abordagem pedagógica. O gráfico apresentado a seguir possibilita a identificação de tendências, deslocamentos de desempenho e impactos das metodologias adotadas no processo de ensino-aprendizagem em Hidrostática.

Gráfico 5: Evolução do desempenho dos estudantes em questões objetivas



Fonte: elaborada pela autora

O gráfico de colunas evidencia um deslocamento positivo na curva de aprendizagem dos estudantes após a introdução das aulas experimentais. Na etapa inicial, correspondente à aula dialogada, observa-se uma concentração predominante no nível de desempenho intermediário, abrangendo 65% da turma. Associado a esse dado, o percentual de 20% de alunos situados na faixa de baixo desempenho indica que, embora

a abordagem dialogada tenha contribuído para a compreensão inicial dos conceitos, a maioria dos estudantes permanecia em um patamar de domínio parcial do conteúdo.

Com a implementação das aulas experimentais, ocorre uma alteração significativa nesse cenário. Destaca-se o crescimento acentuado da faixa de alto desempenho, que passou de 15% para 45%, evidenciando que a metodologia prática foi mais eficaz na consolidação dos conceitos científicos trabalhados. Além disso, observa-se o surgimento da categoria de 100% de acertos, atingida por 10% dos estudantes, resultado inexistente na etapa anterior, o que reforça a capacidade das atividades experimentais de promover níveis elevados de aprendizagem.

Paralelamente, verifica-se uma retração nas faixas de menor rendimento, com a redução do baixo desempenho para 15% e do desempenho intermediário para 40%. Essa diminuição não representa perda de aprendizagem, mas sim o deslocamento de estudantes para níveis mais elevados de aproveitamento, indicando uma migração bem-sucedida ao longo da sequência didática.

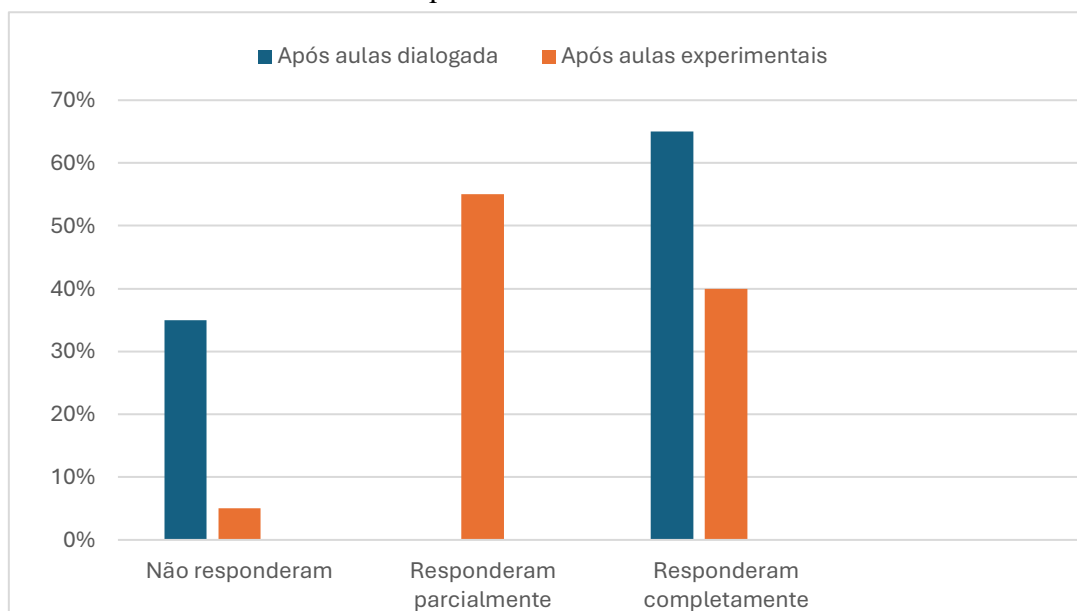
De modo geral, a representação gráfica confirma que a abordagem experimental no ensino de Ciências foi eficaz para elevar o patamar acadêmico da turma, reduzir as lacunas de aprendizagem e ampliar significativamente o número de alunos com alto aproveitamento. Esses resultados reforçam a relevância das metodologias ativas como estratégia pedagógica para promover uma aprendizagem mais significativa e consistente no ensino de Hidrostática.

Com o intuito de analisar a evolução do desempenho dos estudantes na produção de respostas discursivas sobre os conceitos de Hidrostática, foram comparados os resultados obtidos em dois momentos distintos do processo de ensino-aprendizagem: após a aula dialogada e após a realização das aulas experimentais. A análise considerou três categorias de respostas — não respondidas, parcialmente respondidas e respostas completas — permitindo avaliar não apenas a quantidade de respostas produzidas, mas também a qualidade da argumentação escrita apresentada pelos discentes.

Nesse contexto, o gráfico a seguir sintetiza os dados percentuais referentes a cada uma dessas categorias, oferecendo uma visualização comparativa que possibilita identificar mudanças no engajamento, na segurança conceitual e na capacidade de

expressão escrita dos estudantes ao longo das diferentes abordagens metodológicas adotadas.

Gráfico 6: Evolução do desempenho dos estudantes em Hidrostática das questões discursivas



Fonte: elaborada pela autora

Conforme evidenciado no Gráfico 6, observa-se uma evolução significativa no desempenho dos estudantes nas questões discursivas ao comparar os resultados obtidos após a aula dialogada e após as aulas experimentais. A análise comparativa revela não apenas avanços quantitativos, mas, sobretudo, uma transformação qualitativa no engajamento e na postura dos alunos diante da produção de respostas escritas relacionadas aos conceitos de Hidrostática.

No diagnóstico aplicado após a aula dialogada, constatou-se que 35% dos estudantes não responderam à questão discursiva, enquanto 65% apresentaram respostas completas. Esse cenário indica que, embora uma parcela majoritária da turma tenha conseguido expressar sua compreensão inicial, havia uma polarização significativa entre alunos capazes de articular plenamente os conceitos e aqueles que, por dificuldades de organização das ideias, insegurança conceitual ou limitações na produção escrita, optaram por deixar a questão em branco. Destaca-se, nesse momento, a ausência de respostas parciais, o que sugere um padrão excludente de participação: ou o aluno dominava o conteúdo ou não se sentia apto a tentar respondê-lo.

Após a realização das aulas experimentais, o gráfico evidencia uma mudança expressiva nesse perfil. O percentual de alunos que não responderam às questões discursivas caiu drasticamente de 35% para apenas 5%, indicando maior engajamento, segurança conceitual e disposição para a escrita científica. Paralelamente, observa-se o surgimento de um grupo majoritário de alunos (55%) que passou a responder parcialmente às questões, enquanto 40% conseguiram elaborar respostas completas. Esse deslocamento revela que a experimentação atuou como um elemento facilitador da expressão do conhecimento, fornecendo subsídios concretos para que os estudantes iniciassem a construção argumentativa, mesmo quando ainda em processo de consolidação conceitual.

Embora, à primeira vista, o percentual de respostas completas tenha apresentado uma leve redução em relação ao diagnóstico inicial, a análise integrada dos dados demonstra que esse fenômeno não representa retrocesso, mas sim inclusão pedagógica. Alunos que anteriormente se abstinham de responder migraram para a categoria de respostas parciais, evidenciando avanços na compreensão dos fenômenos físicos e no desenvolvimento da argumentação científica. Assim, a comparação visual apresentada no gráfico permite identificar um claro deslocamento das respostas em branco para respostas parciais e completas.

Em síntese, os resultados apresentados no Gráfico 6 confirmam que a abordagem experimental se mostrou mais inclusiva e eficaz no desenvolvimento da escrita argumentativa em Ciências. Ao ampliar a participação ativa dos estudantes — de 65% no modelo de aula dialogada para 95% após as aulas experimentais —, a metodologia contribuiu significativamente para a consolidação dos conceitos de Hidrostática, ao mesmo tempo em que promoveu o fortalecimento da expressão escrita e do pensamento científico dos discentes.

5.5 ANÁLISE DOS MAPAS MENTAIS FINAIS

Ao final da sequência didática, foi solicitada aos estudantes a elaboração de um mapa mental final, no qual deveriam registrar palavras associadas ao conceito de Hidrostática. A atividade contou com a participação de 20 alunos e teve como objetivo identificar os conceitos assimilados após as aulas dialogadas e experimentais, bem como analisar a evolução conceitual em relação ao mapa mental inicial.

Com o intuito de sistematizar e interpretar os dados obtidos, as palavras registradas foram organizadas em categorias e quantificadas, permitindo uma análise quali-quantitativa da apropriação conceitual dos estudantes. A tabela a seguir apresenta a frequência absoluta e relativa dos termos mencionados, possibilitando identificar os conceitos mais recorrentes e aqueles que emergiram com menor incidência ao final do processo formativo.

Tabela 6 – Frequência das palavras associadas ao conceito de Hidrostática (mapa mental final)

PALAVRA	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUENCIA RELATIVA (%)
Densidade	18	90%
Pressão	18	90%
Água	17	85%
Empuxo	15	75%
Equilíbrio	13	65%
Gravidade	11	55%
Profundidade	10	50%
Peso	10	50%
Ar	07	35%
Volume	05	20%
Massa	03	15%

Fonte: Elaborado pela autora

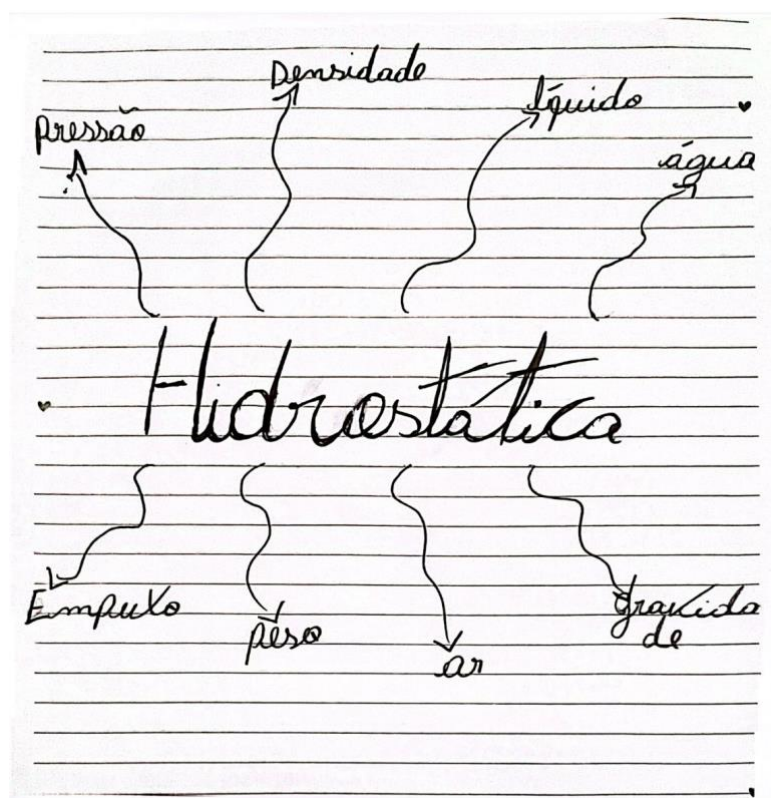
A análise dos dados apresentados na Tabela 3 evidencia que os termos “densidade” e “pressão” foram os mais recorrentes, sendo citados por 90% dos estudantes. Esse resultado indica que tais conceitos se consolidaram como elementos estruturantes da compreensão da Hidrostática, refletindo a eficácia da sequência didática na construção de uma base conceitual sólida e coerente. A elevada frequência desses termos sugere que os alunos passaram a reconhecê-los como fundamentais para a explicação dos fenômenos estudados.

Na sequência, destacam-se os termos “água” (85%) e “empuxo” (75%), o que revela a capacidade dos estudantes de articular os conceitos teóricos com o meio físico e com o princípio de Arquimedes, amplamente explorado durante as atividades experimentais. Essa associação indica que a abordagem experimental favoreceu a contextualização do conteúdo, promovendo uma compreensão mais concreta das forças atuantes nos fluidos.

Em um nível intermediário de recorrência, aparecem conceitos como “equilíbrio” (65%), “gravidade” (55%), “profundidade” (50%) e “peso” (50%). A presença significativa desses termos demonstra que os estudantes ampliaram sua compreensão para além dos conceitos centrais, incorporando relações físicas essenciais para a análise dos fenômenos hidrostáticos. Ainda que meos citados, esses conceitos evidenciam avanços na percepção das interações e das condições que regem o comportamento dos fluidos.

Por outro lado, termos como “ar” (35%), “volume” (20%) e “massa” (15%) apresentaram menor frequência. Essa baixa incidência não deve ser interpretada, necessariamente, como fragilidade conceitual, mas pode indicar que tais elementos foram assimilados de forma integrada a conceitos mais abrangentes, como o de densidade. Esse aspecto sugere um pensamento científico mais sintético e articulado, em oposição à simples enumeração de propriedades físicas isoladas. Apresenta-se, a seguir, um dos mapas mentais finais elaborados pelos estudantes, com o objetivo de exemplificar a reorganização e a ampliação dos conceitos relacionados à Hidrostática após a intervenção pedagógica.

Figura 8 – Mapa mental final



Fonte: elaborado por um dos alunos

Conforme observado na Figura 5, o mapa mental final evidencia uma ampliação e maior organização conceitual em relação ao mapa mental inicial. Nota-se a presença de conceitos científicos centrais da Hidrostática, como pressão, densidade e empuxo, bem como a articulação entre propriedades físicas (massa e volume) e estados físicos (líquido), indicando uma compreensão mais estruturada e sistematizada do conteúdo. A inclusão de termos como “ar” e “água” demonstra a capacidade dos estudantes de relacionar os conceitos científicos a diferentes contextos, de forma mais consciente e integrada.

De modo geral, os dados apresentados na Tabela 3 revelam uma ampliação e uma maior organização conceitual em relação ao mapa mental inicial. Os resultados confirmam que a sequência didática, ao articular aulas dialogadas e experimentais, contribuiu significativamente para a construção de uma compreensão mais consistente, sistêmica e articulada dos conceitos de Hidrostática, reforçando a eficácia das estratégias pedagógicas adotadas.

5.6 COMPARAÇÃO ENTRE O MAPA MENTAL INICIAL E O MAPA MENTAL FINAL: AVANÇOS CONCEITUAIS

Com o intuito de sintetizar e evidenciar de forma mais clara os avanços conceituais alcançados ao longo da sequência didática, apresenta-se, a seguir, o Quadro 4, que estabelece uma comparação sistematizada entre os mapas mentais inicial e final elaborados pelos estudantes. Essa análise comparativa possibilita compreender o processo de evolução cognitiva ocorrido ao longo das intervenções pedagógicas, evidenciando mudanças na qualidade, na especificidade e na organização dos conceitos mobilizados ao longo do percurso formativo.

O quadro reúne os principais termos citados pelos alunos em cada momento avaliativo, bem como suas respectivas frequências relativas, permitindo identificar tanto a presença de concepções iniciais ancoradas no senso comum quanto a progressiva incorporação de conceitos científicos estruturantes da Hidrostática.

Tabela 7 – Comparação entre o mapa mental inicial e o mapa mental final sobre hidrostática

Aspectos analisados	Mapa mental inicial	Mapa mental final	Avanços observados
----------------------------	----------------------------	--------------------------	---------------------------

Natureza dos termos	Predominância de palavras genéricas e pouco específicas, como <i>água</i> , <i>energia</i> , <i>química</i> e <i>vento</i> .	Predominância de conceitos científicos específicos da Hidrostática, como <i>densidade</i> , <i>pressão</i> e <i>empuxo</i> .	Evolução de associações intuitivas para conceitos científicos estruturantes.
Conceitos centrais da Hidrostática	Pouco presentes ou com baixa frequência (<i>pressão</i> : 32,1%; <i>empuxo</i> : 3,6%; <i>equilíbrio</i> : 3,6%).	Altamente recorrentes (<i>densidade</i> e <i>pressão</i> : 90%; <i>empuxo</i> : 75%; <i>equilíbrio</i> : 65%).	Consolidação dos conceitos fundamentais do conteúdo.
Organização conceitual	Conhecimento fragmentado, com presença de termos desconectados e respostas como “ <i>não sei</i> ”.	Maior organização e coerência conceitual, sem ocorrência de termos de incerteza.	Reestruturação cognitiva e maior segurança conceitual.
Relação com fenômenos físicos	Associação superficial, sem articulação clara entre conceitos físicos.	Associação consistente entre conceitos, como <i>pressão</i> , <i>profundidade</i> , <i>peso</i> e <i>gravidade</i> .	Ampliação da capacidade de explicar fenômenos hidrostáticos.
Vocabulário científico	Vocabulário limitado e impreciso.	Vocabulário mais técnico e adequado à linguagem científica.	Enriquecimento do repertório conceitual e científico.
Influência das atividades experimentais	Pouca evidência de relação com situações experimentais.	Forte presença de conceitos diretamente trabalhados nos	Indícios de aprendizagem significativa

		experimentos, como densidade e empuxo.	mediada pela experimentação.
Evolução geral da aprendizagem	Compreensão inicial, intuitiva e pouco estruturada	Compreensão mais sólida, articulada e cientificamente fundamentada.	Avanço qualitativo no entendimento do conteúdo de Hidrostática

Fonte: Elaborado pela autora.

