

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ANDRÉ LUIZ SILVEIRA

**CONCEITOS DE DENSIDADE E PRESSÃO HIDROSTÁTICA: UMA ABORDAGEM
PARA O ENSINO MÉDIO**

MEDIANEIRA - PR

2021

ANDRÉ LUIZ SILVEIRA

**CONCEITOS DE DENSIDADE E PRESSÃO HIDROSTÁTICA: UMA ABORDAGEM
PARA O ENSINO MÉDIO**

Concept of Density and Hydrostatic Pressure: an Approach to High School

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Química, do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Oldair Donizeti Leite

Coorientador: Prof. Dr. Paulo R. S. Bittencourt

MEDIANEIRA - PR

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho licenciado para fins não comerciais, com crédito atribuído ao autor. Os usuários não têm que licenciar os trabalhos derivados sob os mesmos termos estabelecidos pelo autor do trabalho original.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Medianeira**



ANDRE LUIZ SILVEIRA

CONCEITOS DE DENSIDADE E PRESSÃO HIDROSTÁTICA: UMA ABORDAGEM PARA O ENSINO MÉDIO

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Química.

Data de aprovação: 29 de Julho de 2021

Prof Oldair Donizeti Leite, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Daniel Walker Tondo, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Erivanildo Lopes Da Silva, Doutorado - Universidade Federal de Sergipe (Ufs)

Prof Paulo Rodrigo Stival Bittencourt, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 29/07/2021.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho:

Aos meus pais, Valdir e Edna.

A minha esposa Paula.

Aos meus filhos Isabela e Vicente.

Pessoas que fazem meu caminhar feliz.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo sustento, conforto e cuidado com que dirige o meu caminhar.

Aos meus pais Valdir e Edna, pelo apoio, orientação e encorajamento desde os meus primeiros passos.

A minha esposa Paula e filhos Isabela e Vicente, pela paciência, compreensão e incentivo durante a jornada para conclusão deste mestrado.

Ao meu orientador professor Doutor Oldair Donizeti Leite pelas orientações no decorrer de toda a pesquisa.

Ao meu Coorientador professor Doutor Paulo R. S. Bittencourt pelo direcionamento decisivo na escolha e desenvolvimento do produto educacional.

Aos professores e colegas do curso de Mestrado Profissional de Química em Rede Nacional – PROFQUI, da UTFPR, Campus Medianeira.

Ao Colégio Educação Ativa, Ensino Fundamental e Médio, direção, equipe pedagógica e funcionários pela disponibilização da estrutura escolar, tempo e empenho para a execução da pesquisa.

Aos alunos da primeira série do ensino médio do Colégio Ativa pelo carinho e disposição em participar do projeto.

Enfim, sou grato a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização desta dissertação.

EPÍGRAFE

"Um professor sempre afeta a eternidade. Ele nunca saberá onde sua influência termina." (HENRY ADAMS)

RESUMO

O ensino de química no Brasil começou a ser estabelecido no país apenas no século XIX, infelizmente as metodologias de ensino ainda são tradicionalmente enraizadas em uma grade curricular extensa, em que as ciências são aplicadas através de métodos de ensino tradicionais dificultando a aprendizagem do aluno. Dessa forma, as atividades investigativas podem ser utilizadas como proposta de ensino em química, para que o aluno se torne sujeito ativo nesse processo, através da investigação, experimentação, diálogo, imaginação e criticidade, para uma aprendizagem significativa. Essa pesquisa, trata-se de uma proposta de sequência didática, com a elaboração de um produto educacional, um Conjunto Experimental para abordar conteúdos de densidade, pressão hidrostática, pressão atmosférica e aceleração gravitacional, a serem aplicados na educação básica, Ensino Médio. A sequência didática apresentada nessa pesquisa, como uma proposta para professores da educação básica, foi aplicada no primeiro ano do Ensino Médio, em um colégio da rede privada de ensino em São Miguel do Iguazu-PR. A sequência didática com a utilização de um produto experimental pode contribuir para uma nova metodologia de ensino a partir de atividade investigativa oportunizando aos alunos uma aprendizagem significativa. Será apresentado um referencial bibliográfico fundamental para a compreensão sobre o ensino de química no Brasil, atividades investigativas e aprendizagem significativa na teoria de David Ausubel. Em seguida, abordaremos os principais conceitos relacionados a densidade e pressão hidrostática fundamentais para a compreensão acerca dos conteúdos abordados na elaboração do Produto Educacional. Por fim, será apresentado o percurso metodológico utilizado para a elaboração do produto Conjunto Experimental e a proposta de sequência didática aplicada no ensino médio. Observou-se na realização da pesquisa e aplicação do produto que quando os alunos se remetem a um conceito de química e física já fazem relação com fórmulas, sem compreensão do real processo daquela teoria e de seus resultados, com isso, a partir da aplicação do Conjunto Experimental, os alunos puderam fazer uma nova assimilação desses conteúdos e desenvolver uma aprendizagem sob uma ótica diferente, através de uma proposta de ensino experimental, investigativo que permitiu uma aprendizagem efetiva dos conteúdos abordados.

Palavras-chave: atividades investigativas; densidade; hidrostática; produto educacional; sequência didática.

ABSTRACT

Chemistry teaching in Brazil began to be established in the country only in the nineteenth century, unfortunately teaching methodologies are still traditionally rooted in an extensive curriculum, in which science is applied through traditional teaching methods, making student learning difficult. Thus, investigative activities can be used as a teaching proposal in chemistry, so that the student becomes an active subject in this process, through investigation, experimentation, dialogue, imagination and criticality, for a meaningful learning. This research, it is a proposal of didactic sequence, with the elaboration of an educational product, an Experimental Set to address contents of density, hydrostatic pressure, atmospheric pressure and gravitational acceleration, to be applied in basic education, high school. The didactic sequence presented in this research, as a proposal for basic education teachers, was applied in the first year of high school, in a private school in São Miguel do Iguçu-PR. The didactic sequence using an experimental product can contribute to a new teaching methodology based on investigative activity to provide students with meaningful learning. It will be presented a fundamental bibliographic reference for understanding the teaching of chemistry in Brazil, investigative activities and meaningful learning in David Ausubel's theory. Then, we will approach the main concepts related to density and hydrostatic pressure, which are fundamental for understanding the contents covered in the elaboration of the Educational Product. Finally, the methodological approach used to prepare the Experimental Set product and the proposed didactic sequence applied in high school will be presented. It was observed during the research and application of the product that when students refer to a concept of chemistry and physics, they are already related to formulas, without understanding the real process of that theory and its results, therefore, from the application of the Experimental set, students were able to make a new assimilation of these contents and develop learning under a different perspective, through a proposal of experimental, investigative teaching that allowed an effective learning of the contents covered.