A comparação entre os mapas mentais inicial e final, apresentada no Quadro 4, revela avanços significativos na compreensão dos estudantes acerca do conceito de Hidrostática. No levantamento inicial, observa-se a predominância de palavras genéricas e pouco específicas, como “água” e “energia”, ambas com frequência relativa de 100%. Além disso, surgiram termos amplos ou pouco relacionados diretamente ao conteúdo científico, como “química” (25%), “vento” (20%), “renovável” (5%) e “balões” (5%), bem como expressões de incerteza, a exemplo de “não sei” (15%). Esse conjunto de dados evidencia que, antes da intervenção pedagógica, o conhecimento dos estudantes apresentava-se fragmentado, difuso e fortemente associado ao senso comum.

Nesse contexto inicial, conceitos estruturantes da Hidrostática, como “pressão”, “empuxo” e “equilíbrio”, apresentaram frequências relativamente reduzidas, sendo mencionados por 45%, 5% e 5% dos estudantes, respectivamente. Tais resultados indicam que os alunos ainda não dominavam plenamente os fundamentos conceituais do conteúdo, tampouco conseguiam estabelecer relações mais consistentes entre os conceitos físicos e os fenômenos observados no cotidiano.

Em contraste, o mapa mental final evidencia uma reorganização conceitual expressiva e qualitativamente superior. Os termos “densidade” e “pressão” passaram a figurar como os mais recorrentes, sendo citados por 90% dos alunos, o que demonstra a consolidação desses conceitos como pilares centrais da compreensão da Hidrostática. Destaca-se, ainda, o avanço significativo do conceito de “empuxo”, cuja frequência evoluiu de 5% no mapa inicial para 75% no mapa final, refletindo a assimilação efetiva do princípio de Arquimedes, amplamente explorado nas atividades experimentais.

Outro progresso relevante refere-se ao conceito de “equilíbrio”, que apresentou crescimento expressivo, passando de 5% para 65%. Esse dado indica que os estudantes passaram a compreender de forma mais consistente as condições de estabilidade dos corpos imersos em fluidos. Ademais, conceitos físicos mais específicos e articulados, como “gravidade” (55%), “profundidade” (50%), “peso” (50%) e “volume” (20%), passaram a integrar o repertório conceitual dos alunos, estando ausentes ou pouco mencionados no mapa inicial.

Paralelamente à ampliação do vocabulário científico, observa-se a eliminação de termos genéricos, imprecisos ou desvinculados do conteúdo, como “energia”, “vento” e expressões de incerteza, os quais não aparecem no mapa mental final. Esse aspecto reforça a transição dos estudantes de uma compreensão intuitiva e superficial para uma abordagem mais científica, estruturada e conceitualmente fundamentada.

De modo geral, a análise comparativa apresentada no Quadro 4 evidencia uma evolução conceitual consistente, marcada pela substituição de associações vagas por conceitos científicos específicos da Hidrostática e por uma maior articulação entre eles. Esses resultados indicam que a sequência didática — ao integrar aulas dialogadas e atividades experimentais — foi eficaz na promoção de uma aprendizagem significativa, favorecendo o desenvolvimento do letramento científico e a construção de uma compreensão sistêmica e coerente dos fenômenos físicos, em consonância com os objetivos pedagógicos propostos.

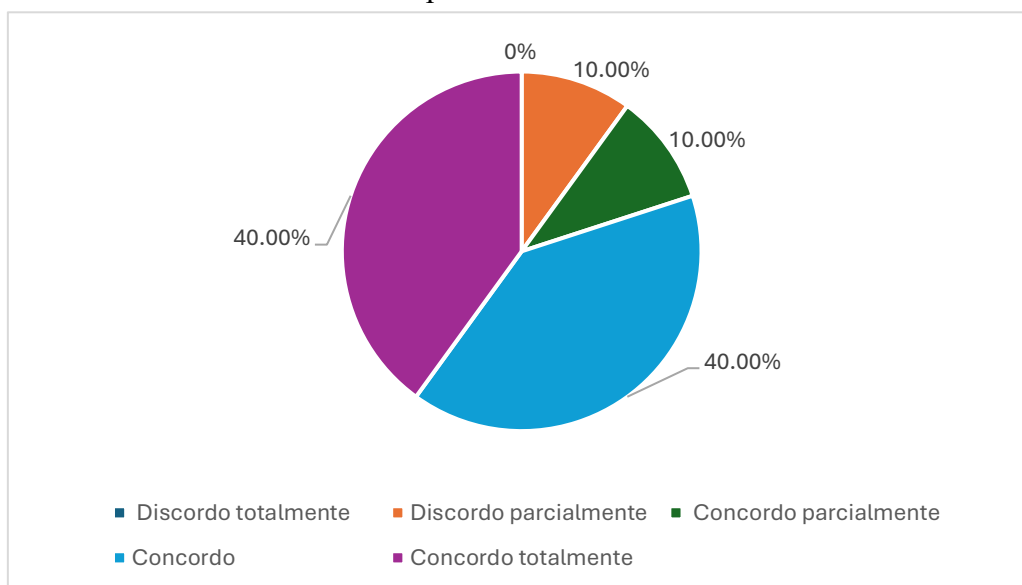
5.7 AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA NA PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES

Com o objetivo de analisar a percepção dos estudantes acerca da sequência didática desenvolvida sobre os conceitos de Hidrostática, foi aplicada uma avaliação ao final das atividades. O instrumento avaliativo, respondido por 20 alunos da turma, foi composto por 12 questões estruturadas em uma escala do tipo Likert, com cinco opções de resposta: Discordo totalmente, discordo parcialmente, concordo parcialmente, concordo e Concordo totalmente. As questões contemplaram diferentes dimensões do processo de ensino-aprendizagem, incluindo a compreensão dos conceitos de densidade e empuxo, a contextualização com situações do cotidiano, o uso de recursos digitais, a clareza das instruções experimentais, a motivação, o tempo destinado às atividades, o

trabalho em grupo, os instrumentos avaliativos utilizados e a aceitação da metodologia adotada.

Os resultados obtidos foram organizados em gráficos percentuais, de modo a permitir uma visualização clara e objetiva da distribuição das respostas dos estudantes em relação a cada aspecto avaliado. O Gráfico 7 apresenta os resultados referentes à Questão 1 da avaliação, que investigou a contribuição das atividades práticas para a compreensão do conceito de densidade.

Gráfico 7 – Compreensão do conceito densidade



Fonte: Elaborado pela autora

A análise do Gráfico 7 evidencia uma avaliação amplamente positiva por parte dos estudantes no que se refere à contribuição das atividades práticas para a compreensão do conceito de densidade. Observa-se que 80% dos alunos manifestaram concordância com a afirmação apresentada, sendo 40% na categoria *concordo* e 40% em *Concordo totalmente*. Esse expressivo índice de respostas favoráveis indica que a maioria dos discentes reconheceu as atividades experimentais como um elemento fundamental para a assimilação do conteúdo, corroborando o papel da experimentação como estratégia facilitadora da aprendizagem significativa em Física.

A possibilidade de observar fenômenos concretos e manipular variáveis físicas durante as atividades práticas contribuiu para minimizar o caráter abstrato do conceito de densidade, frequentemente apontado como um fator de dificuldade em abordagens

exclusivamente teóricas. Dessa forma, os dados sugerem que a articulação entre teoria e prática favoreceu a construção de significados mais consistentes por parte dos estudantes.

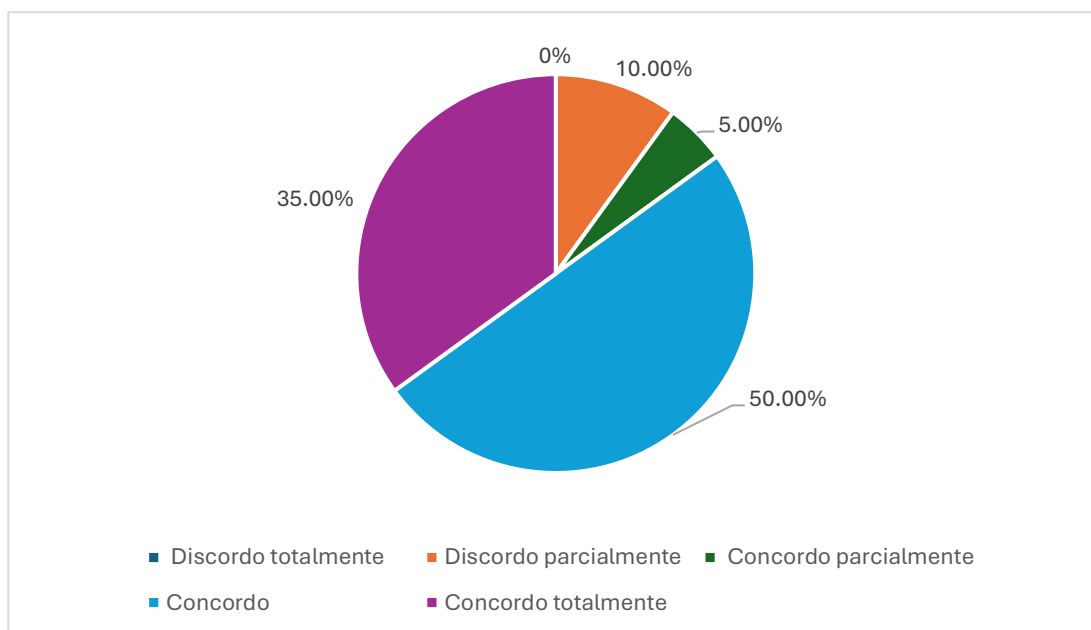
Por outro lado, uma parcela minoritária da turma apresentou percepções mais moderadas ou críticas. O percentual de 10% de respostas em *Concordo parcialmente* indica que, embora esses estudantes reconheçam a relevância das atividades, não perceberam um domínio pleno do conceito. Outros 10% assinalaram *discordo parcialmente*, sugerindo que, para esse grupo, as atividades práticas não foram suficientes para promover a compreensão desejada, possivelmente em função de diferenças no ritmo de aprendizagem, da necessidade de maior mediação pedagógica ou de estratégias complementares de explicação.

Destaca-se, contudo, a inexistência de respostas na categoria *discordo totalmente*, o que evidencia que não houve rejeição à metodologia adotada. De modo geral, a predominância de avaliações favoráveis confirma que as atividades práticas foram percebidas pelos próprios discentes como um componente central no processo de aprendizagem do conceito de densidade. Quando analisados em conjunto com os resultados de desempenho obtidos nos instrumentos avaliativos anteriores, esses dados indicam coerência entre a percepção subjetiva dos estudantes e os ganhos objetivos de aprendizagem, reforçando a eficácia das metodologias ativas no ensino de Hidrostática.

Com o objetivo de analisar a capacidade dos estudantes de relacionar os conceitos científicos trabalhados em sala com situações do cotidiano, a Questão 2 da avaliação investigou especificamente a compreensão e a contextualização do conceito de empuxo. Essa dimensão é particularmente relevante no ensino de Hidrostática, uma vez que a associação entre fenômenos físicos e experiências cotidianas constitui um indicador importante de aprendizagem significativa e de letramento científico.

Os resultados obtidos para essa questão foram organizados em um gráfico percentual, apresentado no Gráfico 8, o qual permite visualizar a distribuição das respostas dos estudantes nas diferentes categorias da escala Likert, evidenciando o nível de concordância em relação à afirmação proposta.

Gráfico 8– Relação com situações do dia a dia



Fonte: Elaborado pela autora

A análise do Gráfico 8 indica uma avaliação predominantemente positiva dos estudantes quanto à capacidade de relacionar o conceito de empuxo com situações do cotidiano. Observa-se que 85% dos alunos assinalaram respostas favoráveis, sendo 50% na opção *Concordo* e 35% em *Concordo totalmente*. Esse elevado índice de concordância evidencia que a maioria da turma conseguiu estabelecer conexões entre o conhecimento científico construído ao longo da sequência didática e fenômenos presentes no cotidiano, como a flutuação de objetos e o comportamento de corpos imersos em fluidos.

Esse resultado sugere que as estratégias metodológicas adotadas, em especial as atividades experimentais e as discussões orientadas, foram eficazes em favorecer a compreensão de um dos conceitos tradicionalmente apontados como mais desafiadores no estudo da Hidrostática. Ao proporcionar situações concretas e contextualizadas, a abordagem pedagógica contribuiu para reduzir a abstração do conteúdo e ampliar a capacidade dos estudantes de interpretar fenômenos físicos a partir de princípios científicos.

Em uma faixa intermediária de percepção, 5% dos estudantes optaram por *Concordo parcialmente*, indicando que, embora reconheçam a relevância das atividades, ainda se encontram em processo de consolidação conceitual. No campo da discordância, 10% assinalaram *Discordo parcialmente*, o que aponta para a necessidade de intervenções

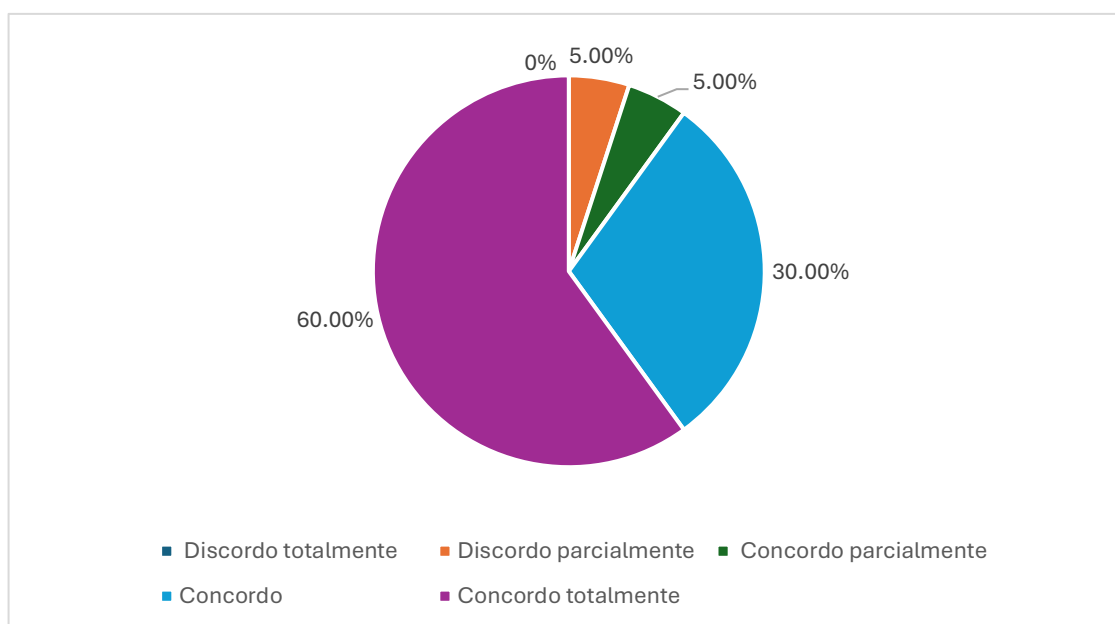
pedagógicas complementares, como a ampliação de situações-problema contextualizadas ou uma mediação docente mais direcionada para esse grupo específico. Ressalta-se, entretanto, a inexistência de respostas em *Discordo totalmente*, evidenciando que não houve rejeição ao conteúdo nem à metodologia empregada.

De modo geral, os resultados confirmam a eficácia da sequência didática na promoção da contextualização do conceito de empuxo. A percepção positiva manifestada pelos estudantes converge com os avanços observados nos instrumentos avaliativos anteriores, como os mapas mentais e os testes de desempenho, reforçando que a proposta pedagógica contribuiu de forma significativa para o desenvolvimento do letramento científico e para a construção de uma aprendizagem mais significativa em Hidrostática.

Com o intuito de investigar a percepção dos estudantes quanto ao uso de recursos digitais no processo de ensino-aprendizagem, a Questão 3 da avaliação final abordou especificamente a utilização do simulador PhET como ferramenta didática no ensino de Hidrostática. Considerando que determinados conceitos dessa área apresentam elevado grau de abstração, a inserção de tecnologias educacionais interativas constitui uma estratégia relevante para favorecer a visualização de fenômenos físicos e a compreensão conceitual.

Os resultados obtidos nessa questão foram organizados em forma de gráfico percentual, apresentado no Gráfico 9, permitindo analisar o nível de concordância dos estudantes em relação à eficácia do simulador como mediador da aprendizagem dos conteúdos trabalhados ao longo da sequência didática.

Gráfico 9 – percepção do simulador



Fonte: Elaborado pela autora

A análise do Gráfico 9 revela uma avaliação amplamente positiva dos estudantes em relação ao uso do simulador PhET como recurso didático para a compreensão de conceitos considerados abstratos ou de maior complexidade no estudo da Hidrostática. Observa-se que 90% dos alunos manifestaram concordância com a afirmação proposta, sendo 60% na opção *Concorde totalmente* e 30% em *Concorde*. Esse elevado índice de aprovação — o mais expressivo entre os gráficos de percepção analisados — evidencia a forte aceitação da ferramenta digital pelos discentes.