Keywords: investigative activities; density; hydrostatics; educational product; following teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Teoria da Assimilação de Ausubel	29
Figura 2: Demonstração da Lei de Stevin	33
Figura 3: Teorema de Stevin	33
Figura 4: Manômetro de tubo aberto	34
Figura 5: Vasos comunicantes	34
Figura 6: Princípio de Arquimedes	35
Figura 7: Princípio de Pascal.....	36
Figura 8: Prensa Hidráulica	36
Figura 9: Experimento Barômetro de Torricelli	39
Figura 10: Experimento de Torricelli.....	40
Figura 11: Variação da massa volúmica da água de acordo com a temperatura	41
Figura 12: a) força de corpo e b) forças de superfície	42
Figura 13: Pressão e Força Hidrostática exercidas no fundo horizontal e nas paredes verticais de um tanque aberto	43
Figura 14: Barreiras de contenção	46
Figura 15: Conjunto experimental.....	47
Figura 16: Tubos em U antes de acionado o compressor	48
Figura 17: Tubos em U após acionado o compressor	48
Figura 18: Base do Conjunto Experimental	50
Figura 19: Chapas de MDF para fixação dos tubos em “U”	51
Figura 20: Parte superior do Conjunto Experimental.....	51
Figura 21: Aspecto geral do Conjunto Experimental	51
Figura 22: Junção entre tubo de vidro e curva de cobre com vedação de resina epóxi	52
Figura 23: Primeiro protótipo do produto educacional	53
Figura 24: Fixação do tubo em “U” na base de MDF.....	53
Figura 25: Acoplagem das mangueiras aos tubos em “U”	54
Figura 26: Adaptadores de mangueira fixados na tampa do recipiente de vidro	54
Figura 27: Conexão do compressor ao tubo de vidro pelo registro de esfera	55
Figura 28: Acionamento do compressor.....	55
Figura 29: Distribuição do ar em cada tubo	56

Figura 30: Variações nas alturas das colunas dos líquidos	56
Figura 31: Variação na coluna de clorofórmio em relação à coluna de água	57
Figura 32: Variação na de coluna de hexano em relação à coluna de água	58
Figura 33: Variação na coluna de etanol em relação à coluna de água	58
Figura 34: Aula expositiva	63
Figura 35: Apresentação do Conjunto Experimental aos alunos do 1º ano do Ensino Médio	64
Figura 36: Aplicação do Conjunto Experimental.....	65
Figura 37: Medição das alturas das colunas	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Materiais utilizados para elaboração do Conjunto Experimental.....	50
Tabela 2: Valores de erro percentual nas medições de densidade do clorofórmio, hexano e etanol.....	59
Tabela 3: Variação de altura das colunas dos líquidos.....	66
Tabela 4: Valores de erro percentual nas medições de densidade do álcool absoluto e glicerina.....	67

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1	37
Equação 2	38
Equação 3	38
Equação 4	38
Equação 5	38
Equação 6	39
Equação 7	39
Equação 8	41
Equação 9	42
Equação 10	49

LISTA DE SIGLAS

ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MDF	Placa de Fibra de Média Densidade
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNE	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PE	Produto Educacional
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3 O ENSINO DE QUÍMICA	18
3.1 O ENSINO DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO DO BRASIL.....	18
3.2 ATIVIDADES INVESTIGATIVAS.....	22
3.3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	26
4 DENSIDADE E PRESSÃO HIDROSTÁTICA	32
4.1 HIDROSTÁTICA NA LEI DE STEVIN, PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES E PRINCÍPIO DE PASCAL	32
4.2 DENSIDADE	37
4.3 PRESSÃO	38
4.3.1 <i>Pressão Atmosférica</i>	39
4.4 MASSA.....	40
4.5 FORÇA E GRAVIDADE NO AMBIENTE HIDROSTÁTICO.....	42
5 PRODUTO EDUCACIONAL	44
5.1 PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	45
5.1.1 <i>Metodologia da Sequência Didática a ser aplicada em sala de aula</i>	49
5.2 MATERIAIS E MONTAGEM DO CONJUNTO EXPERIMENTAL.....	50
5.2.1 <i>Materiais</i>	50
5.2.2 <i>Montagem</i>	50
5.2.3 <i>Funcionamento do aparelho</i>	55
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	57
5.3.1 <i>Resultados dos testes prévios do Produto Educacional</i>	57
5.3.2 <i>Resultados e discussões referentes à aplicação em sala de aula</i>	59
6 CONCLUSÃO	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
APÊNDICE A – Questionário Investigativo	76
APÊNDICE B – Produto Educacional	78

1 INTRODUÇÃO

O ensino de química no Brasil ocorreu de forma tardia, apenas no século XIX e diante da necessidade de promover o desenvolvimento científico e tecnológico no país. A partir da LDB Lei nº 9.394 de 1996 reformulou o currículo do ensino de química no Ensino Médio, contemplando situações reais da vida cotidiana dos alunos em sala de aula. Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 2007) propõem que o ensino de química seja aplicado aos alunos para o desenvolvimento e compreensão dos processos químicos em si, na construção do conhecimento científico relacionado às tecnologias e suas implicações no ambiente social, econômico e político.

Porém, o ensino de química no Brasil em instituições públicas enfrenta escassos investimentos, espaços físicos precários, poucas ferramentas disponíveis, desmotivação de alunos e professores, altos índices de desistência dos alunos e outros fatores que têm se tornado comum no dia a dia das escolas brasileiras, refletindo-se em avaliações internacionais, como constatado pelo Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA, 2018) em que o Brasil ficou em último lugar na América do Sul, empatado com o Peru.

Nesse cenário, faz-se necessário a adoção de novas práticas de ensino de química, que possibilitem que os alunos participem ativamente do processo de aprendizagem. Para isso, esse estudo propõe as atividades investigativas como uma metodologia no ensino de química em que o aluno se torna peça central no processo de ensino e aprendizagem onde ele aprenderá a partir de pesquisas, diálogos, criticidade, criatividade, motivação, investigação e reflexão.