Esse resultado sugere que o simulador exerceu um impacto cognitivo e motivacional significativo, ao possibilitar a visualização dinâmica de fenômenos físicos que, em abordagens exclusivamente expositivas, tendem a permanecer abstratos. A possibilidade de manipular variáveis e observar seus efeitos em tempo real contribuiu para tornar o aprendizado mais intuitivo, acessível e significativo, favorecendo a construção ativa do conhecimento científico.

Em uma faixa minoritária, 5% dos estudantes assinalaram *Concorde parcialmente*, indicando que, embora reconheçam os benefícios do simulador, podem necessitar de maior tempo de exploração ou de uma mediação docente mais sistemática para potencializar plenamente seu uso. No campo da discordância, apenas 5% optaram

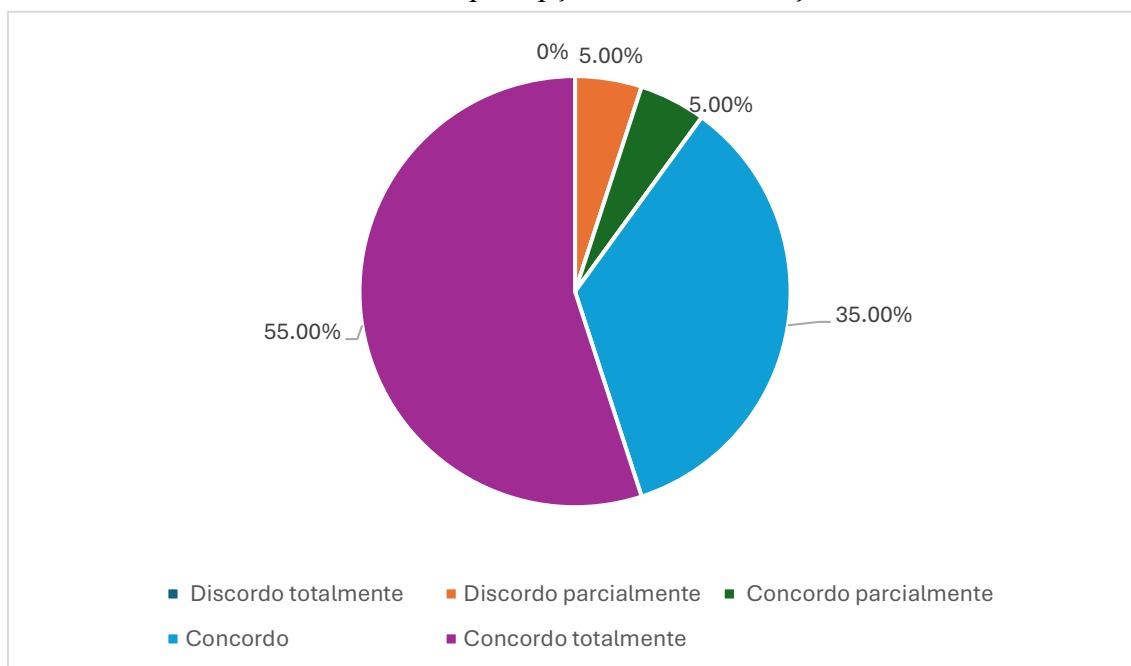
por *Discordo parcialmente*, não havendo registros de respostas em *Discordo totalmente*, o que evidencia a inexistência de rejeição ao recurso tecnológico empregado.

De modo geral, os resultados confirmam a relevância do simulador PhET como estratégia pedagógica complementar no ensino de conceitos físicos, especialmente aqueles que demandam maior abstração conceitual. A percepção altamente favorável dos estudantes converge com os avanços observados nos instrumentos avaliativos objetivos e discursivos, indicando que a integração entre atividades experimentais presenciais e recursos digitais interativos potencializou tanto a compreensão conceitual quanto o engajamento discente ao longo da sequência didática.

Com o propósito de avaliar a percepção dos estudantes quanto à clareza, organização e segurança das orientações fornecidas durante as atividades experimentais, a Questão 4 da avaliação final investigou especificamente a qualidade das instruções apresentadas ao longo da sequência didática. Considerando que a realização de experimentos em sala de aula exige não apenas compreensão conceitual, mas também procedimentos bem definidos e mediação pedagógica eficaz, essa dimensão constitui um elemento central para o êxito das práticas experimentais.

Os resultados referentes a essa questão foram organizados em um gráfico percentual, apresentado no Gráfico 10, permitindo analisar o nível de concordância dos estudantes em relação à clareza e à segurança das instruções recebidas durante a execução dos experimentos.

Gráfico 10 – percepção sobre as instruções



Fonte: Elaborado pela autora

Os resultados apresentados no Gráfico 10 indicam uma avaliação amplamente positiva dos estudantes quanto à clareza e à segurança das instruções fornecidas durante a realização das atividades experimentais. Observa-se que 90% dos alunos manifestaram concordância com a afirmação, sendo 55% na opção *Concordo totalmente* e 35% em *Concordo*. Esse elevado índice de aprovação evidencia que a organização, a objetividade das explicações e a mediação pedagógica adotadas foram eficazes para orientar os discentes durante a execução dos procedimentos experimentais.

Esse resultado é particularmente relevante, uma vez que a clareza das instruções está diretamente associada à autonomia discente, à correta execução das etapas experimentais e à assimilação dos conceitos científicos envolvidos, especialmente aqueles relacionados ao Princípio de Arquimedes. Além disso, a segurança percebida pelos estudantes contribui para a criação de um ambiente favorável à aprendizagem, reduzindo inseguranças e favorecendo a participação ativa nas atividades práticas.

No que se refere às percepções menos favoráveis, observa-se que apenas 5% dos alunos assinalaram a opção *Concordo parcialmente*, indicando uma compreensão ainda em processo de consolidação, enquanto outros 5% optaram por *Discordo parcialmente*, sugerindo a necessidade pontual de reforço ou esclarecimentos adicionais para uma parcela reduzida da turma. Destaca-se, contudo, a inexistência de respostas em *Discordo*

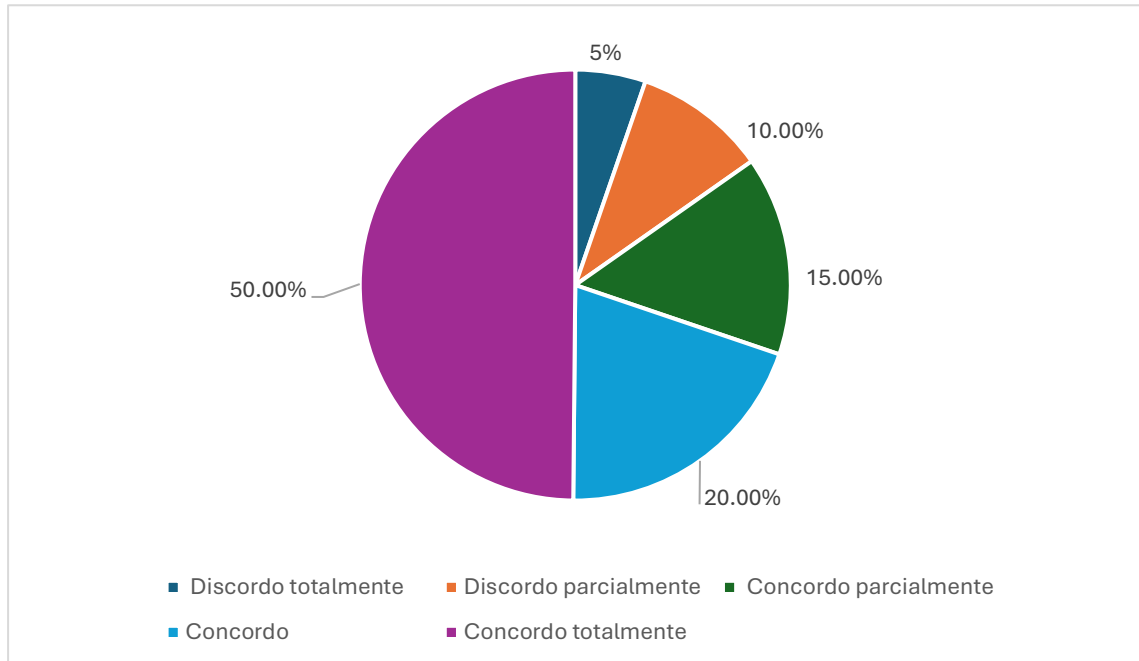
totalmente, o que demonstra que não houve rejeição quanto à clareza ou à segurança das instruções fornecidas.

De modo geral, os resultados do Gráfico 10 ratificam a eficácia da abordagem prática e dialogada adotada na sequência didática. Ao assegurar que a maioria absoluta dos estudantes se sentisse orientada e segura durante a realização dos experimentos, a intervenção pedagógica contribuiu de forma significativa para o fortalecimento do letramento científico, transformando conceitos abstratos da Hidrostática em conhecimentos concretos, compreendidos e assimilados pelos alunos.

Com o objetivo de analisar o impacto do uso de recursos interativos na motivação dos estudantes durante a sequência didática sobre Hidrostática, a Questão 5 da avaliação final investigou a percepção discente acerca do nível de engajamento e interesse despertado por esse tipo de abordagem pedagógica. Considerando que a motivação constitui um fator determinante para a aprendizagem significativa, especialmente em conteúdos de maior abstração conceitual, torna-se relevante compreender como os alunos avaliaram a utilização de recursos interativos ao longo das aulas.

Os resultados obtidos nessa questão foram organizados em um gráfico percentual, apresentado no Gráfico 11, o qual possibilita uma visualização clara do grau de concordância dos estudantes em relação à motivação percebida durante as aulas que incorporaram recursos interativos.

Gráfico 11 – percepção da motivação



Fonte: Elaborado pela autora

Os dados apresentados no Gráfico 11 evidenciam uma avaliação predominantemente positiva dos estudantes quanto ao nível de motivação durante as aulas que utilizaram recursos interativos. Observa-se que 70% dos alunos manifestaram concordância com a afirmação, sendo 50% na opção *Concordo totalmente* e 20% em *Concordo*. Esse resultado indica que, para a maior parte da turma, o uso de recursos interativos contribuiu de forma significativa para tornar as aulas mais dinâmicas, envolventes e significativas.

A elevada taxa de concordância total sugere que os estudantes não perceberam essas atividades como momentos isolados ou meramente complementares, mas como extensões coerentes da teoria discutida em sala de aula. Tal articulação entre fundamentos teóricos e práticas interativas favorece a construção de sentido em relação ao conteúdo estudado, aspecto essencial tanto para a motivação quanto para a retenção do conhecimento em médio e longo prazo.

Por outro lado, 30% dos estudantes apresentaram percepções menos favoráveis, distribuídas entre as opções *Concordo parcialmente* (15%), *Discordo parcialmente* (10%) e *Discordo totalmente* (5%). Esses dados indicam que, embora a metodologia tenha sido eficaz para a maioria, uma parcela da turma não se sentiu plenamente motivada, possivelmente em função de diferenças nos estilos de aprendizagem, no

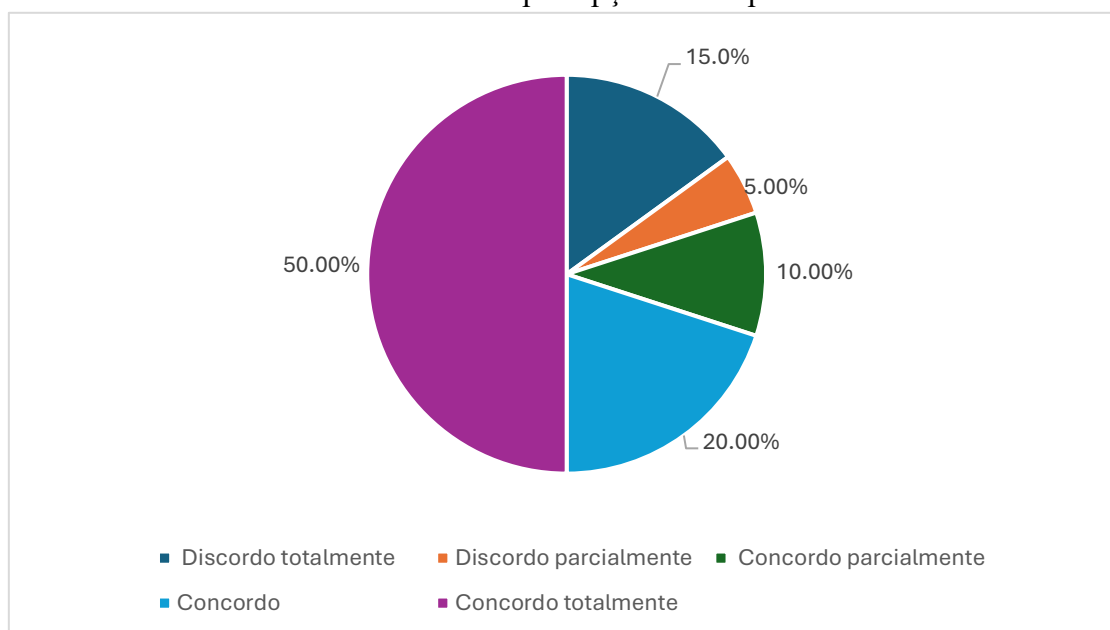
interesse pelo conteúdo ou na forma de mediação pedagógica dos recursos utilizados. Ainda assim, o baixo índice de rejeição total evidencia que a abordagem não foi percebida como inadequada pela grande maioria dos discentes.

De modo geral, os resultados do Gráfico 11 reforçam a eficácia da sequência didática ao demonstrar que a utilização de recursos interativos contribuiu de maneira relevante para o aumento da motivação discente. Esses achados corroboram a importância da diversificação de estratégias pedagógicas no ensino de Ciências, especialmente no ensino de Física, como forma de contemplar diferentes perfis de aprendizagem e potencializar o engajamento dos estudantes no processo educativo.

Com o intuito de avaliar a percepção dos estudantes quanto a aspectos organizacionais e metodológicos da sequência didática sobre Hidrostática, foram incluídas questões específicas relacionadas ao tempo destinado à realização das atividades e à articulação entre os conteúdos teóricos e as práticas experimentais. Esses elementos são fundamentais para a efetividade do processo de ensino-aprendizagem, uma vez que o gerenciamento adequado do tempo pedagógico e a integração entre teoria e prática influenciam diretamente o engajamento, a compreensão conceitual e o aproveitamento discente.

Os resultados referentes a essas dimensões foram organizados em gráficos percentuais, apresentados a seguir, os quais permitem analisar o grau de concordância dos estudantes em relação à adequação do tempo das atividades e à coerência entre os momentos teóricos e experimentais da sequência didática.

Gráfico 12 – percepção do tempo



Fonte: Elaborado pela autora

Os dados apresentados nos gráficos indicam uma percepção majoritariamente positiva dos estudantes em relação à proposta didática, tanto no que se refere ao tempo destinado à realização das atividades quanto à articulação entre os conteúdos teóricos e as práticas experimentais. No que diz respeito à organização temporal, observa-se que 70% dos alunos assinalaram as opções *Concorde* (20%) e *Concorde totalmente* (50%), evidenciando que a maioria considerou o tempo disponibilizado adequado para a execução das atividades propostas. Esse resultado sugere que o planejamento das aulas, de modo geral, atendeu às necessidades da maior parte da turma.

Entretanto, verifica-se que 30% dos estudantes manifestaram algum nível de insatisfação ou concordância parcial, distribuídos entre *Discordo totalmente* (15%), *Discordo parcialmente* (5%) e *Concorde parcialmente* (10%). Esses dados indicam que uma parcela significativa dos alunos encontrou dificuldades para concluir as atividades dentro do tempo previsto, possivelmente em função de diferenças no ritmo individual de aprendizagem ou da complexidade das tarefas desenvolvidas. Tal resultado aponta para a necessidade de ajustes no tempo pedagógico ou da adoção de estratégias de flexibilização, de modo a contemplar de forma mais equitativa os diferentes perfis de aprendizagem presentes na turma.