As atividades investigativas possibilitam aos alunos vivenciar discussões e compreender os conhecimentos científicos estruturados por grandes autores de gerações anteriores. É importante destacar que através das atividades investigativas “(...) estudantes e professores têm a oportunidade de elaborar o conhecimento científico, de modo que os professores não são os únicos detentores de conhecimento e os estudantes deixam de ser passivos em suas aprendizagens” (ARAÚJO, 2016).

É preciso proporcionar ao educando uma atmosfera de estudo que propicie o desenvolvimento de um espírito investigativo, motivador da busca pelo conhecimento e uma aprendizagem significativa.

A disposição em aprender ocorre quando o aluno acessa seus conhecimentos prévios e os utiliza como ferramenta, dando sentido à integração de novos conteúdos. A aprendizagem significativa está na vinculação substancial das novas ideias e conceitos com a bagagem cognitiva do indivíduo (AUSUBEL, 1973)

Tradicionalmente, em química, se calcula a densidade pela relação massa/volume de uma substância e as práticas de laboratório se limitam a medições para validar aquilo que já foi estudado previamente em sala de aula. O laboratório se torna então, uma extensão do ensino tradicional onde não há uma real aproximação do ambiente científico.

Ao relacionar densidade e pressão hidrostática dentro de um projeto comum, as possibilidades de observação, análise e argumentação entre alunos e professor podem aumentar significativamente, contribuindo assim para a exploração de ideias e o aprimoramento do debate.

O dispositivo proposto auxiliará na observação de aspectos fenomenológicos, abrindo aos alunos caminho para análises, discussões, medições e cálculos da densidade de líquidos diferentes, imiscíveis ou não, desviando da abordagem tradicional da química, ao utilizar conceitos que estão hoje, apenas na grade curricular de física.

Os Produtos Educacionais de baixo custo e fácil construção, possibilitam aos alunos aferir medidas, obter dados, comparar resultados e tomar decisões são de suma importância (LIMA, 2004).

Na busca de um envolvimento maior do aluno, a experimentação torna-se uma ferramenta valiosa no processo ensino-aprendizagem. A produção do conhecimento científico e sua organização acontecem preferencialmente por intermédio da investigação (GIORDAN, 2003).

Diante disso, esse estudo apresenta a proposição de um dispositivo que auxilie no desenvolvimento de uma sequência didática, utilizando técnicas investigativas tão importantes dentro do ambiente científico. Para isso, serão apresentados conceitos essenciais para esta pesquisa que abordam sobre o ensino de química no Brasil, atividades investigativas e aprendizagem significativa. Serão abordados também

conceitos fundamentais para compreensão sobre densidade e pressão hidrostática, conhecimentos que embasam a elaboração do Produto Educacional proposto nesse estudo. Será apresentado por fim, a metodologia utilizada na elaboração de uma proposta de sequência didática para a construção de um produto educacional aplicado no primeiro ano do Ensino Médio em uma escola da rede privada, contemplando uma proposta de atividade investigativa que possibilitou a aprendizagem significativa dos alunos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Desenvolver, construir e aplicar um produto educacional que possibilite relacionar conceitos físico-químicos dentro de um projeto para a educação básica, fundamentado na Lei de Stevin.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as dificuldades dos alunos em relacionar conceitos físico-químicos comumente abordados de forma isolada na educação básica;
- Propor uma nova aproximação da propriedade densidade presente na grade curricular de química utilizando a atividade investigativa para estimular os alunos no processo de aprendizagem.
- Abordar e discutir os conceitos físico-químicos ambientando estes em situações comuns do cotidiano do aluno.
- Construir um protótipo para realizar a experimentação embasada na Lei de Stevin em sala de aula;
- Desenvolver um manual de construção e operação do Conjunto experimental;

3 O ENSINO DE QUÍMICA

O ensino de química no Brasil atualmente, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018), está na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, que integra Biologia, Química e Física e pretende ampliar e sistematizar os conhecimentos adquiridos até o 9º ano do Ensino Fundamental.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM, 2000) apresenta a química como um importante conhecimento para o desenvolvimento científico-tecnológico, com alcance político, econômico e social. A química está presente em diferentes espaços da sociedade. “A tradição cultural difunde saberes, fundamentados em um ponto de vista químico, científico, ou baseados em crenças populares” (PCNEM, 2000, p. 30). O PCNEM (2000) apresenta que o ensino de química no Brasil ainda é distante da realidade dos alunos e dos professores.

Diante disso, é importante compreender como o processo de aprendizagem significativa torna-se importante no ensino de química no Ensino Médio no Brasil, como um meio de promover mudanças significativas no processo de ensino e aprendizagem de ciências, tão relevante para o desenvolvimento integral do sujeito.

3.1 O ENSINO DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO DO BRASIL

O ensino brasileiro demorou para institucionalizar as ciências, foi um processo longo e difícil no Brasil. A ciência começou a ser estabelecida no país apenas no século XIX, pois o desenvolvimento científico e tecnológico estava condicionado ao avanço do ensino de ciências no Brasil. Fatores econômicos e políticos e a falta de interesse dos portugueses pelo avanço tecnológico e científico que ocorria na Europa nesse período, fizeram com que o desenvolvimento científico no Brasil fosse quase nulo (PORTO; KRUGER, 2013).

No século XIX com a criação das primeiras indústrias, abertura de portos, criação do curso de Engenharia e da Academia Real Militar o ensino de química passou a fazer parte do currículo desse curso. Em 1812 com o início da exploração do ferro foi criado o Gabinete de Química e o Laboratório de Química Aplicada no Rio de Janeiro. Durante o governo de Dom Pedro II as ciências e tecnologias passaram a ser incentivadas, além do avanço indústria. Até esse período o ensino de ciências

ainda era desprivilegiado, voltado apenas para profissionalização (PORTO; KRUGER, 2013).

Dom Pedro II trouxe inúmeros avanços para o ensino de química e outras ciências ao Brasil, deixando uma biblioteca imensa e preciosa para o país (OLIVEIRA; CARVALHO, 2011). Mas foi no Brasil República que o ensino de química se intensificou, a primeira escola destinada à formação de profissionais de química para trabalhar na indústria foi o Instituto de Química do Rio de Janeiro, no século XX. “No Ensino Secundário brasileiro, a Química começou a ser ministrada como disciplina regular somente a partir de 1931, com a reforma educacional Francisco Campos” (PORTO; KRUGER, 2013, p. 4).

O ensino de química nesse período tinha o objetivo de ensinar conhecimentos específicos aos alunos e despertar neles o interesse pela ciência e o seu uso no cotidiano (PORTO; KRUGER, 2013).