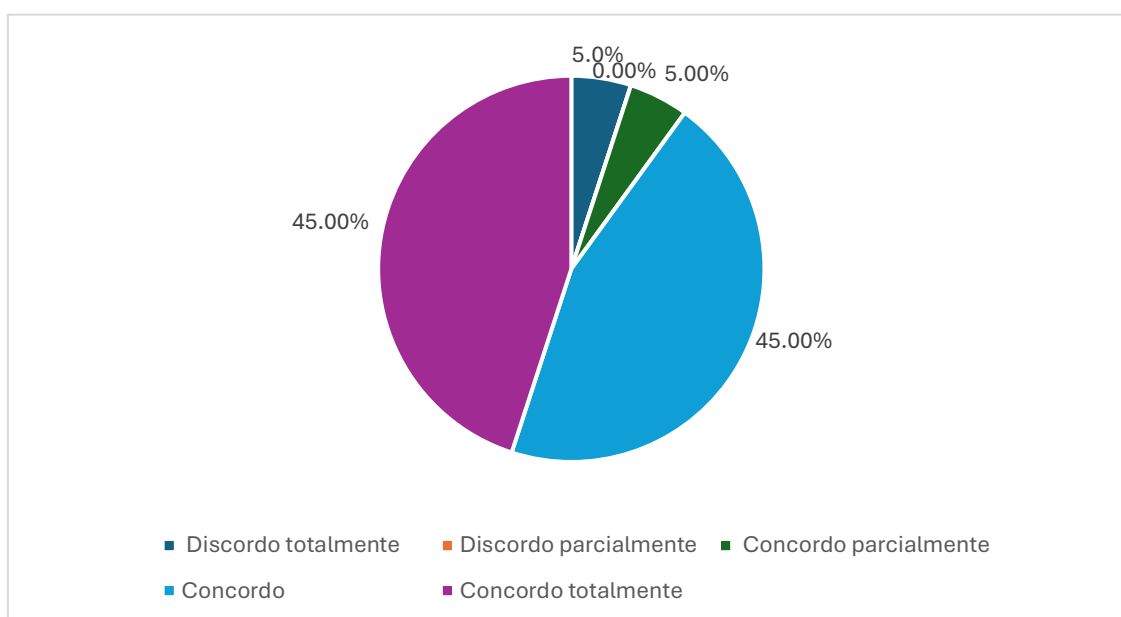
No que se refere à articulação entre teoria e prática, os resultados revelam uma percepção amplamente favorável dos estudantes. A análise do gráfico evidencia que a metodologia adotada foi eficaz em transformar conceitos abstratos em vivências práticas compreensíveis para a maioria dos discentes. Nesse sentido, 70% dos alunos demonstraram satisfação plena com essa integração, sendo 50% na categoria *Concordo totalmente* e 20% em *Concordo*, o que indica que as atividades experimentais foram percebidas como elementos centrais para a compreensão e aplicação dos conteúdos teóricos, e não como ações dissociadas do processo de ensino.

Por outro lado, 10% dos estudantes assinalaram *Concordo parcialmente*, sugerindo a existência de lacunas na conexão entre os fundamentos científicos e a experimentação para esse grupo específico. Além disso, 5% optaram por *Discordo parcialmente* e 15% por *Discordo totalmente*. Embora o índice de discordância total seja relevante, o cenário geral permanece positivo, com uma taxa acumulada de concordância de 80% quando considerada também a concordância parcial. Esses resultados reforçam a efetividade da sequência didática na promoção do letramento científico, ao possibilitar que a maioria dos alunos compreendesse a Ciência como um campo no qual teoria e prática se articulam de forma indissociável para a explicação dos fenômenos físicos.

Com o objetivo de avaliar a percepção dos estudantes acerca da proposta didática desenvolvida, foram analisados aspectos relacionados à organização temporal das atividades e à articulação entre os conteúdos teóricos e as práticas experimentais. Para tanto, aplicou-se um instrumento avaliativo no qual os discentes expressaram seu grau de concordância em relação a esses elementos, possibilitando uma análise quantitativa e qualitativa dos dados obtidos.

Os resultados foram organizados e representados graficamente, permitindo uma visualização clara das tendências predominantes nas respostas dos estudantes e favorecendo a interpretação crítica sobre a efetividade do planejamento pedagógico adotado.

Gráfico 13 – Favoreceu a minha aprendizagem



Fonte: Elaborado pela autora

Os dados apresentados no Gráfico 13 evidenciam uma percepção amplamente positiva dos estudantes em relação à contribuição da sequência didática para sua aprendizagem. Observa-se que 90% dos participantes manifestaram concordância com a afirmação “Favoreceu a minha aprendizagem”, sendo 45% na opção Concorde e 45% em Concorde totalmente. Esses resultados indicam que a maior parte dos estudantes reconheceu que as atividades desenvolvidas ao longo da sequência didática contribuíram de maneira significativa para a compreensão dos conteúdos de Hidrostática.

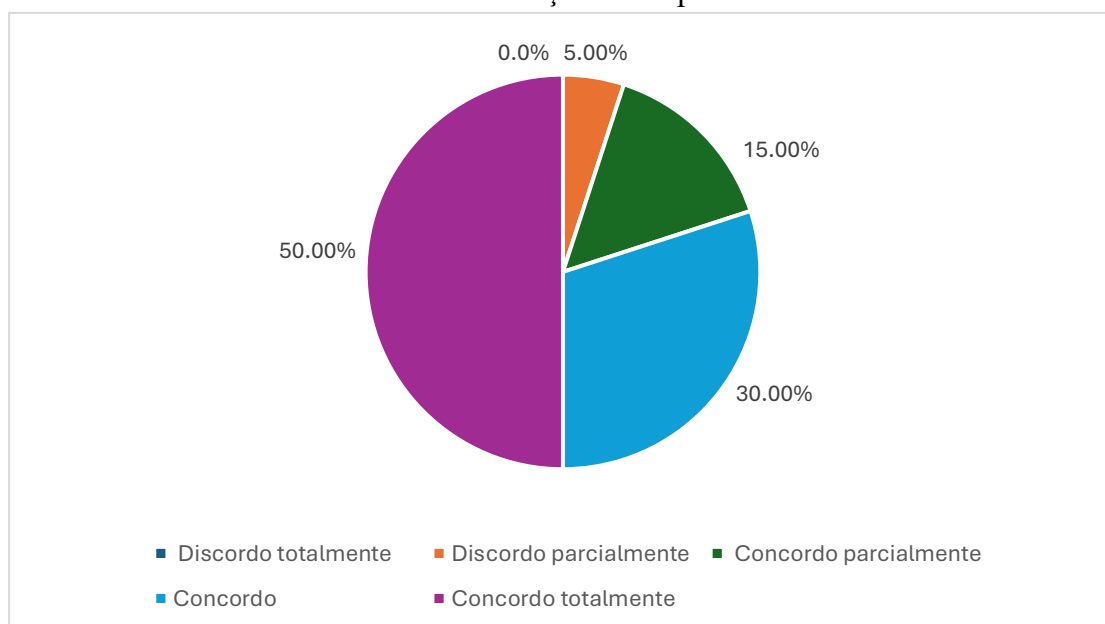
A elevada frequência de respostas positivas sugere que a utilização de recursos interativos e experimentos de demonstração favoreceu a construção do conhecimento de forma mais dinâmica e contextualizada, aproximando os conceitos científicos das experiências cotidianas dos estudantes. Além disso, a equivalência entre os percentuais de Concorde e Concorde totalmente demonstra não apenas aceitação da metodologia empregada, mas também um elevado grau de satisfação em relação ao processo de ensino e aprendizagem vivenciado durante a aplicação da sequência didática.

Verifica-se ainda que 5% dos estudantes assinalaram a opção concorde parcialmente, indicando que, embora tenham percebido contribuições para a aprendizagem, essa percepção ocorreu de maneira menos intensa. Por outro lado, apenas 5% dos participantes marcaram discordo totalmente, enquanto a opção Discordo parcialmente não apresentou registros (0%). Esse resultado evidencia um baixo índice de

rejeição à metodologia aplicada, reforçando a efetividade da proposta pedagógica desenvolvida.

De modo geral, os resultados apresentados no Gráfico 13 corroboram a relevância do uso de recursos interativos no ensino de Ciências, especialmente no ensino de conteúdos relacionados à Hidrostática. Os dados indicam que a sequência didática contribuiu positivamente para o processo de aprendizagem dos estudantes, favorecendo maior participação, envolvimento e compreensão conceitual ao longo das atividades desenvolvidas.

Gráfico 14 – Avaliação do mapa mental



Fonte: Elaborado pela autora

A análise dos dados apresentados no gráfico 14 evidencia uma avaliação predominantemente positiva dos estudantes em relação ao uso dos mapas mentais como instrumento avaliativo do processo de aprendizagem. Os resultados indicam que essa estratégia foi amplamente aceita pela turma e percebida como eficaz na representação dos conhecimentos construídos ao longo das aulas.

Dos 20 alunos participantes, 80% manifestaram concordância quanto à utilização dos mapas mentais, sendo 30% na categoria *Concorde* e 50% em *Concorde totalmente*. Esse resultado demonstra que a maioria dos estudantes reconheceu nesse instrumento um recurso eficiente para organizar ideias, sintetizar conceitos e expressar a compreensão dos conteúdos trabalhados. Tal percepção sugere que os mapas mentais favoreceram não

apenas a visualização das relações conceituais, mas também o desenvolvimento de habilidades cognitivas relacionadas à sistematização e à estruturação do conhecimento.

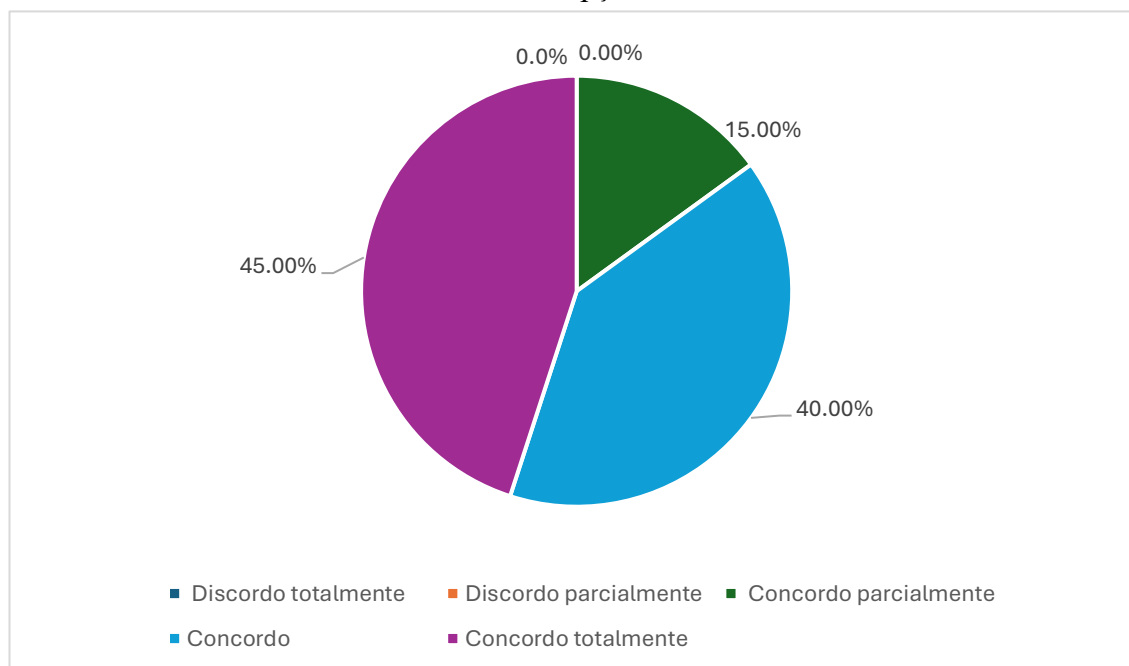
Em contrapartida, 20% dos estudantes apresentaram percepções menos positivas, distribuídas entre as categorias *Concordo parcialmente* (15%) e *Discordo parcialmente* (5%), não havendo registros de respostas em *Discordo totalmente*. Esses dados indicam que, embora a estratégia tenha se mostrado eficaz para a maioria, uma parcela dos alunos pode ter enfrentado dificuldades na elaboração dos mapas mentais, possivelmente associadas à menor familiaridade com essa metodologia ou à complexidade inerente aos processos de síntese, hierarquização e organização conceitual exigidos por esse tipo de recurso.

De modo geral, os resultados confirmam a relevância dos mapas mentais como instrumento avaliativo alternativo e de caráter formativo, capaz de evidenciar a construção do conhecimento de maneira mais significativa e reflexiva. Ao mesmo tempo, apontam para a necessidade de maior orientação pedagógica e da inserção de momentos formativos específicos voltados à elaboração desse recurso, de modo a potencializar seus benefícios e garantir que todos os estudantes possam se apropriar plenamente dessa estratégia avaliativa.

Com o objetivo de verificar a adequação do instrumento avaliativo em relação aos conteúdos desenvolvidos ao longo da sequência didática, bem como analisar a percepção dos estudantes acerca da eficácia das atividades experimentais na construção do conhecimento em Hidrostática, foi incluído no questionário um item específico sobre essas dimensões. Buscou-se, assim, identificar se as questões do teste aplicado estavam alinhadas aos conteúdos trabalhados em sala de aula e se refletiam de forma consistente o percurso metodológico adotado.

Os resultados obtidos foram sistematizados e apresentados no gráfico 15, possibilitando uma análise integrada entre o processo de ensino, a metodologia aplicada e o instrumento de avaliação utilizado.

Gráfico 15 – Percepção dos testes



Fonte: Elaborado pela autora

A análise dos dados apresentados no gráfico 15 evidencia uma avaliação amplamente positiva dos estudantes quanto à adequação das questões do teste em relação aos conteúdos abordados ao longo das aulas, bem como em relação à eficácia das atividades experimentais para a construção do conhecimento em Hidrostática. Os resultados revelam coerência entre o planejamento didático, a metodologia adotada e o instrumento avaliativo aplicado.

Dos 20 alunos participantes, 85% manifestaram concordância com a afirmação proposta, sendo 40% na categoria *concordo* e 45% em *Concordo totalmente*. Esse elevado índice de concordância indica que a maioria dos estudantes percebeu o teste como alinhado aos conteúdos trabalhados em sala de aula, o que sugere que o instrumento avaliativo possibilitou uma verificação justa, coerente e consistente da aprendizagem, refletindo adequadamente os conhecimentos construídos ao longo da sequência didática.

Observa-se ainda que 15% dos estudantes assinalaram a opção *concordo parcialmente*, indicando que, embora tenham reconhecido a pertinência do teste, parte da turma identificou a necessidade de maior clareza, contextualização ou aprofundamento em algumas questões. Destaca-se, contudo, a ausência de respostas nas categorias *Discordo parcialmente* e *Discordo totalmente*, o que evidencia que não houve percepção de inadequação significativa entre a avaliação aplicada e os conteúdos estudados.

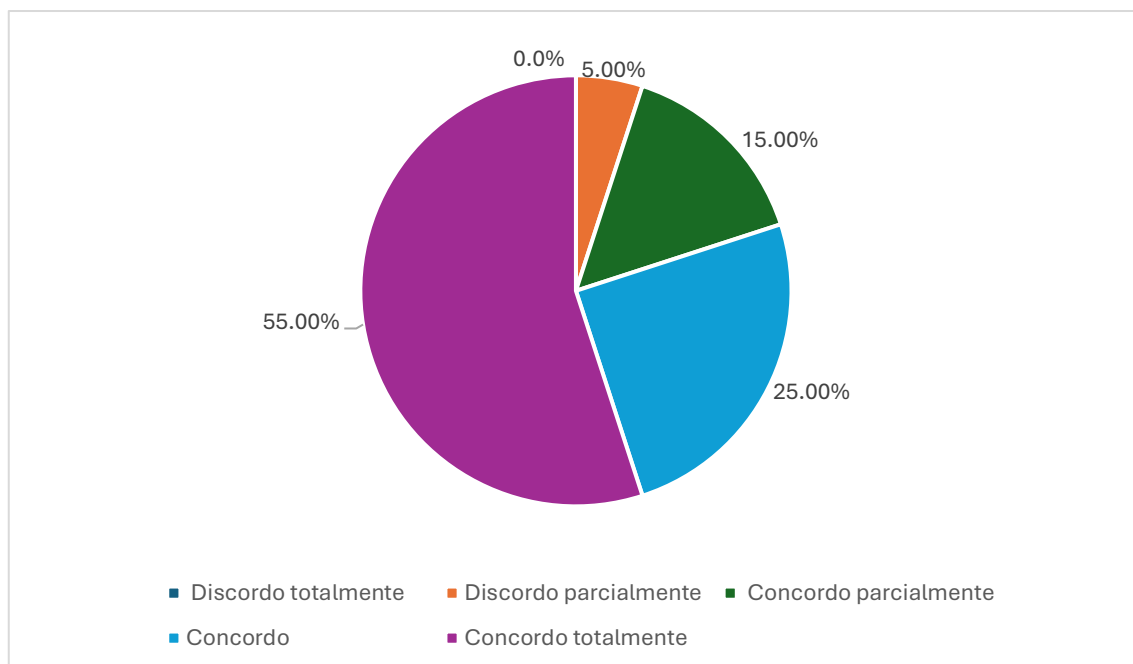
Esse resultado dialoga diretamente com a percepção positiva dos estudantes acerca da eficácia das atividades experimentais desenvolvidas ao longo da proposta didática, que encerram a etapa de coleta de dados subjetivos. A aceitação expressiva da metodologia prática reforça a compreensão de que a experimentação desempenhou papel central no processo de letramento científico, ao favorecer a articulação entre teoria e prática e promover a construção ativa do conhecimento.

A inexistência de qualquer nível de discordância absoluta constitui um indicador pedagógico relevante, demonstrando que a sequência didática apresentou caráter inclusivo e foi capaz de atender a diferentes perfis de aprendizagem. Em síntese, os resultados confirmam a pertinência do instrumento avaliativo e ratificam a experimentação como elemento estruturante da aprendizagem significativa em Ciências e Física, consolidando-se não apenas como recurso motivacional, mas como eixo fundamental do processo de ensino-aprendizagem.

Com a finalidade de analisar a percepção dos estudantes acerca da compreensão dos fenômenos de flutuação e afundamento dos objetos — diretamente relacionados aos conceitos de densidade e empuxo — foi incluído no questionário um item específico voltado à avaliação desse entendimento conceitual. Buscou-se, assim, verificar se a sequência didática desenvolvida possibilitou aos alunos interpretar e explicar tais fenômenos à luz dos princípios fundamentais da Hidrostática.

Os resultados obtidos foram sistematizados e apresentados no gráfico 16, permitindo avaliar o nível de consolidação conceitual alcançado pelos estudantes ao final das atividades propostas.

Gráfico 16 – percepção de explicar conceito



Fonte: Elaborado pela autora

A análise dos dados apresentados no gráfico 16 indica uma avaliação amplamente positiva dos estudantes quanto à compreensão do fenômeno de flutuação e afundamento dos objetos, diretamente associado aos conceitos de densidade e empuxo. Os resultados evidenciam que a sequência didática adotada contribuiu de forma significativa para a consolidação do entendimento desses princípios fundamentais da Hidrostática.

Dos 20 alunos participantes, 80% manifestaram concordância com a afirmação proposta, sendo 25% na categoria *Concorde* e 55% em *Concorde totalmente*. Esse elevado índice de concordância demonstra que a maioria dos estudantes se considera capaz de explicar, de maneira satisfatória, por que determinados objetos flutuam enquanto outros afundam. Tal resultado reforça os avanços já observados em instrumentos avaliativos anteriores, como os mapas mentais e as questões objetivas, indicando coerência entre os diferentes mecanismos de avaliação utilizados e a eficácia da metodologia prática na abordagem de conceitos tradicionalmente considerados abstratos.

Por outro lado, 20% dos estudantes apresentaram algum nível de dificuldade na compreensão plena do fenômeno, distribuídos entre *Concorde parcialmente* (15%) e *Discordo parcialmente* (5%). Esses dados sugerem que uma parcela da turma ainda se encontra em processo de refinamento conceitual, demandando retomadas pedagógicas

pontuais e estratégias complementares de aprofundamento, especialmente no que se refere à relação entre densidade, empuxo e equilíbrio dos corpos em fluidos.

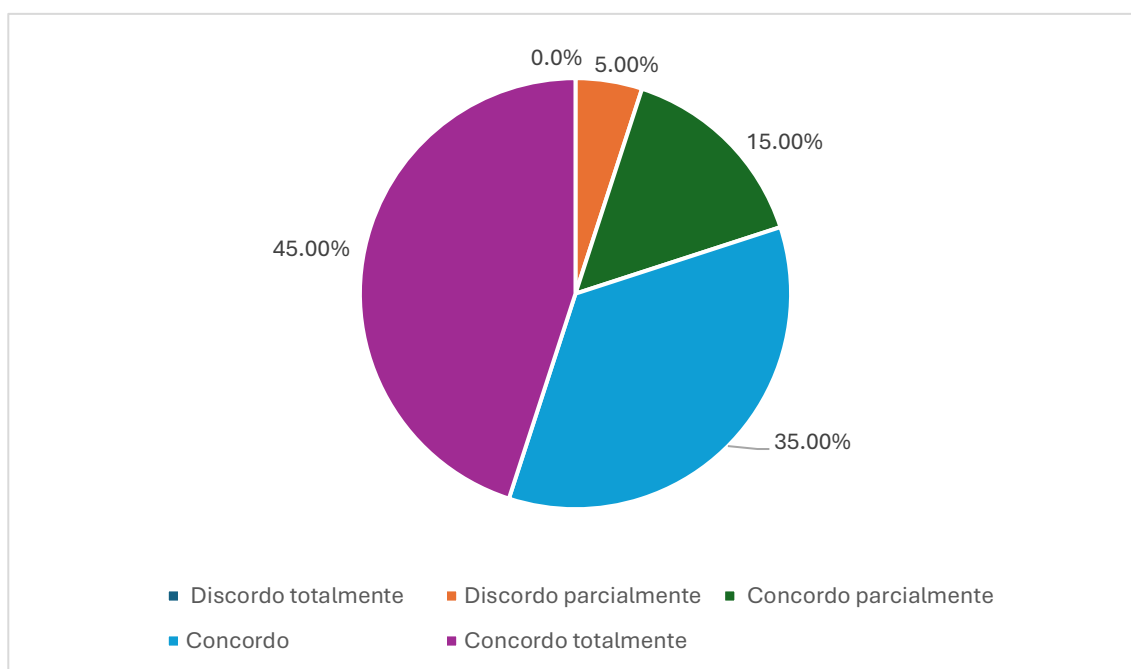
Ressalta-se, contudo, a inexistência de respostas na categoria *Discordo totalmente*, o que indica que nenhum estudante rejeitou ou deixou de compreender completamente os princípios científicos abordados. A análise do gráfico de setores confirma, assim, que a maioria expressiva dos alunos validou positivamente sua aprendizagem, com mais da metade da turma atingindo o nível máximo de concordância.

Em síntese, o gráfico 16 encerra o diagnóstico da percepção discente com um saldo altamente positivo. Ao assegurar que 80% dos estudantes se sentissem seguros quanto à compreensão dos princípios que regem o comportamento dos corpos imersos em fluidos, a sequência didática reafirma seu papel como instrumento de letramento científico e de inclusão pedagógica, consolidando a sala de aula como um espaço de construção ativa, reflexiva e significativa do conhecimento físico.

Com o objetivo de avaliar o nível de satisfação dos estudantes em relação à sequência didática desenvolvida, bem como o potencial de replicabilidade das atividades propostas, foi incluído no questionário um item voltado à recomendação da metodologia para outras turmas. Essa questão buscou identificar se as experiências vivenciadas ao longo das aulas foram percebidas como relevantes, significativas e passíveis de serem aplicadas em outros contextos educacionais.

Os resultados referentes a essa avaliação foram sistematizados e apresentados no gráfico 17, possibilitando uma análise do grau de aceitação da proposta pedagógica sob a perspectiva discente.

Gráfico 17 – Recomenda a atividade



Fonte: Elaborado pela autora

A análise dos dados apresentados no gráfico 17 indica uma avaliação amplamente positiva dos estudantes quanto à recomendação das atividades desenvolvidas para outras turmas, refletindo um elevado nível de satisfação com a metodologia adotada e com os recursos pedagógicos utilizados ao longo das aulas. Os resultados evidenciam que as atividades foram percebidas não apenas como eficazes do ponto de vista conceitual, mas também como experiências pedagógicas significativas e motivadoras.

Dos 20 alunos participantes, 80% assinalaram as opções *Concorde* (35%) e *Concorde totalmente* (45%), demonstrando que a maioria considera as atividades relevantes a ponto de recomendá-las a outros colegas. Esse resultado indica que a abordagem experimental exerceu papel decisivo no engajamento intelectual e emocional dos discentes, ao promover a superação de um ensino predominantemente expositivo em favor de práticas que favoreceram a exploração ativa dos fenômenos físicos.

Os dados do gráfico de setores reforçam essa percepção ao evidenciar que as aulas experimentais tornaram o estudo da Hidrostática mais dinâmico, compreensível e envolvente. O expressivo índice de concordância total (45%) sugere que a experimentação contribuiu para reduzir a apatia frequentemente associada ao ensino tradicional de Física, estimulando a curiosidade científica, o interesse pelo conteúdo e a participação ativa dos estudantes.

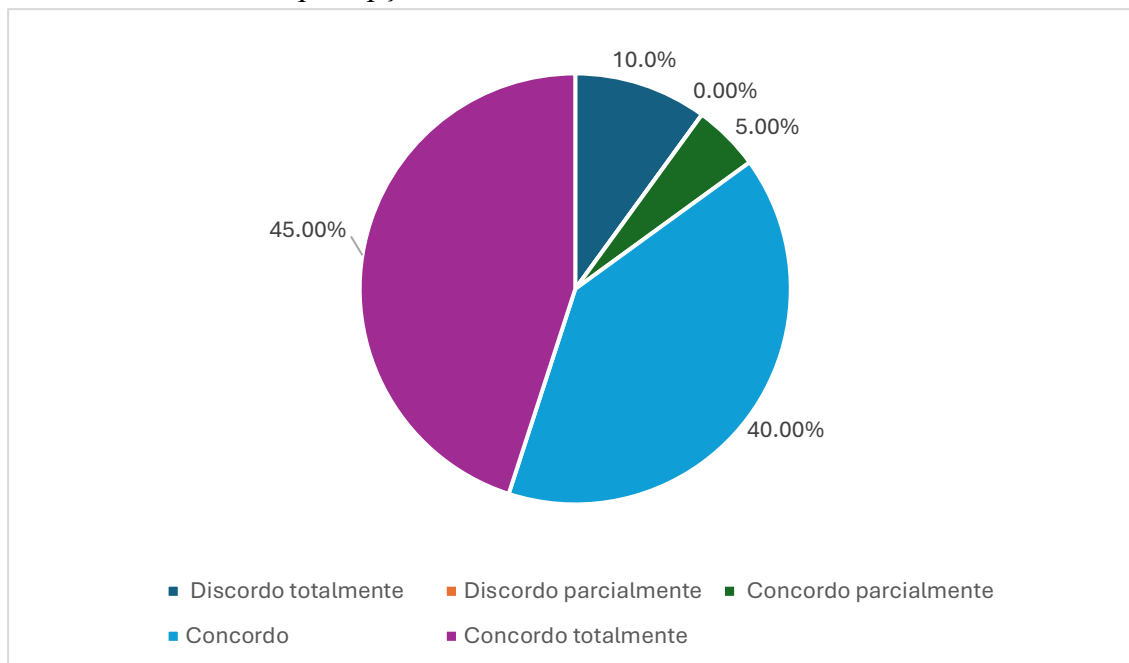
Por outro lado, 20% dos alunos apresentaram respostas menos assertivas, distribuídas entre *Concordo parcialmente* (15%) e *Discordo parcialmente* (5%). Esses resultados indicam que, embora a proposta tenha sido amplamente aceita, ainda há espaço para aprimoramentos metodológicos, especialmente no sentido de atender de forma mais equitativa às diferentes expectativas, ritmos e perfis de aprendizagem presentes na turma. Destaca-se, contudo, a inexistência de respostas na categoria *Discordo totalmente*, o que evidencia que não houve rejeição à metodologia empregada.

Em síntese, o gráfico 17 ratifica o sucesso da sequência didática como um instrumento eficaz de letramento científico e formação discente. Ao alcançar 80% de validação positiva e despertar o interesse genuíno da maioria da turma, a intervenção pedagógica consolida-se como uma estratégia com elevado potencial de replicação em outras turmas, promovendo uma aprendizagem que ultrapassa a memorização de conceitos e se fundamenta na curiosidade, na participação ativa e na construção crítica do conhecimento científico.

Com a finalidade de encerrar o ciclo de avaliações subjetivas sobre a sequência didática desenvolvida, foi incluída no instrumento avaliativo uma questão voltada à continuidade das aulas com a abordagem metodológica adotada. Essa questão buscou identificar se os estudantes consideraram o modelo pedagógico — fundamentado na articulação entre teoria, experimentação e uso de recursos interativos — adequado e desejável para a continuidade do ensino dos conteúdos de Hidrostática.

Os resultados obtidos foram sistematizados e apresentados no Gráfico 18, possibilitando uma análise da aceitação global da metodologia sob a perspectiva discente.

Gráfico 18 – percepção sobre ter mais aulas com recursos interativos



Fonte: Elaborado pela autora

A análise dos dados apresentados no Gráfico 18 evidencia uma avaliação amplamente positiva dos estudantes em relação à continuidade das aulas com a abordagem metodológica adotada, encerrando o conjunto de análises referentes às percepções discentes sobre a sequência didática. Os resultados indicam que, na visão da maioria dos alunos, o conjunto de estratégias pedagógicas empregadas foi satisfatório para a consolidação da aprendizagem dos conteúdos de Hidrostática.

Dos 20 alunos participantes, 85% assinalaram as opções *concorde* (40%) e *Concorde totalmente* (45%), demonstrando que a grande maioria manifestou interesse em ter mais aulas estruturadas nesse modelo. Esse elevado índice de concordância reforça a aceitação da metodologia aplicada e evidencia seu potencial para promover engajamento, motivação e participação ativa dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem. O equilíbrio entre as categorias de concordância direta e total sugere que a abordagem conseguiu atender a diferentes perfis de aprendizagem, ao transformar conceitos físicos complexos em experiências acessíveis, contextualizadas e significativas.

Em uma faixa intermediária de avaliação, 5% dos alunos assinalaram a opção *concorde parcialmente*, o que pode refletir o desejo por maior aprofundamento conceitual ou por um tempo ampliado destinado às atividades práticas. No campo das avaliações menos favoráveis, 10% dos estudantes optaram por *discordo totalmente*, não havendo

registros na categoria *discordo parcialmente*. Esses dados indicam que, embora a proposta tenha sido amplamente eficaz, uma parcela reduzida da turma pode não se identificar plenamente com esse modelo de aula, reforçando a importância de estratégias pedagógicas diversificadas que contemplem diferentes preferências e estilos de aprendizagem.

Em síntese, a validação positiva expressa por 85% dos discentes está em consonância com os resultados objetivos observados em etapas anteriores da pesquisa, como a ampliação do vocabulário científico nos mapas mentais e a melhora no desempenho nas avaliações aplicadas. Conclui-se, portanto, que a intervenção pedagógica não apenas atingiu os objetivos curriculares propostos, mas também promoveu uma percepção de suficiência, competência e domínio conceitual, indicando sua viabilidade para continuidade e ampliação em futuras práticas educativas.

5.8 ANÁLISE GERAL DA AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A análise geral da avaliação da sequência didática evidência que a proposta desenvolvida alcançou resultados positivos no que se refere à aprendizagem dos conceitos de Hidrostática e à percepção dos estudantes sobre o processo de ensino e aprendizagem. Os dados obtidos por meio dos questionários avaliativos, dos mapas mentais e dos instrumentos de percepção discente indicam avanços significativos tanto no domínio conceitual quanto no engajamento dos alunos ao longo das atividades.

De modo geral, observou-se que a articulação entre aulas dialogadas, experimentos de demonstração práticos e recursos interativos virtuais contribuiu para reduzir o caráter abstrato dos conteúdos, favorecendo a compreensão de conceitos como densidade, pressão hidrostática e empuxo. A comparação entre os diagnósticos aplicados antes e após as aulas experimentais revelou um aumento expressivo no percentual de acertos, indicando uma evolução conceitual consistente e alinhada aos objetivos da sequência didática.

A análise dos mapas mentais finais reforça esses resultados, ao evidenciar uma ampliação do repertório conceitual dos estudantes, bem como uma organização mais estruturada e integrada dos conceitos de Hidrostática. Termos que inicialmente apareciam de forma isolada ou pouco relacionados passaram a ser conectados de maneira mais

coerente, indicando processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora, conforme proposto pela Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.

No que se refere à percepção dos estudantes, os resultados apontam uma avaliação majoritariamente positiva da sequência didática. Os alunos destacaram que o uso de experimentos, tanto práticos quanto virtuais, favoreceu a compreensão dos conteúdos, aumentou a motivação e tornou as aulas mais dinâmicas e interessantes. Além disso, a maioria dos estudantes indicou que as atividades contribuíram para relacionar os conceitos científicos com situações do cotidiano, aspecto fundamental para a construção de aprendizagens significativas.

Outro ponto relevante refere-se ao uso do simulador PhET, avaliado de forma positiva pelos estudantes, especialmente no que diz respeito à clareza das instruções, à facilidade de uso e ao potencial do recurso para auxiliar na compreensão do conceito de densidade. Esses resultados reforçam o papel das tecnologias digitais como ferramentas complementares às atividades experimentais presenciais, sobretudo em contextos escolares com limitações de infraestrutura.

Dessa forma, a análise geral da avaliação da sequência didática indica que a proposta se mostrou eficaz enquanto estratégia pedagógica para o ensino de Hidrostática nos anos finais do Ensino Fundamental, contribuindo para a aprendizagem conceitual, o engajamento dos estudantes e a construção de significados mais consistentes acerca dos fenômenos físicos estudados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo desenvolver, aplicar e analisar uma sequência didática baseada no uso de recursos interativos e experimentos de demonstração, com vistas a promover uma aprendizagem significativa dos conteúdos de Hidrostática no componente curricular de Ciências, nos anos finais do Ensino Fundamental. A proposta foi fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e nas orientações da Base Nacional Comum Curricular, buscando superar práticas tradicionais e excessivamente expositivas no ensino de Física.

Os resultados obtidos indicam que a sequência didática contribuiu de forma significativa para a compreensão conceitual dos estudantes, evidenciando avanços no entendimento de conceitos como densidade, pressão hidrostática e empuxo. A utilização de diferentes estratégias pedagógicas — como mapas mentais, aulas dialogadas, experimentos práticos e simulações virtuais — possibilitou a integração entre teoria e prática, favorecendo a reorganização dos conhecimentos prévios e a construção de novos significados.