Com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB nº 5.692 de 1971) foi criado o ensino médio profissionalizante, em que a disciplina de química tinha caráter técnico-científico. Até os anos de 1980 o ensino médio no país era regido em duas modalidades, humanístico-científica e técnica, as modalidades foram extintas no final do século XX (PORTO; KRUGER, 2013).

De acordo com Adorni e Silva (2019) com a LDB nº 9.394/1996 o ensino de química no currículo do ensino médio passou a ser reformulado em uma concepção de contextualização, em que situações cotidianas reais, que fazem parte da realidade do aluno pudessem ser levadas para a sala de aula.

Um Ensino Médio significativo exige que a Química assuma seu verdadeiro valor cultural enquanto instrumento fundamental numa educação humana de qualidade, constituindo-se num meio coadjuvante no conhecimento do universo, na interpretação do mundo e na responsabilidade ativa da realidade em que se vive. Com esta visão, em 2002, foram divulgados os PCN+ (Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais) direcionados aos professores e aos gestores de escolas. Estes documentos apresentam diretrizes mais específicas sobre como utilizar os conteúdos estruturadores do currículo escolar, objetivando o aprofundamento das propostas dos PCNEM (BRASIL, 2002, apud PORTO; KRUGER, 2013, p. 5).

As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM+) (BRASIL, 2007) nas áreas de ciências da natureza, matemática e suas tecnologias, apresenta o ensino de química a partir de

uma nova proposta, deixando a ênfase na memorização de fórmulas, informações e conhecimentos fragmentados para que o aluno aprenda de maneira integral e significativa “(...)as transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos, encontrados na atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera, e suas relações com os sistemas produtivo, industrial e agrícola” (BRASIL, 2007, p. 87).

Os conhecimentos de química devem ser aplicados aos alunos de forma a desenvolver a compreensão dos processos químicos em si bem como na construção de um conhecimento científico relacionado a aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas (BRASIL, 2007, p. 87).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 2000, p. 35) aponta que:

Na escola, de modo geral, o indivíduo interage com um conhecimento essencialmente acadêmico, principalmente através da transmissão de informações, supondo que o estudante, memorizando-as passivamente, adquira o “conhecimento acumulado”. A promoção do conhecimento químico em escala mundial, nestes últimos quarenta anos, incorporou novas abordagens, objetivando a formação de futuros cientistas, de cidadãos mais conscientes e também o desenvolvimento de conhecimentos aplicáveis ao sistema produtivo, industrial e agrícola. Apesar disso, no Brasil, a abordagem da Química escolar continua praticamente a mesma. Embora às vezes “maquiada” com uma aparência de modernidade, a essência permanece a mesma, priorizando-se as informações desligadas da realidade vivida pelos alunos e pelos professores.

O documento ressalta que o ensino de química no Brasil prioriza propriedades periódicas, como eletronegatividade, raio atômico, ionização, entre outros conteúdos que sobressaem os próprios elementos químicos, como ocorrência, propriedades, aplicações e as relações entre tais assuntos (BRASIL, 2000). Um exemplo de como tais correlações podem ser explicadas: no caso do enxofre elementar, a distribuição no globo terrestre parte de uma linha determinada pelas regiões vulcânicas, “sua obtenção se baseia no seu relativamente baixo ponto de fusão e suas propriedades químicas o tornam material imprescindível para a indústria química” (BRASIL, 2000, p. 30). Ainda que importantes tais propriedades são pouco lembradas no ensino de química no contexto escolar.

O objetivo do ensino de química no Ensino Médio é permitir que os alunos possam compreender as transformações químicas que ocorrem no mundo físico, de maneira ampla, dessa forma, possam julgar com fundamentos científicos as

informações recebidas da tradição cultural, da mídia e da escola, para que possam tomar decisões com autonomia, enquanto cidadãos ativos no processo de aprendizagem (BRASIL, 2003).

Nos PCNEM+ (BRASIL, 2007) ressalta-se que:

A proposta de organização dos conteúdos apresentada a seguir leva em consideração duas perspectivas para o ensino de Química presentes nos PCNEM: a que considera a vivência individual dos alunos – seus conhecimentos escolares, suas histórias pessoais, tradições culturais, relação com os fatos e fenômenos do cotidiano e informações veiculadas pela mídia; e a que considera a sociedade em sua interação com o mundo, evidenciando como os saberes científico e tecnológico vêm interferindo na produção, na cultura e no ambiente (BRASIL, 2007, p. 93).

A ligação superficial dos conteúdos com situações cotidianas deve dar lugar a situações problemáticas reais e buscar o conhecimento necessário para compreendê-las e solucioná-las (BRASIL, 2007).

O documento também apresenta temas estruturadores para o ensino de química. São eles: 1) Reconhecimento e caracterização das transformações químicas (abordando as seguintes unidades temáticas: transformações químicas no dia-a-dia; relações quantitativas de massa; reagentes, produtos e suas propriedades); 2) Primeiros modelos de constituição da matéria (primeiras ideias ou modelos sobre constituição da matéria; representação de transformações químicas; relações quantitativas envolvidas na transformação química); 3) Energia e transformação química (produção e consumo de energia térmica e elétrica nas transformações químicas; energia e estrutura das substâncias; produção e consumo de energia nuclear); 4) Aspectos dinâmicos das transformações químicas (controles da rapidez das transformações no dia-a-dia; estado de equilíbrio químico); 5) Química e atmosfera (composições da atmosfera; a atmosfera como fonte de recursos materiais; perturbações na atmosfera produzidas por uma ação humana; ciclos biogeoquímicos na atmosfera); 6) Química e hidrosfera (composição da hidrosfera; água e vida; hidrosfera como fonte de recursos materiais; perturbações na hidrosfera produzidas por ação humana; o ciclo da água na natureza); 7) Química e litosfera (composição da litosfera; relações entre solo e vida; a litosfera como fonte de recursos materiais; perturbações na litosfera; ciclos biogeoquímicos e suas relações com a litosfera); 8) Química e biosfera (química e vida; os seres vivos como fonte de alimentos e outros produtos; os materiais fósseis e seus usos; perturbações na biosfera; ciclos

biogeoquímicos e suas relações com a biosfera); 9) Modelos quânticos e propriedades químicas (radiações e modelos quânticos de átomo; modelagem quântica, ligações químicas e propriedades dos materiais; constituição nuclear e propriedades físico-químicas) (BRASIL, 2007).

Os elementos apresentados nos nove temas propostos são dados de maneira gradual, se dá em níveis de complexidade, que precisam ser propostos no planejamento pedagógico de cada instituição de acordo com cada série do Ensino Médio. Além disso, tais temas, conteúdos e habilidades fazem parte do processo de ensino e aprendizagem para formação dos alunos e de suas competências (BRASIL, 2007).

Ainda que os documentos trazem instruções para um ensino de química em que o aluno é um sujeito ativo do processo de aprendizagem e os conteúdos fazem parte de situações reais em que os sujeitos estão inseridos. O ensino de química desenvolvido no Brasil ainda insiste em uma metodologia tradicional, ligado a práticas de memorização de fórmulas, símbolos e leis, os conteúdos são transmitidos desvinculados da realidade dos alunos (LEITE; LIMA, 2015).

Leite e Lima (2015) apontam também que tais métodos de ensino levam os alunos a observarem o ensino de química como difícil de ser aprendido e os conhecimentos acabam não fazendo sentido para os mesmos.

Os autores apresentam ainda que é necessário para um ensino de química significativo que os professores conheçam profundamente os conteúdos abordados, além de aliar os conhecimentos teóricos e a prática, para estimular o interesse dos alunos pela aprendizagem de química (LEITE; LIMA, 2015).

Dessa forma, é necessário que em sala de aula as práticas pedagógicas para o ensino de química valorizem os conhecimentos prévios dos alunos e levem para a sala de aula situações reais do cotidiano do aluno para promoção de uma aprendizagem significativa.

3.2 ATIVIDADES INVESTIGATIVAS

A abordagem investigativa apresenta uma série de definições e termos para o mesmo significado, em perspectivas distintas, pode estar relacionada à atividade científica, processos científicos, resolução de problemas, ensino por descobertas, entre outras (WARTHA; LEMOS, 2016). Até a segunda metade do século XIX o ensino

de ciências priorizava a matemática e a gramática, numa abordagem clássica, até que alguns cientistas europeus e americanos passaram a defender o ensino de ciências por práticas de lógica indutiva, diferente de outras disciplinas (DEBOER, 2006 apud ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

O método científico indutivo surgiu no ensino de ciências para que os estudantes pudessem observar o natural e formular conclusões a partir dessa observação. Esse foi o meio de justificar a necessidade de utilização de laboratório no ensino de ciências (CHALMERS, 2000 apud ZÔMPERO; LABURÚ, 2011). O laboratório e o ensino, através de atividades investigativas, receberam apoio de cientistas, para que a aprendizagem se desse a partir da observação dos fenômenos naturais. Ainda no século XIX,

o ensino com base em perspectivas investigativas apresentou três fases: *descoberta* ou abordagem heurística, na qual os estudantes teriam que explorar o mundo natural; a *verificação*, na qual os alunos teriam que confirmar fatos ou princípios científicos por meio da utilização do laboratório, e o *inquiry*. Neste último caso, os alunos não teriam que descobrir algo, mas por meio da utilização de método científico, os estudantes teriam que procurar soluções para questões que eles não sabiam a resposta (DEBOER, 2006 apud ZÔMPERO; LABURU, 2011, p. 71).

Nesse período, pesquisadores educacionais utilizavam os termos descoberta e resolução de problemas. A descoberta está mais ligada a experiência do dia a dia, acaba sendo misteriosa e intuitiva, por outro lado, a resolução de problema é uma questão que está sem resposta, por isso, é mais utilizada para conceituar a abordagem investigativa ou ensino por investigação (AULLS; SHORE, 2008 apud WARTHA; LEMOS, 2016).

A abordagem investigativa é relacionada à atividade científica por Schwartz e Crawford (2006 apud WARTHA; LEMOS, 2016, p. 8):

(...) à semelhança do que acontece em uma comunidade científica, durante o desenvolvimento de atividades de investigação, os estudantes têm oportunidade de negociar e a negociação na sala de aula durante uma atividade investigativa envolve a argumentação, a comunicação dos resultados, a troca de exemplos e a aceitação pelo grupo das ideias e modelos explicativos mais coerentes do ponto de vista científico. Tal processo permite desenvolver nos estudantes a compreensão de como se processa a construção do conhecimento científico em uma comunidade científica.

Quando os alunos se envolvem na atividade investigativa podem reconhecer problemas e utilizar métodos pessoais, coerentes com procedimentos científicos, para

resolver problemas, planejam experiências que permitem verificar uma hipótese, utilizam a observação e desenvolvem criticidade (PÉREZ, 1993 apud WARTHA; LEMOS, 2016).

A atividade investigativa permite que o aluno seja colocado em situações que irão exigir dele mais do que apenas decorar fórmulas. Ele será estimulado a refletir, se comunicar, questionar, investigar, buscar respostas, formular hipóteses, etc. (BORGES, 2002).

Newman et al. (2004 apud WARTHA; LEMOS, 2016) apresentam que as atividades investigativas envolvem a utilização de evidência, lógica e imaginação na elaboração das explicações sobre o mundo natural, quando os alunos se envolvem nas atividades eles descrevem objetos e eventos, questionam, constroem explicações e as expõem aos colegas de maneira participativa. Zômpero e Laburú (2011, p. 75) ressaltam,

Um aspecto relevante que pode ser observado é a necessidade de que as atividades investigativas proporcionem aos estudantes o contato com as novas informações. Nas atividades investigativas, é necessária a comunicação das novas informações obtidas pelos alunos. Essa divulgação dos resultados poderá ser realizada por meio da oralidade ou da escrita.

Em sala de aula professores e alunos compartilham a responsabilidade de aprender e auxiliar uns aos outros na construção do conhecimento. O docente não é o único que fornece conhecimento nas atividades investigativas e os alunos deixam de ser apenas aqueles que recebem informação, o ensino e aprendizagem numa abordagem investigativa requer a participação ativa dos sujeitos envolvidos nesse processo (MAUÉS; CASTRO, 2006 apud BRASIL, 2018).

Quando o aluno é incentivado a buscar respostas para as teorias científicas eles são estimulados a pesquisar e aprender de forma democrática, para que toda aprendizagem faça sentido a eles, a interação entre professor e aluno é essencial nesse processo. As atividades investigativas são fundamentais no processo de aprendizagem de ciências, podem ser realizadas desde as séries iniciais, o aluno sente-se mais atraído pela aprendizagem que lhe é demonstrada em sala de aula, isso é muito importante em uma aprendizagem significativa na disciplina de ciências.