A análise comparativa entre os instrumentos diagnósticos aplicados ao longo da sequência revelou uma evolução consistente no desempenho dos estudantes, tanto nas questões objetivas quanto nas discursivas. Além disso, a avaliação da proposta sob a percepção dos alunos evidenciou aumento da motivação, maior participação nas aulas e uma percepção positiva em relação ao uso de recursos interativos no processo de aprendizagem.

Destaca-se, ainda, que a proposta mostrou-se viável para o contexto escolar em que foi aplicada, mesmo diante de limitações estruturais, como a ausência de laboratório de Ciências. Nesse sentido, o uso de experimentos de demonstração e de recursos digitais interativos configurou-se como uma alternativa pedagógica eficaz, ampliando as possibilidades de experimentação e visualização dos fenômenos físicos.

Como limitações do estudo, aponta-se o tempo reduzido de aplicação da sequência didática e o número restrito de participantes, o que sugere a necessidade de investigações futuras com maior duração e em diferentes contextos escolares. Sugere-se, ainda, a ampliação da proposta para outros conteúdos da Física e das Ciências da Natureza, bem como a incorporação de novas tecnologias educacionais.

Conclui-se que o produto educacional desenvolvido apresenta potencial para contribuir com a prática docente em Ciências, constituindo-se como uma estratégia pedagógica relevante para o ensino de Hidrostática e para a promoção de uma aprendizagem mais significativa nos anos finais do Ensino Fundamental.

7 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Mauro; ABIB, Maria. **Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176–194, 2003.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/educacao-basica/bncc>. Acesso em: 12 jan. 2026.

GASPAR, Alberto; MONTEIRO, Isabel. **Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da Teoria de Vygotsky**. *Investigações no Ensino de Física*, Porto Alegre, v. 10, n. 2, 2005. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n2/v10_n2_a5.htm. Acesso em: 12 jan. 2026.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária (EPU), 1978.

NUSSENZVEIG, H. Moyses. **Curso de Física Básica 2: fluidos, oscilações e ondas, calor**. 4. ed. rev. Rio de Janeiro: Blucher, [s.d.].

PANSERA JUNIOR, Necloto; BUSATTO, Cassiano Zolet; SILVA, Jupiter Cirilio da Roza; PÉREZ, Carlos Ariel Samudio. **Atividade experimental em Ciências: concepção de experimento para o ensino de hidrostática**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLOGIA (CIECITEC), 4., 2017, Santo Ângelo, RS. *Anais [...]*. Santo Ângelo: URI, 2017.

SIAHAAN, Sardjanto Markos et al. **Supporting eighth-grade pupils' understanding of hydrostatic pressure with inquiry-based activities**. *Journal of Turkish Science Education*, v. 22, n. 4, p. 677–702, 2025. DOI: 10.36681/tused.2025.034.

SILVA, J. J. da; MEDEIROS, G. C. M. de. **Hidrostática no ensino médio: uma proposta didática de ensino para professores da educação básica**. *Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar*, Mossoró, v. 7, n. 22, 2021.

UNIVERSIDADE DO COLORADO BOULDER. **PhET Interactive Simulations**. Boulder: University of Colorado, [s.d.]. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/. Acesso em: 26 abr. 2024.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Física 2: termodinâmica e ondas**. Tradução de Daniel Vieira; revisão técnica de Adir Moyses Luiz. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.

8 APÊNDICE A PRODUTO EDUCACIONAL



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO NORTE
DIRETORIA ACADÊMICA DE CIÊNCIAS
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 10**

PRODUTO EDUCACIONAL

Sequência Didática para o Ensino de Hidrostática Utilizando Recursos Interativos e Experimentos de Demonstração

Autores: Mariana Rodrigues da Silva, Antônio Marques dos Santos

Natal/RN
2025

APRESENTAÇÃO

Este produto educacional é parte integrante da dissertação “Recursos Interativos no Ensino de Hidrostática: Uma Análise Baseada em Experimentos de Demonstração”, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Polo 10 – IFRN / Campus Natal Central – RN, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Organizado na forma de uma sequência didática, este trabalho propõe a utilização de recursos interativos e experimentos de demonstração práticos e virtuais como estratégia didática para o ensino dos conteúdos de Hidrostática no componente curricular de Ciências. A proposta fundamenta-se na necessidade de tornar os conceitos físicos mais compreensíveis e significativos, favorecendo a articulação entre teoria e prática e aproximando os fenômenos estudados do cotidiano dos estudantes. Desse modo, a construção conceitual da sequência didática parte da experimentação e da contextualização dos fenômenos físicos como subsunções para o desenvolvimento da aprendizagem significativa, valorizando os conhecimentos prévios dos estudantes. A proposta também prioriza a atividade coletiva, o diálogo em sala de aula e a troca de ideias entre os estudantes como estratégias para favorecer a mediação pedagógica e a ampliação da compreensão conceitual, promovendo conexões entre o conhecimento científico e situações reais. Elaborado com linguagem acessível, o produto educacional utiliza figuras, esquemas, atividades experimentais, mapas mentais e recursos visuais com o objetivo de envolver os estudantes por meio de situações problematizadoras, incentivando a observação, a formulação de hipóteses e a interpretação dos fenômenos hidrostáticos. Sua estrutura torna-se especialmente adequada para estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental, podendo também ser adaptada para outros níveis de ensino, conforme o contexto educacional. Inserido como parte inicial de uma proposta de ensino, este trabalho tem como objetivo ampliar o interesse dos estudantes pela Física, promovendo uma compreensão mais consistente dos conceitos de densidade, pressão hidrostática e empuxo, bem como estimular o desenvolvimento do pensamento científico por meio da experimentação e do uso de recursos interativos como instrumentos de aprendizagem. Sinta-se convidado a explorar as possibilidades que o ensino de Física oferece quando se fundamenta em metodologias ativas, na experimentação e na integração entre teoria e prática, contribuindo para um ensino mais significativo e contextualizado. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de financiamento 001.

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	5
2 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	7
2.1 Roteiros.....	9
2.2 Sequência didática para o produto educacional: ensino de hidrostática com recursos interativos.....	27
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
4 REFERÊNCIAS	33
5. APÊNDICES.....	34

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Hidrostática, ramo da Física responsável pelo estudo dos fluidos em repouso, constitui um componente fundamental na formação científica dos estudantes, por permitir a compreensão de fenômenos amplamente presentes no cotidiano, como os conceitos de densidade, pressão e empuxo. No entanto, observa-se que essa temática, muitas vezes, é abordada de forma predominantemente expositiva e descontextualizada, o que pode resultar em aprendizagens superficiais e na dificuldade de aplicação prática dos conteúdos. Investigações recentes, como as de Silva e Andrade (2020) e Costa et al. (2021), apontam que o ensino de Física ainda está fortemente ancorado em metodologias tradicionais, com pouca ênfase em abordagens experimentais e interativas.

Nesse cenário, a inserção de recursos didáticos interativos, especialmente fundamentados em experimentos de demonstração, apresenta-se como uma estratégia promissora para promover uma aprendizagem mais significativa, ao favorecer a construção ativa do conhecimento e a articulação entre teoria e prática. A esse respeito, Cid et al. (2021) propuseram uma sequência didática voltada ao ensino de Hidrostática, fundamentada nas metodologias ativas *Predizer-Observar-Explicar*, *Instrução por Pares* e *Ensino sob Medida*. Os resultados obtidos indicaram melhorias no engajamento dos estudantes e na compreensão dos conceitos físicos, demonstrando o potencial das práticas colaborativas e investigativas no processo de ensino-aprendizagem. De modo complementar, Oliveira (2021) destaca a relevância do uso de tecnologias digitais, como vídeos interativos acessíveis por QR codes, no enriquecimento da experiência educacional, ampliando o acesso ao conhecimento e favorecendo a autonomia discente.

Alinhado a essas perspectivas e aos princípios formativos do Mestrado Profissional em Ensino de Física, o presente trabalho propõe o desenvolvimento e a implementação de um produto educacional intitulado " Sequência Didática para o Ensino de Hidrostática Utilizando Recursos Interativos e Experimentos de Demonstração". O produto é composto por uma combinação de experimentos práticos e simulações virtuais, estruturados de modo a tornar os conceitos abstratos da Hidrostática mais acessíveis e tangíveis para os estudantes. Os experimentos práticos funcionam como elementos demonstrativos dos fenômenos físicos, promovendo a visualização e a compreensão

conceitual, enquanto as simulações digitais possibilitam a ampliação das experiências, especialmente em contextos com limitações materiais ou estruturais.

Além da elaboração do recurso, o trabalho contempla sua aplicação e avaliação em sala de aula, por meio de uma análise que envolve a coleta de dados qualitativos e quantitativos. Serão utilizados instrumentos como mapas mentais (aplicados antes e depois da intervenção didática), questionários de percepção e análise do desempenho acadêmico, com o intuito de aferir o impacto do produto na aprendizagem e no engajamento dos estudantes. Tal abordagem metodológica está em consonância com as competências gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em especial aquelas voltadas ao pensamento científico, crítico e criativo; ao uso de tecnologias digitais; e à valorização da experimentação como processo formativo.

Espera-se, assim, que o produto educacional desenvolvido contribua não apenas para o aprimoramento do ensino de Hidrostática, mas também para a formação de sujeitos mais autônomos, reflexivos e capazes de aplicar os conhecimentos científicos na análise e interpretação de situações do mundo real, conforme os objetivos do ensino de Ciências da Natureza no Ensino Médio e os fundamentos do Ensino por Investigação promovidos pela formação docente em nível de pós-graduação.

2 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O presente produto educacional foi concebido com o objetivo de qualificar o ensino de Hidrostática a partir da implementação de uma sequência didática composta por experimentos interativos, que possibilitam a exploração prática e conceitual dos princípios fundamentais dessa área da Física. A proposta didático-pedagógica visa favorecer uma aprendizagem significativa dos conceitos de densidade, pressão e empuxo, por meio de atividades que integram recursos concretos e digitais, com ênfase em metodologias ativas e na mediação reflexiva do professor.

A estrutura do material desenvolvido contempla, para cada experimento, a definição clara de objetivos pedagógicos, a relação de materiais necessários, orientações detalhadas para a execução dos procedimentos e um conjunto de questões reflexivas voltadas à análise crítica dos fenômenos observados. Essa organização visa estimular a construção ativa do conhecimento, o raciocínio científico e a mobilização de saberes prévios dos estudantes, alinhando-se à proposta da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que destaca a importância da experimentação, da investigação e da resolução de problemas no ensino de Ciências da Natureza.

Como estratégia de acompanhamento da aprendizagem, propõe-se a utilização de mapas mentais aplicados em dois momentos distintos: antes do início da sequência didática e ao seu término. Essa ferramenta permite diagnosticar os conhecimentos prévios dos estudantes, bem como avaliar os avanços conceituais promovidos pela experiência educacional, em consonância com os princípios da avaliação formativa.

Além da ênfase nos aspectos conceituais, o produto educacional também contempla o desenvolvimento de competências relacionadas à linguagem científica, por meio da proposição de espaços destinados ao registro sistemático das observações, hipóteses e reflexões realizadas durante os experimentos. Essa prática contribui para a formação de estudantes críticos, autônomos e capazes de comunicar seus processos e resultados de forma estruturada, atendendo às diretrizes da BNCC e ao papel formativo da educação científica no Ensino Médio.

A eficácia da proposta será monitorada por meio da coleta de dados qualitativos e quantitativos, envolvendo a aplicação de instrumentos avaliativos antes e depois da utilização dos recursos, bem como a análise de feedbacks dos estudantes. A sistematização

desses dados permitirá o aperfeiçoamento contínuo do produto, com vistas à sua adaptação às diferentes realidades escolares.

Ao final da implementação, espera-se que os estudantes não apenas adquiram uma compreensão mais sólida e contextualizada dos conceitos de Hidrostática, mas também se sintam mais motivados a aprofundar seu interesse pela Física e pela investigação científica. Dessa forma, o produto educacional busca cumprir sua função primordial no âmbito do Mestrado Profissional em Ensino de Física: articular pesquisa, prática pedagógica e inovação didática com impacto direto no processo de ensino-aprendizagem.

2.1 Roteiros

EXPERIMENTO 1: Densidade dos Líquidos e Sólidos

1. Objetivo: Compreender o conceito de densidade a partir da observação da organização de líquidos e sólidos em um recipiente, identificando como a densidade relativa afeta sua posição (flutuação ou afundamento) e a formação de camadas.

2. Materiais necessários:

- 100 ml de mel (ou álcool, como alternativa)
- 100 ml de água
- 100 ml Óleo
- Uma moeda ou uma bolinha de gude
- Feijões (5 a 10 unidades)
- Tampa de garrafa plástica
- Recipiente transparente maior que 300 ml
- Colher (opcional, para controle do fluxo)

A disposição dos materiais utilizados nesta etapa pode ser vista na Figura 1.

Figura 1 – experimento da densidade



Fonte: fotos retiradas pelo autor

3. Procedimentos:

I. Preparação dos Líquidos

- Posicione o recipiente transparente sobre uma superfície plana e estável, garantindo segurança e estabilidade durante a realização do experimento.
- Adicione aproximadamente 100 mL de mel no recipiente, tomando cuidado para não derramar.
- Lentamente, despeje cerca de 100 mL de água sobre o mel, de forma controlada e suave, de modo a evitar a mistura entre os dois líquidos.
- Por fim, acrescente 100 mL de óleo vegetal sobre a água, igualmente de forma lenta e cuidadosa, para preservar a separação das camadas.
- Observe atentamente a formação das três camadas líquidas distintas: o mel, devido à maior densidade, posiciona-se na base; a água ocupa a camada intermediária; e o óleo, com menor densidade, permanece na superfície.

Durante essa etapa, verifica-se a formação de três camadas líquidas distintas e bem definidas: o mel localiza-se na base devido à sua maior densidade, a água posiciona-se na camada intermediária, enquanto o óleo permanece na superfície por possuir a menor densidade entre os líquidos. Tal comportamento é explicado pelas diferenças relativas de densidade entre os líquidos, fenômeno evidenciado na Figura 2.

Figura 2– Demonstração experimental da densidade em diferentes líquidos



Fonte: fotos retiradas pelo autor

II. Adição de Sólidos

- Insira a moeda ou a bolinha de gude no recipiente e observe o ponto onde o objeto se estabiliza.
- Acrescente alguns feijões e observe em qual camada cada um se posiciona.
- Por fim, coloque a tampa plástica na superfície do líquido e verifique se ela flutua ou afunda.

Durante essa etapa, constata-se que os materiais sólidos se distribuem em camadas distintas, de acordo com suas densidades relativas. Conforme ilustrado na Figura 3, a moeda, por possuir maior densidade, afunda e se acomoda na camada mais densa de mel; os feijões, com densidade intermediária, posicionam-se entre as camadas de água e mel; e a tampa plástica, menos densa, permanece flutuando sobre o óleo, conforme evidenciado na Figura 3

Figura 3 - Experimento De densidade com adição de objetos em líquidos imiscíveis



Fonte: fotos retiradas pelo autor

4. Registro de observação

Tabela 1 – observações

Material	Observação feita	O que revela sobre a densidade
Mel, água e óleo	Formaram camadas: mel no fundo, água no meio e óleo no topo	Mel é o mais denso, o óleo é o menos denso
Moeda	Afundou até o fundo, parando no mel	A moeda é mais densa que todos os líquidos
Feijões	Pararam entre a água e o mel	Os feijões têm densidade intermediária
Tampa de garrafa	Flutuou sobre o óleo	É menos densa que todos os líquidos.

Fonte: criada pelo autor

5. Análise dos Dados

As observações realizadas ao longo da atividade experimental demonstram de forma concreta como as substâncias e objetos se organizam em um sistema fluido segundo suas respectivas densidades relativas. A distribuição das camadas líquidas e o posicionamento dos materiais sólidos confirmam os seguintes princípios fundamentais:

- Substâncias com maior densidade deslocam-se para as regiões inferiores do recipiente, ocupando a base do sistema.
- Substâncias menos densas permanecem na parte superior, formando as camadas superficiais.
- Objetos sólidos tendem a se estabilizar nas interfaces entre camadas líquidas cuja densidade seja mais próxima à sua, evidenciando um equilíbrio entre o peso e a força de empuxo exercida pelo fluido deslocado.

Este comportamento observado permite a visualização e compreensão de conceitos fundamentais da Física, entre os quais se destaca o Princípio de Arquimedes. Esse princípio afirma que todo corpo imerso em um fluido sofre uma força vertical, de baixo para cima, cujo módulo é igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo. A partir dessa compreensão, é possível explicar tanto a flutuação quanto o afundamento de objetos em diferentes substâncias líquidas com base em suas densidades relativas.

6. Explicação Detalhada

A densidade é uma grandeza física escalar que estabelece a relação entre a massa (m) de um corpo e o volume (v) que ele ocupa, sendo expressa pela fórmula:

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

Essa relação indica que:

- Quanto maior a densidade de um material, maior será a concentração de massa em um dado volume.
- Materiais com menor densidade ocupam volumes maiores para a mesma quantidade de massa.