Brasil (2018) explica as principais características das atividades investigativas com base nos estudos de Spronken-Smith et al. (2017 apud BRASIL, 2018, p. 27) são elas: aprendizagens orientadas através de questões ou problemas; baseadas em um

processo de busca e construção de novos conhecimentos; ensino centrado na aprendizagem em que o professor torna-se um facilitador; alunos assumem responsabilidades sobre suas aprendizagens; os educandos desenvolvem habilidades de autorreflexão numa aprendizagem ativa.

Para o sucesso de experimento em uma atividade investigativa é importante que este esteja muito bem planejado, de acordo com os objetivos propostos pelo professor, pois ao contrário não irá facilitar a aprendizagem dos alunos e nem irá inseri-los no universo da ciência (BRASIL, 2018). Para Rosar (2018),

O papel das atividades experimentais em química é motivar, despertar o interesse e vincular o conceito químico, ao saber do aluno. Não devem ser associados, apenas ao laboratório de ciências e aparelhagem sofisticada, espaços diversos podem ser utilizados e materiais do dia a dia. Atividades rígidas com roteiro fixo, sem uma problemática vinculada, não contribuí para aprendizagem efetiva, e se torna desmotivante para os educandos. O ideal são atividades com uma problemática definida, que promova a reflexão e análise por parte dos alunos, com mediações, docente quando necessária (ROSAR, 2018, p. 21).

As atividades experimentais de cunho investigativo necessitam de um ou mais problemas para se iniciar o processo de investigação (ROSAR, 2018).

Leite (2019, p. 12) ressalta que “atividades investigativas em sala de aula proporcionam ao aluno o lugar de pesquisador, sendo o educador responsável por incentivá-lo e mediar as situações presentes na rotina educacional”. As atividades investigativas permitem manipular, comunicar e investigar, estimulando o aluno a buscar o conhecimento e efetivar a aprendizagem através da investigação.

Nas atividades investigativas os alunos têm a oportunidade de desenvolver seu pensamento, de buscar o conhecimento, de maneira ativa, participativa e inovadora. É importante destacar que “na atividade de investigação o aluno deve projetar e identificar algo interessante a ser resolvido, mas não deve dispor de procedimentos automáticos para chegar a uma solução” (OLIVEIRA, 2010, p. 150, apud LEITE, 2019, p. 12).

O professor estimula o aluno com a elaboração de métodos de ensino que envolvem a problematização, para estimular o aluno a aprender, debater, refletir, raciocinar e pesquisar.

As atividades investigativas permitem que os alunos sejam o centro do processo de ensino e aprendizagem, possibilita que eles sejam sujeitos ativos nesse

processo, para que eles desenvolvam habilidades cognitivas, raciocínio lógico e capacidade de argumentação (ZOMBERO; LABURU, 2011 apud SILVA et al., 2018).

(...) é substancial que durante o processo de ensino o professor ofereça recursos para que o estudante saia da sua zona de conforto e se posicione frente a problemas e questões que fomentem sua capacidade de busca, solução e respostas, fazendo com que, ao percorrer este caminho seu conhecimento seja construído, resultando em uma aprendizagem mais significativa (SILVA et al., 2018, p. 3).

De acordo com Moreira e Souza (2016) a prática educativa baseada em atividades investigativas e problematização dos conteúdos é uma proposta de ensino que tem como objetivo superar o abismo entre o conhecimento científico no espaço escolar e os seus processos de produção, que questiona a postura passiva de alunos e docentes no processo de ensino e aprendizagem, que é característica de um método de ensino tradicional.

As atividades investigativas podem ser aliadas dos professores para a transformação de um ensino metódico em um ensino transformador, que possibilita aos alunos uma participação ativa e efetiva em sua aprendizagem, para torná-la significativa.

3.3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Segundo a teoria proposta David Ausubel, quanto mais o indivíduo sabe, mais ele aprende. Quando Ausubel apresentou sua teoria no ano de 1963, acreditava-se que os conhecimentos já adquiridos pelos dos estudantes eram irrelevantes e que só assimilariam novos conteúdos se fossem ensinados por alguém (FERNANDES, 2011).

Nesse sentido, Ausubel pretende descrever teoricamente o processo de aprendizagem onde ela seja significativa. Segundo Ausubel, a aprendizagem significativa é um processo pelo qual os conhecimentos prévios são fatores que influenciam diretamente no aprendizado do aluno, eles devem se relacionar com um ponto expressivo do conhecimento já adquirido pelo estudante (GIANE, 2010).

Sob a luz dos estudos de Moreira (2012) identificamos que a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (1918-2008) propõe que os

conhecimentos prévios dos alunos sejam valorizados e através da interação com novos conhecimentos eles possam obter uma aprendizagem significativa. Tais ideias precisam ser relevantes, ou seja, não-arbitrária e substantiva, não-literal, que já existem na estrutura cognitiva do aprendente (MOREIRA, 2012). “A este conhecimento, especificamente relevante à nova aprendizagem, o qual pode ser, por exemplo, um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem, David Ausubel chamava de subsunçor ou ideia-âncora” (MOREIRA, 2012, p. 2).

Subsunçor é o nome dado a um conhecimento específico e relevante que existe na estrutura cognitiva do aprendiz e que permitirá que o novo conhecimento tenha significado, seja por recepção ou por descobrimento, através da interação entre eles. A ideia-âncora pode ser mais ou menos elaborada no processo significativo, porém, quando serve como base para um novo conhecimento pode adquirir novos significados, corroborando com outros já existentes (MOREIRA, 2012).

Ou seja, “subsunçor é uma estrutura específica na qual uma nova informação pode se agregar ao cérebro humano, que é altamente organizado e detentor de uma hierarquia conceitual, que armazena experiências prévias do sujeito” (AUSUBEL, 1973, p. 25, apud SILVA; SCHIRLO, 2014, p. 38).

De acordo com Pelizzari et al. (2002) a aprendizagem significativa depende de duas condições, a primeira, se refere ao interesse do educando em aprender, pois, se este quiser apenas memorizar o conteúdo de forma arbitrária e literal o que ele terá é uma aprendizagem mecânica. A segunda, diz respeito aos conteúdos que precisam ser significativos, devem ser lógica e psicologicamente significativos, lógico se refere a natureza do conteúdo e psicológico trata-se da experiência que cada indivíduo possui.

Nesse sentido, existem duas maneiras, psicologicamente distintas, de forma de aprendizagem: A aprendizagem Significativa e Aprendizagem Mecânica.

Na Aprendizagem Significativa, existe a agregação do novo conhecimento junto a estrutura cognitiva do aluno que é ancorado por um conhecimento já existente.

Na aprendizagem Mecânica o novo conhecimento é agregado de maneira arbitrária, onde o aluno muitas vezes “aprende” sem assimilar o significado do conteúdo. Muitas vezes um aluno assimila um conteúdo mecanicamente e depois de algum tempo percebe que este se relaciona com um conhecimento prévio, ocorrendo

assim, um maior esforço para poder compreendê-lo. O novo conhecimento é armazenado durante um determinado tempo, onde o aluno consegue reproduzir o que foi aprendido, porém, sem significado (MOREIRA, 2012).

Na aprendizagem significativa, como dito, o interesse do aluno e sua disposição para aprender é essencial. Essa tendência é suscetível à influência de conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva do aluno, pois quanto mais ele é dominante no campo do conhecimento, maior seu esforço em buscar novas aprendizagens. Por exemplo, quando o aluno tem bom domínio sobre o conteúdo Forças Intermoleculares, este poderá ser usado como subsunçor para outro novo conhecimento como Pontos de ebulição em compostos orgânicos.

David Ausubel (2000) propõe que o material de aprendizagem para ser significativo precisa estar relacionado de forma não-arbitral e não literal a uma estrutura cognitiva apropriada e relevante, ou seja, tal estrutura precisa conter conhecimentos relevantes para que possa interagir com o novo material a ser aprendido.

Para Moreira (1999, p. 153) “Ausubel vê o armazenamento de informações do cérebro humano como sendo organizado, formando uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados (...) a conceitos mais gerais, mais inclusivos”. Nesse sentido, a estrutura cognitiva dos sujeitos é uma estrutura hierárquica de conceitos, representadas por experiências sensoriais dos indivíduos (MOREIRA, 1999).

Ausubel apresenta três tipos de aprendizagem significativa, são elas: representacional, de conceitos e proposicional.

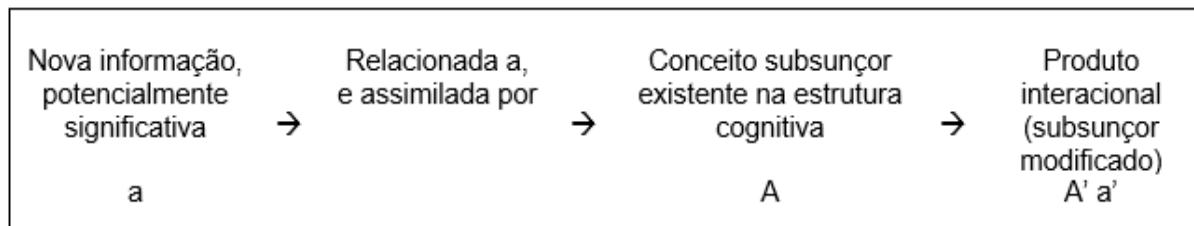
A aprendizagem representacional é o tipo mais comum, pois as demais dependem desta. Trata-se da atribuição de significados a signos específicos (palavras), ou seja, a identificação de tais símbolos e seus referentes (objetos, conceitos, eventos) (MOREIRA, 1999).

A aprendizagem de conceitos, esse tipo se assemelha ao representacional, pois os conceitos são representados por símbolos específicos, mas genéricos ou categóricos. A proposicional é uma aprendizagem de significados de ideias em forma de proposição. As palavras que são combinadas em uma sentença, para construir uma proposição que dá significado aos conceitos (MOREIRA, 1999). “A tarefa, no entanto, também não é aprender o significado dos conceitos (embora seja pré-

requisito), e, sim, o significado das ideias expressas verbalmente por meio desses conceitos sob forma de uma proposição (...)" (MOREIRA, 1999, p. 157). A aprendizagem do significado compõe uma soma dos significados das palavras ou de conceitos que contemplam a proposição.

Moreira (1999) apresenta um esquema para facilitar a compreensão acerca do processo de aquisição e organização de significados na estrutura cognitiva:

Figura 1: Teoria da Assimilação de Ausubel



Fonte: Moreira (1999, p. 157).

A teoria da assimilação proposta por Ausubel diz respeito ao processo que acontece quando um conceito (a), significativo, é assimilado a uma ideia ou conceito que já existe na estrutura cognitiva, tais conceitos se relacionam e são modificados nesta interação (MOREIRA, 1999). Pelizzari et al. (2002, p. 38) explica que:

Com esse duplo marco de referência, as proposições de Ausubel partem da consideração de que os indivíduos apresentam uma organização cognitiva interna baseada em conhecimentos de caráter conceitual, sendo que a sua complexidade depende muito mais das relações que esses conceitos estabelecem em si que do número de conceitos presentes. Entende-se que essas relações têm um caráter hierárquico, de maneira que a estrutura cognitiva é compreendida, fundamentalmente, como uma rede de conceitos organizados de modo hierárquico de acordo com o grau de abstração e de generalização.

A teoria de Ausubel propõe que a assimilação é um facilitador na retenção de conhecimento. Ele apresenta também três formas de aprendizagem: subordinada, superordenada e combinatória (MOREIRA, 1999).

A maior ocorrência de aprendizagem significativa é da forma Subordinada, onde o novo conceito assimilado está subordinado a um conceito já adquirido. O novo conhecimento significativo adquire significado para aquele que aprende (MOREIRA, 2012).

A Aprendizagem Superordenada acontece quando a nova informação é mais geral, muito ampla para absorver os subsunçores. Superordenada é quando o aluno

aprende uma nova proposição que condicionará a chegada de novas ideias (AUSUBEL, 1980). Ou seja, “a aprendizagem superordenada envolve, então, processos de abstração, indução, síntese, que levam a novos conhecimentos que passam a subordinar aqueles que lhes deram origem” (MOREIRA, 2012, 15).

Quando a aprendizagem de novos conteúdos não apresenta relação subordinada nem superordenada com os conhecimentos prévios, ela é denominada aprendizagem combinatória. Nessa forma de aprendizagem, os conhecimentos já existentes não estão relacionados hierarquicamente com as novas ideias, porém se encontram no mesmo nível. Pode-se dizer que combinatória é uma forma de aprendizagem significativa em que a atribuição de significados a uma nova ideia, influencia na interação com outros conhecimentos prévios, mas não é nem mais inclusiva, nem mais específica que os conhecimentos de origem (MOREIRA, 2012, p. 16).