No contexto experimental desenvolvido, os líquidos e objetos comportaram-se de maneira coerente com suas respectivas densidades:

- O mel, por apresentar a maior densidade entre os líquidos utilizados, desloca-se para o fundo do recipiente.
- A água, com densidade intermediária, permanece entre o mel e o óleo.
- O óleo, de menor densidade, posiciona-se na camada superior.

Os materiais sólidos inseridos no sistema (como moedas, feijões e tampas plásticas) afundam ou flutuam dependendo da comparação entre sua densidade e a densidade do fluido em que são imersos. Quando a densidade do objeto é maior do que a do fluido, ele tende a afundar; se for menor, tende a flutuar. Quando as densidades são aproximadamente iguais, ocorre uma estabilização em uma determinada camada do fluido.

Essa dinâmica permite compreender a interação entre massa, volume e empuxo em sistemas fluido-estáticos, promovendo a articulação entre teoria e prática no processo de aprendizagem de conceitos fundamentais da Física.

7. Reflexão Final

- a) Por que os líquidos utilizados no experimento permaneceram separados, sem se misturarem?
- b) Como descrever a densidade de cada líquido com base na observação experimental?
- c) O que foi observado ao inserir objetos sólidos nos líquidos?
Como a densidade influencia a flutuabilidade dos objetos?

EXPERIMENTO VIRTUAL 2: DENSIDADE

1. Objetivo: Investigar, de maneira sistemática, o comportamento de diferentes blocos sólidos ao serem inseridos em um líquido, com o intuito de analisar como a densidade de cada material influencia o fenômeno da flutuação. A atividade possibilita compreender se um objeto flutua, afunda ou permanece em equilíbrio no fluido em função de sua densidade relativa, promovendo a consolidação conceitual sobre empuxo e equilíbrio hidrostático, conforme descrito pelo princípio de Arquimedes.

2. Materiais necessários:

- Computador, notebook ou dispositivo móvel (celular ou tablet) com capacidade de navegação;

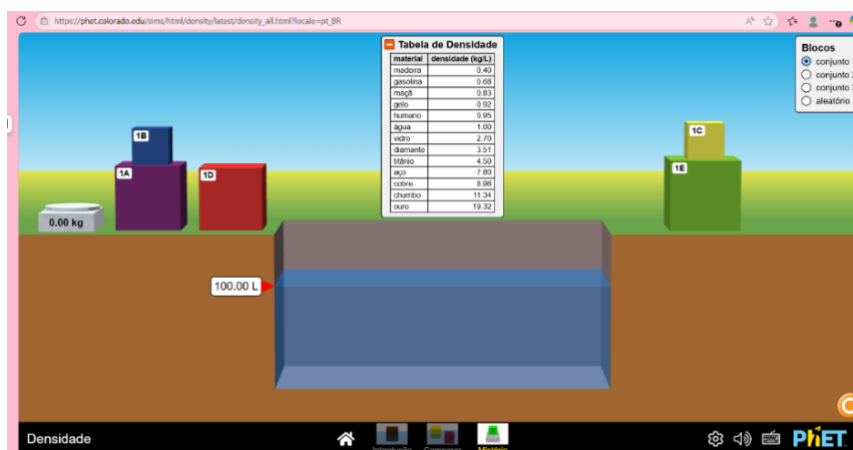
- Acesso à internet estável, para possibilitar o carregamento adequado da simulação interativa;
- Ambiente virtual de simulação acessível por meio do seguinte endereço eletrônico: [Densidade - Volume | Massa | Densidade - Simulações Interativas PhET](#)

3. Procedimentos

Acesse o ambiente virtual por meio do simulador “Densidade” disponibilizado pela plataforma PhET Interactive Simulations. Ao iniciar a atividade, observe atentamente a interface principal, que apresenta:

- ✓ Um recipiente com líquido, no qual os blocos poderão ser inseridos;
- ✓ Diversos blocos sólidos, compostos por diferentes materiais;
- ✓ Uma tabela de densidades, que permite a comparação entre os valores experimentais e teóricos dos materiais utilizados como mostra na figura 4.

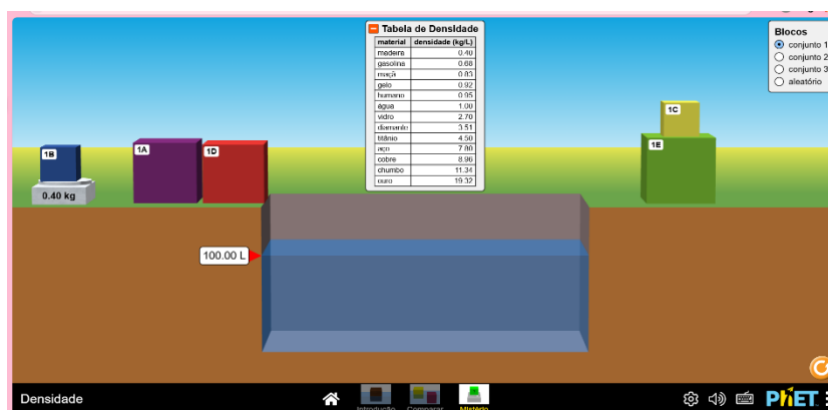
Figura 4 – Imagem da tela principal do simulador



Fonte: retirado no Phet

- ✓ Utilize a balança disponível no simulador para realizar a medição da massa dos blocos de diferentes cores: azul, vermelho e lilás. Para isso, arraste cada bloco individualmente até a superfície da balança virtual, conforme ilustrado na Figura 5.

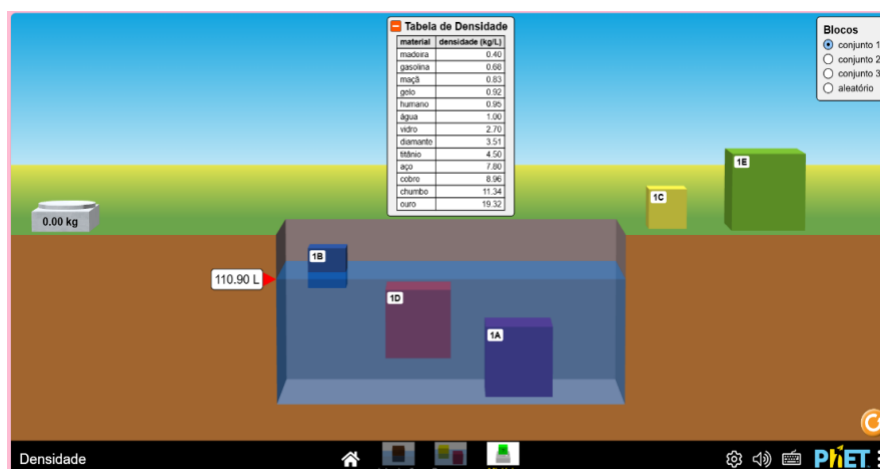
Figura 5 – massa dos blocos



Fonte: retirado no Phet

- ✓ Arraste os blocos azul, vermelho e lilás para o interior do recipiente contendo líquido no simulador. Observe atentamente o comportamento de cada bloco — se afunda completamente, flutua parcialmente ou permanece em equilíbrio, conforme a figura 6.

Imagem 6 – comportamento dos blocos



Fonte: retirado no Phet

- ✓ Essa atividade permite analisar experimentalmente a influência da densidade de cada material no seu comportamento quando imerso em um fluido,
- ✓ Após inserir cada bloco (azul, vermelho e lilás) no líquido, registre o tipo de movimento observado: se o bloco flutuou, afundou ou permaneceu em equilíbrio no fluido.

- ✓ Em seguida, compare esse comportamento com os valores de densidade apresentados na tabela do simulador. Essa comparação permite verificar a relação direta entre a densidade do material e sua flutuabilidade, reforçando o conceito de que objetos com densidade menor que a do líquido tendem a flutuar, enquanto os mais densos tendem a afundar.

4. Registro de observação

Tabela 2 – registro da simulação

Bloco	Massa (kg)	Comportamento no líquido	Conclusão
Azul	0,40	Parcialmente submerso	Densidade menor que a do líquido → flutua parcialmente
vermelho	2,80	Submerso, mas não afundou	Densidade $\approx$ da água → equilíbrio entre peso e empuxo
Lilás	19,30	Afundou completamente	Densidade maior → afunda totalmente

Fonte: criada pelo autor

5. Análise de dados:

- ✓ Bloco azul: Permaneceu parcialmente submerso, o que indica que sua densidade é menor do que a do líquido, permitindo que o empuxo equilibre seu peso.
- ✓ Bloco lilás: Afundou completamente, evidenciando que sua densidade é superior à do fluido, resultando em um empuxo insuficiente para sustentar o corpo.
- ✓ Bloco vermelho: Ficou totalmente submerso, porém em equilíbrio, o que sugere que sua densidade é igual da densidade do líquido, configurando uma condição de equilíbrio hidrostático.

Esses resultados corroboram o Princípio de Arquimedes, segundo o qual a força de empuxo exercida sobre um corpo imerso é igual ao peso do volume de fluido deslocado. Dessa forma, o comportamento de flutuação, submersão ou equilíbrio é diretamente determinado pela relação entre a densidade do objeto e a do fluido.

6. Explicação Detalhada

O experimento virtual permite uma compreensão visual e conceitual do Princípio de Arquimedes, segundo o qual todo corpo total ou parcialmente imerso em um fluido sofre uma força de empuxo dirigida verticalmente para cima, com intensidade igual ao peso do volume de fluido deslocado pelo corpo.

A partir das simulações realizadas, observa-se:

- Objetos com densidade menor que a do fluido → tendem a flutuar, pois inicialmente o empuxo excede o peso do objeto.
- Objetos com densidade maior que a do fluido → afundam, já que o empuxo não é suficiente para equilibrar seu peso.
- Objetos com densidade igual (ou muito próxima) à do fluido → permanecem em equilíbrio submerso, pois o empuxo iguala o peso do objeto.

Essa relação entre empuxo e densidade relativa é essencial para explicar fenômenos cotidianos como:

- a flutuação de barcos,
- o gelo que boia na água,
- objetos que afundam ao serem inseridos em líquidos.

7. Reflexão Final

- a) Quais fatores físicos determinam se um objeto afunda, flutua ou permanece em equilíbrio dentro de um líquido?
- b) Em que medida a simulação contribuiu para a visualização e a compreensão de conceitos abstratos relacionados à densidade e ao empuxo, que muitas vezes são de difícil observação em atividades experimentais reais?

EXPERIMENTO 3: Princípios de Arquimedes

1. Objetivo: Este experimento tem como finalidade demonstrar o Princípio de Arquimedes, investigando de forma experimental como a força de empuxo atua sobre um corpo imerso em um fluido, resultando na redução aparente de seu peso. A proposta é oportunizar uma experiência prática que estimule o raciocínio científico por meio da predição, observação e análise dos dados, promovendo a compreensão ativa de um dos fundamentos clássicos da Hidrostática.

2. Materiais necessários:

- Recipiente transparente com capacidade adequada para submersão completa do objeto;
- Água (como fluido de teste);
- Objeto metálico de pequeno porte (ex.: porca, chave, parafuso etc.);
- Barbante fino ou linha de nylon para suspensão do corpo;
- Dinamômetro (ou balança de precisão com gancho para medição de peso).

3. Procedimentos:

Inicie o experimento determinando a massa do recipiente transparente vazio. Utilize uma balança de precisão e registre o valor obtido. Esta informação será importante para cálculos posteriores. A figura 7 ilustra o processo de medição.

Figura 7 – Determinação da Massa do recipiente



Fonte: Registro do autor

- ✓ Utilizando uma balança de precisão, meça cuidadosamente a massa do objeto metálico escolhido (porca, parafuso, chave etc.). Essa medição corresponde ao

peso real do corpo e servirá como base comparativa para a análise da variação aparente do peso quando o objeto for imerso na água. Registre o valor obtido de forma precisa. A Figura 8 ilustra o procedimento de medição.

Figura 8 – Determinação da Massa do objeto



Fonte: Registro do autor

- ✓ Amarre firmemente o objeto metálico utilizando um barbante fino ou linha de nylon, assegurando que esteja bem preso para evitar deslocamentos durante a imersão.
- ✓ Meça a massa do recipiente transparente contendo água, utilizando a balança de precisão, e registre o valor obtido. Este dado será fundamental para o cálculo do empuxo exercido pela água. A Figura 9 exemplifica o processo de medição.

Figura 9 – Determinação da Massa do recipiente contendo água



Fonte: Registro do autor

- ✓ Submerja completamente o objeto metálico na água, certificando-se de que ele não encoste no fundo do recipiente, de modo a garantir a correta medição da força de empuxo. A ilustração do procedimento encontra-se na Figura 10.

Figura 10 – massa do objeto submerso na água



Fonte: Registro do autor

- ✓ Registre a diferença entre os valores obtidos nas medições, correspondendo à força de empuxo exercida pelo fluido sobre o objeto submerso.
- ✓ Realize múltiplas repetições do procedimento para assegurar a confiabilidade e a precisão dos dados coletados.

4. Registro de Observações

Tabela 3 : Massa do objeto e recipiente

Situações	Massa (kg)
Massa do recipiente sem água	289 g = 0,289 kg
Massa do objeto	163 g = 0,163 kg
Massa do recipiente com água	1062 g = 1,062 kg
Massa do recipiente com água e objeto submerso	1124g= 1,124 kg

Fonte: Feita pelo autor

5. Análise dos Dados – Força de Empuxo

Para determinar a força de empuxo, realizou-se a subtração entre o peso do recipiente contendo água e o objeto submerso e o peso do recipiente contendo apenas água, desconsiderando o peso do objeto fora da água. Este procedimento experimental possibilita o cálculo da força de empuxo, que corresponde à força resultante da interação entre o objeto e o fluido, conforme estabelecido pelo Princípio de Arquimedes, um dos fundamentos da hidrostática.

A equação empregada foi:

$$E = P_r - P_a \quad (1)$$

Onde:

- ❖ P_r é o peso do recipiente com água e objeto submerso
- ❖ P_a é o peso do recipiente contendo apenas água.
- ❖ Com base nos dados experimentais, temos:
- ❖ Massa do recipiente com água: 1,062 kg
- ❖ Massa do recipiente com água e objeto submerso: 1,124 kg

Cálculo do peso do recipiente com água (P_a):

$$P = m \cdot g \quad (2)$$

$$P_a = 1,062 \cdot 10$$

$$P_a = 10,62 \text{ N}$$

Cálculo do peso do recipiente com água e objeto submerso (P_r) com a equação (2):

$$P = m \cdot g$$

$$P = 1,124 \cdot 10$$

$$P_r = 11,24 \text{ N}$$

Observa-se que foi adotado $g = 10 \frac{m}{s^2}$ como valor aproximado da aceleração da gravidade, prática comum no ensino fundamental e médio para simplificar os cálculos.

Substituindo os valores na equação (1):

$$\begin{aligned}E &= P_r - P_a \\E &= 11,24 - 10,62 \\E &= 0,62 \text{ N}\end{aligned}$$

Este valor representa a força de empuxo exercida pela água sobre o objeto totalmente submerso.

Ao submergir o objeto, este desloca um volume de líquido correspondente ao seu próprio volume. A água exerce sobre ele uma força vertical ascendente — denominada empuxo — cujo módulo é igual ao peso do volume de água deslocado. No experimento, o empuxo obtido foi de 0,62 N, indicando que o objeto deslocou o equivalente a 0,62 N de água.

Cálculo do peso aparente do objeto submerso:

Sabendo que o peso real do objeto é dado pela (2):

$$\begin{aligned}P_{real} &= m \cdot g \\P_{real} &= 0,163 \cdot 10 \\P_{real} &= 1,63 \text{ N}\end{aligned}$$

O peso aparente pode ser calculado por:

$$\begin{aligned}P_{aparente} &= P_{real} - E. & (3) \\P_{aparente} &= 1,63 \text{ N} - 0,62 \text{ N} \\P_{aparente} &= 1,01 \text{ N}\end{aligned}$$

O experimento confirmou, na prática, o Princípio de Arquimedes, evidenciando que a força de empuxo reduz o peso aparente do corpo submerso.

6. Explicação detalhada

O Princípio de Arquimedes estabelece que todo corpo imerso em um fluido está sujeito à ação de uma força denominada empuxo, que atua verticalmente para cima. O módulo dessa força corresponde ao peso do volume de fluido deslocado pelo corpo. No experimento, ao submergir um objeto na água, observa-se que ele desloca um volume

de água equivalente ao volume submerso do objeto. O peso desse volume de água deslocado — neste caso, 0,62 N — representa a força de empuxo que atua sobre o corpo.

Essa força de empuxo reduz o peso aparente do objeto, fazendo com que ele pareça mais leve quando imerso. Tal fenômeno explica a sensação de leveza que experimentamos ao nadar, uma vez que a água exerce um empuxo que contrabalança parcialmente o peso do corpo.

Ademais, o Princípio de Arquimedes é fundamental em diversas aplicações práticas, como a flutuação de embarcações e a sensação de leveza durante atividades aquáticas. Com base no experimento realizado, é possível confirmar que o peso aparente de um objeto submerso é menor do que seu peso quando fora do fluido. No caso analisado, o peso aparente foi de 1,01 N, enquanto o peso real do objeto é 1,63 N. A diferença entre esses valores corresponde ao empuxo exercido pelo fluido, que equivale ao peso do volume de fluido deslocado, justificando assim a redução do peso aparente.

7. Reflexão Final:

- a) O que a diferença entre os pesos medidos revela sobre o comportamento do corpo submerso?
- b) Como o empuxo atua em diferentes líquidos, como água, óleo e álcool?
- c) Em quais situações do cotidiano podemos observar a manifestação deste princípio?

EXPERIMENTO 4: Pressão dos Fluidos e Pressão Atmosférica

1. Objetivo

Demonstrar como a pressão hidrostática, decorrente da altura da coluna de líquido, e a pressão atmosférica influenciam o comportamento da água em um sistema fechado, possibilitando a compreensão da relação entre pressão, profundidade e escoamento em líquidos.

2. Materiais Necessários

- Garrafa PET transparente com tampa
- Água
- Pregos (ou objeto similar para perfuração)

- Fita adesiva (durex)

3. Procedimento

Preparação da Garrafa

- ✓ Utilize uma garrafa PET vazia e transparente.
- ✓ Faça dois furos na garrafa utilizando o prego:
 - a) Um furo na parte superior, logo abaixo do gargalo;
 - b) Outro furo próximo ao fundo da garrafa.

Os locais indicados para os furos podem ser observados na Figura 11, destacadas por setas vermelhas.

Figura 11 - Experimento da pressão hidrostática e atmosférica



Fonte: fotos retiradas pelo autor

Vedação da Garrafa

- ✓ Encha a garrafa com água até a capacidade desejada.
- ✓ Feche a garrafa cuidadosamente com a tampa.
- ✓ Utilize fita adesiva (durex) para cobrir completamente os furos, a fim de evitar vazamentos durante o experimento.

4. Registro de observações

Tabela 4 – observações experimentais

Situação	Observação	Experimento
----------	------------	-------------

Sistema Fechado (com tampa)	❖ A água escorre apenas pelo furo inferior, como mostrado na figura 12 indicado pela seta vermelha. ❖ O furo superior não libera água, como mostrado na figura 12, indicado pela seta azul. ❖ A pressão do ar dentro da garrafa impede o fluxo de água pelo furo superior.	Figura 12 
Sistema Aberto (sem tampa)	❖ A água escoar pelos dois furos na figura 13. ❖ O ar entra na garrafa, permitindo a saída de água também pelo furo superior.	Figura 13 

Fonte: criada pelo autor

5. Análise dos Dados

- ✓ Inicialmente, a água escapa apenas pelo furo inferior porque a pressão exercida pela coluna de água é maior nessa região devido à maior profundidade.
- ✓ O furo superior não apresenta saída de água porque o ar dentro da garrafa é insuficiente para empurrar o líquido, criando uma espécie de vácuo relativo que impede o escoamento.
- ✓ Ao remover a tampa, o ar entra no recipiente, permitindo que a pressão atmosférica atue no sistema, equilibrando as forças e possibilitando o escoamento da água por ambos os furos.
- ✓ A altura da coluna de água exerce influência direta sobre a pressão hidrostática no fundo da garrafa, evidenciando a relação entre profundidade e pressão.

6. Explicação Detalhada

Com a tampa fechada, a ausência de entrada de ar faz com que a pressão interna da garrafa seja insuficiente para forçar a saída da água pelo furo superior. Já na parte inferior, a pressão da coluna líquida é maior, o que possibilita o escoamento da água somente pelo furo localizado nessa região, ilustrando o princípio da pressão hidrostática, onde a pressão aumenta com a profundidade.

Quando a tampa é aberta, a entrada de ar iguala a pressão interna à pressão atmosférica externa, permitindo que a água flua também pelo furo superior. Esse fenômeno demonstra a influência conjunta da pressão hidrostática — função da altura da coluna de líquido — e da pressão atmosférica no comportamento dos fluidos em sistemas fechados.

7. Reflexão Final

- a) Por que a água não sai pelo furo superior quando a garrafa está tampada?
- b) De que forma a profundidade da água afeta a pressão no fundo da garrafa?
- c) O que esse experimento nos ensina sobre o papel da pressão atmosférica e da altura da coluna líquida no comportamento dos fluidos?

2.2 Sequência didática para o produto educacional: ensino de hidrostática com recursos interativos

1. Tema

Hidrostática: Densidade, Empuxo e Pressão em Simulações e Experimentos

2. Justificativa

A hidrostática constitui um conteúdo fundamental da Física, presente em diversas situações do cotidiano, como a flutuação de corpos na água, o funcionamento de embarcações e a pressão exercida por líquidos. Esta sequência didática propõe uma aprendizagem significativa por meio do uso de recursos interativos e experimentos práticos, incentivando o desenvolvimento do pensamento crítico, a investigação científica e a construção ativa do conhecimento pelos estudantes.

3. Objetivo Geral

Promover a compreensão dos conceitos essenciais de densidade, empuxo e pressão por meio de atividades práticas, simulações digitais e reflexões críticas.

4. Objetivos Específicos

- ✓ Compreender o conceito de densidade e sua relação com a flutuação
- ✓ Identificar o empuxo e o Princípio de Arquimedes em situações práticas.
- ✓ Analisar o comportamento da pressão hidrostática e atmosférica.
- ✓ Desenvolver habilidades de observação, experimentação e análise crítica.
- ✓ Relacionar os conceitos estudados com contextos do cotidiano dos alunos.

5. Conteúdos Abordados

- ✓ Conceituais: Densidade, Empuxo, Pressão, Princípio de Arquimedes, Pressão Atmosférica e Hidrostática.
- ✓ Procedimentais: Manipulação de materiais, realização de simulações e experimentos, registro de dados.
- ✓ Atitudinais: Cooperação, curiosidade, responsabilidade no uso dos materiais e respeito pela investigação científica.

6. Carga Horária Total

10 encontros de 50 minutos cada.

7. Etapas e Desenvolvimento

Primeira Etapa: Levantamento dos conhecimentos prévios

- ❖ Conteúdos: conhecimento prévio sobre a palavra hidrostática
- ❖ Duração: uma aula de 50 minutos
- ❖ Objetivo: Avaliar os conhecimentos prévios e promover reflexão sobre o processo de aprendizagem.
- ❖ Atividades:
 - ✓ Produção escrita de um mapa mental sobre a palavra hidrostática
- ❖ Recursos: Questionário impresso, papel e caneta.

Segunda Etapa: Introdução aos Conceitos de Hidrostática

- ❖ Conteúdos: Densidade, pressão atmosférica e pressão hidrostática.
- ❖ Duração: Duas aulas de 50 minutos cada
- ❖ Objetivo: Apresentar os conceitos básicos da hidrostática, estabelecendo a base teórica para as etapas seguintes.
- ❖ Atividades:
 - ✓ Apresentação teórica dos conceitos utilizando vídeos, slides e explicações interativas.
 - ✓ Discussão inicial para sondagem das ideias prévias e diálogo sobre experiências cotidianas relacionadas à hidrostática.
- ❖ Recursos: Slides, quadro branco, perguntas norteadoras.

Terceira Etapa: Continuação aos Conceitos de Hidrostática

- ❖ Conteúdos: Empuxo
- ❖ Duração: Uma aula de 50 minutos
- ❖ Objetivo: Apresentar os conceitos de empuxo, estabelecendo a base teórica para as etapas seguintes.
- ❖ Atividades:
 - ✓ Apresentação teórica dos conceitos utilizando vídeos, slides e explicações interativas.

- ✓ Discussão inicial para sondagem das ideias prévias e diálogo sobre experiências cotidianas relacionadas à hidrostática.
- ❖ Recursos: Slides, quadro branco, perguntas norteadoras.

Quarta Etapa: aplicação de questionário avaliativo

- ❖ Conteúdos: Avaliação
- ❖ Duração: Uma aula de 50 minutos cada
- ❖ Objetivo: Avaliar os conhecimentos adquiridos e promover reflexão sobre o processo de aprendizagem a partir da aula dialogada
- ❖ Atividades:
 - ✓ Aplicação de teste avaliativo com questões objetivas sobre densidade, empuxo e pressão.
- ❖ Recursos: Questionário impresso, papel e caneta.

Quinta Etapa: Realização dos experimentos de demonstração

- ❖ Conteúdos: Densidade, pressão hidrostática, pressão atmosférica, empuxo
- ❖ Duração: Duas aulas de 50 minutos cada
- ❖ Objetivo: Compreender e visualizar os fenômenos físicos associados à densidade, à pressão hidrostática, à pressão atmosférica e ao empuxo, por meio da realização de experimentos simples
- ❖ Atividades:
 - ✓ Realização das atividades experimentais com base nos roteiros desenvolvidos.
- ❖ Recursos: Roteiros de experimentos, Mel, água, óleo, feijão, moeda, tampa de garrafa, garrafa pet, água, prego, recipiente transparente, objeto metálico (porca, prego)

Sexta Etapa: Complementação com Experiências Virtuais (Experimento 2)

- ❖ Conteúdos: Densidade
- ❖ Duração: Uma aula de 50 minutos cada

- ❖ Objetivo: Apresentar o simulador PhET, permitindo que os alunos manipulem variáveis e observem efeitos do conceito de densidade.
- ❖ Atividades:
 - ✓ Exploração do simulador.
 - ✓ Realização das experiências virtuais propostas.
 - ✓ Observação e análise do comportamento dos objetos.
 - ✓ Reflexão sobre densidade e flutuação.
- ❖ Recursos: Computadores ou dispositivos móveis com acesso à internet, roteiro experimental.

Sétima Etapa: aplicação de questionário avaliativo pós-experimentos

- ❖ Conteúdos: Avaliação
- ❖ Duração: Uma aula de 50 minutos
- ❖ Objetivo: Avaliar os conhecimentos adquiridos e promover reflexão sobre o processo de aprendizagem.
- ❖ Atividades:
 - ✓ Aplicação de teste avaliativo com questões objetivas sobre densidade, empuxo e pressão.
- ❖ Recursos: Questionário impresso, papel e caneta.

Oitava Etapa: Elaboração do mapa mentais finais e da Eficácia da Sequência Didática

- ❖ Conteúdos: Avaliação
- ❖ Duração: Uma aula de 50 minutos
- ❖ Objetivo: Avaliar os conhecimentos adquiridos e promover reflexão sobre o processo de aprendizagem.
- ❖ Atividades:
 - ✓ Construção do mapa mental final e Aplicação da avaliação da sequência didática.
- ❖ Recursos: Questionário impresso, papel e caneta.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta de ensino da Hidrostática, estruturada por meio de recursos interativos e experimentais, revela-se uma estratégia promissora para engajar os estudantes e aprofundar a compreensão dos conceitos essenciais da disciplina. Embora sua aplicação prática esteja prevista para etapas futuras, os fundamentos teóricos e metodológicos delineados indicam um potencial significativo para estimular a observação crítica e a reflexão, habilidades fundamentais para a formação de estudantes autônomos e preparados para enfrentar desafios do mundo real.

Destaca-se também a importância da contextualização no ensino de Física, ou seja, a articulação dos conteúdos com situações reais vivenciadas pelos alunos. Essa conexão favorece a compreensão dos conceitos e evidencia sua aplicabilidade, tornando o processo de aprendizagem mais significativo e motivador.

Espera-se que a implementação desta sequência didática contribua para a melhoria do desempenho acadêmico e para o aumento do interesse dos estudantes pela disciplina, especialmente ao incorporar metodologias ativas, como experimentação e simulação, que propiciam um ambiente de aprendizagem dinâmico e inclusivo.

Para alcançar esses resultados, é imprescindível que os professores sejam incentivados a adotar tais práticas pedagógicas, promovendo um ensino inovador, prático e alinhado às experiências dos estudantes.

Finalmente, acredita-se que este trabalho possa servir como referência para a reconfiguração das práticas pedagógicas no ensino de Física, bem como para a adoção de metodologias similares em outras áreas do conhecimento, contribuindo para uma experiência educacional mais envolvente e transformadora.

4 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Mauro; ABIB, Maria. **Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176–194, 2003.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: Ministério da Educação, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 26 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais.** Brasília: MEC, 1997. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2024.

CID, Alberto Silva; PIZZI, Márcio; LACERDA, Thiago Corrêa; OLIVEIRA, Erichardson Tarocco de. **Proposta de sequência didática para hidrostática: aprendizagem ativa em destaque no ensino de Física.** *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 38, n. 1, p. 422–445, 2021. DOI: 10.5007/2175-7941.2021.e73263. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/73263>. Acesso em: 26 abr. 2024.

CRUZ OLIVEIRA, I. da. **Ensino de hidrostática em sala de aula e a utilização da experimentação na aprendizagem.** *Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc Joaçaba*, Joaçaba, v. 6, p. e27394, 2021. Disponível em: <https://periodicos.unoesc.edu.br/apeuj/article/view/27394>. Acesso em: 26 abr. 2024.

GASPAR, Alberto; MONTEIRO, Isabel. **Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da Teoria de Vygotsky.** *Investigações no Ensino de Física*, Porto Alegre, v. 10, n. 2, 2005. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n2/v10_n2_a5.htm. Acesso em: 12 jan. 2026.

UNIVERSIDADE DO COLORADO BOULDER. **PhET Interactive Simulations.** Boulder: University of Colorado, [s.d.]. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/. Acesso em: 26 abr. 2024.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem.** São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária (EPU), 1978.

5. APÊNDICES

APÊNDICE A – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

INSTRUMENTO 1 – ROTEIRO PARA MAPA MENTAL (PRÉ E PÓS)

Objetivo: diagnosticar conhecimentos prévios e ganhos conceituais ao final da sequência.

Instruções ao/à participante: “Faça um mapa mental com a palavra Hidrostática”

Use setas/palavras-chave; exemplos são bem-vindos.”

APÊNDICE B – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

INSTRUMENTO 2 – QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO (PRÉ-TESTE)

Tempo estimado: 20 minutos. Marque apenas UMA alternativa por questão.

- 1) Em um copo com mel, água e óleo, a ordem de baixo para cima é:
a) óleo, água, mel b) água, mel, óleo c) mel, água, óleo d) mel, óleo, água
- 2) Um objeto flutua quando:
a) seu peso é maior que o empuxo b) sua densidade é maior que a do líquido
c) sua densidade é menor que a do líquido d) o empuxo é nulo
- 3) O empuxo é uma força:
a) horizontal, igual ao peso do corpo
b) vertical para cima, igual ao peso do fluido deslocado
c) vertical para baixo, igual ao peso do corpo
d) nula em equilíbrio
- 4) A pressão em um líquido em repouso:
a) independe da profundidade b) aumenta com a profundidade
c) depende da forma do recipiente d) é maior na superfície
- 5) Um bloco completamente submerso e em equilíbrio indica que:
a) densidade do bloco < densidade do líquido
b) densidade do bloco $\approx$ densidade do líquido
c) densidade do bloco > densidade do líquido
d) não há empuxo
- 6) No experimento da garrafa com dois furos, a tampa fechada faz com que:
a) só haja escoamento pelo furo inferior
b) saiam jatos iguais em ambos
c) nenhum jato saia
d) apenas o superior funcione

7) Um barco de aço flutua principalmente porque:

- a) a água “puxa” o barco para cima
- b) o conjunto (barco + ar interno) tem densidade média menor que a da água
- c) o aço tem densidade menor que a água
- d) não sofre empuxo

8) Se um corpo parece mais leve ao ser mergulhado, isso ocorre porque:

- a) o empuxo reduz o peso aparente
- b) a gravidade diminui na água
- c) a massa diminui
- d) a densidade do corpo aumenta

9) (Aberta) Explique, com suas palavras, por que o gelo boia na água.

APÊNDECE C – AVALIAÇÃO PÓS-TESTE

INSTRUMENTO 3 – QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE

Tempo estimado: 20 minutos. Marque apenas UMA alternativa por questão.

1) No simulador, o bloco que afunda totalmente tem:

- a) densidade menor b) densidade maior que a do líquido
- c) mesma densidade d) massa menor

2) O valor do empuxo depende diretamente de:

- a) massa do corpo b) volume de fluido deslocado
- c) formato do corpo d) pressão atmosférica apenas

3) A pressão hidrostática é dada por:

- a) $P = \rho \cdot g \cdot v$ b) $P = \rho \cdot g \cdot h$ c) $P = m \cdot g$ d) $P = \rho \cdot h \cdot 4$

3) Em camadas de mel-água-óleo, um feijão parou entre a água e o mel. Isso indica que sua densidade é:

- a) menor que a do óleo b) maior que a do mel
- c) entre a da água e a do mel d) igual à do óleo

4) Abrir a tampa na garrafa fez sair água pelo furo superior porque:

- a) diminuiu a gravidade b) o ar entrou e igualou a pressão interna à atmosférica
- c) aumentou a densidade da água d) criou vácuo

6) Se o empuxo excede o peso do corpo, o movimento tende a:

- a) subir b) permanecer parado
- c) afundar d) comprimir o líquido

7) Para um mesmo líquido, o que não altera a pressão em um ponto?

- a) profundidade b) forma do recipiente
- c) densidade d) g

8) (Aberta) Relacione empuxo e peso aparente no experimento do objeto submerso.

9) (Aberta) Descreva duas aplicações tecnológicas dos conceitos estudados.