A aprendizagem significativa pode ocorrer por recepção ou por descoberta. Quando a informação é apresentada ao aluno na sua versão final, ela é denominada aprendizagem receptiva. Ela não é uma aprendizagem passiva, porém não é necessário ao aluno novas descobertas.

Na aprendizagem por recepção, este conteúdo é apresentado sob a forma de uma proposição substantiva ou que não apresenta problemas, que o aprendiz apenas necessita de compreender e lembrar. Por outro lado, na aprendizagem pela descoberta, o aprendiz deve em primeiro lugar descobrir este conteúdo, criando proposições que representem soluções para os problemas suscitados, ou passos sucessivos para a resolução dos mesmos (AUSUBEL, 2000, p. 5).

A aprendizagem por descoberta requer que o aluno descubra o conhecimento dependendo de seus próprios recursos, ou seja, tendem a ser mais retidas na estrutura cognitiva do aluno.

De acordo com Moreira e Masini (1982) Ausubel apresenta que cada disciplina tem uma estrutura articulada e hierarquicamente organizada de conceitos que compõe tal disciplina. Tais conceitos podem ser detectados e ensinados ao aluno. “Construindo para ele um sistema de processamento de informações, um verdadeiro mapa intelectual que pode ser usado para analisar o domínio particular da disciplina e nela resolver problemas” (MOREIRA, MASINI, 1982, p. 24).

A perspectiva teórica de Ausubel aponta que a aprendizagem significativa está relacionada a aquisição de forma organizada de conhecimentos em situações formais

de aprendizagem. O que torna mais fácil a aprendizagem significativa é o conhecimento prévio do aluno, por isso, é tão importante que o professor saiba o que o aluno sabe, antes de apresentar a eles um novo material. Nas duas condições de aprendizagem apontadas por Ausubel: novos conhecimentos e disposição para aprender, o conhecimento prévio do aluno é o que impulsiona a aprendizagem. Como explica Moreira (2012, p. 18),

Resumindo, o aluno aprende a partir do que já sabe. É a estrutura cognitiva prévia, ou seja, conhecimentos prévios (conceitos, proposições, ideias, esquemas, modelos, construtos...) hierarquicamente organizados, a principal variável a influenciar a aprendizagem significativa de novos conhecimentos.

Dessa maneira, o autor apresenta que qualquer situação de aprendizagem formal que queira tornar-se significativa necessita tomar como ponto de partida os conhecimentos prévios dos alunos no campo conceitual em questão (MOREIRA, 2012).

Diante do exposto, pode-se dizer que o ensino escolar poderia melhorar o processo de aprendizagem se levasse em conta o conhecimento prévio de seus alunos, para que pudessem aprender a partir daquilo que eles já conhecem no senso comum. A “segunda premissa da teoria da aprendizagem significativa é que o sujeito que aprende vai diferenciando progressivamente e, ao mesmo tempo, reconciliando integrativamente, os novos conhecimentos em interação com aqueles já existentes” (MOREIRA, 2012, p. 18). Com isso, ressalta-se que o conteúdo curricular da escola deve ser mapeado conceitualmente, a partir de ideias mais gerais e inclusivas, das proposições-chave, para elaborar o conteúdo que será ensinado ao aluno (MOREIRA, 2012).

4 DENSIDADE E PRESSÃO HIDROSTÁTICA

Tradicionalmente os livros de química do ensino médio iniciam seus primeiros capítulos abordando os conceitos de matéria e energia, Feltre (2004), Marques (2001), Usberco (2004). Ao apresentar as propriedades específicas da matéria, mais precisamente os pontos de fusão e ebulição, destaca-se que este sofre influência da pressão atmosférica local, que varia com a altitude.

Um experimento bastante abordado, que ilustra este conteúdo, é o barômetro de Evangelista Torricelli (1608-1647), cientista italiano que desenvolveu um aparelho capaz de medir a pressão atmosférica através de uma fina coluna de mercúrio ao nível do mar. Ilustrações que representam o experimento são comumente apresentadas e esta é geralmente a primeira e última vez que os alunos veem, em química, o conceito de pressão aplicada à coluna de um líquido. Na sequência, a propriedade específica densidade é abordada. Seu aspecto quantitativo é explorado através de fórmula matemática, porém o conceito não é relacionado a variações de alturas em colunas de líquidos diferentes. Perde-se então a possibilidade de contextualizar a densidade com o que se aprende em física. Nesta disciplina, segundo a grade curricular, os alunos da primeira série do médio (BRASIL) estudam a pressão hidrostática em vasos comunicantes, que são recipientes geralmente em formato de “U” utilizados para estudos relativos à densidade e pressão exercidas por líquidos.

O Teorema de Stevin, segundo Brunetti (2005), consiste na diferença de pressão entre dois pontos de um fluido em repouso sendo igual ao produto do peso específico do fluido pela diferença de cotas dos dois pontos. A partir deste teorema, é possível obter a pressão exercida em um determinado ponto.

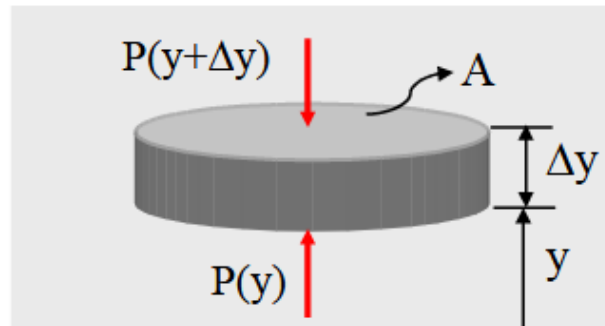
Dessa forma, é importante apresentar os principais conceitos que serão utilizados para o desenvolvimento do Produto Educacional proposto nessa pesquisa.

4.1 HIDROSTÁTICA NA LEI DE STEVIN, PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES E PRINCÍPIO DE PASCAL

A Lei de Stevin propõe que a pressão no interior de um fluido incompressível e estático aumenta continuamente com a profundidade (MOLETTA et al., 2012). Zilio e

Bagnato (2002, p. 226) apresenta a Lei de Stevin, fundamental da hidrostática: “que estabelece a pressão de um fluido sujeito à gravidade. Considerando um fluido em repouso, vamos analisar um pequeno elemento de volume de área A e espessura Δy ”:

Figura 2: Demonstração da Lei de Stevin

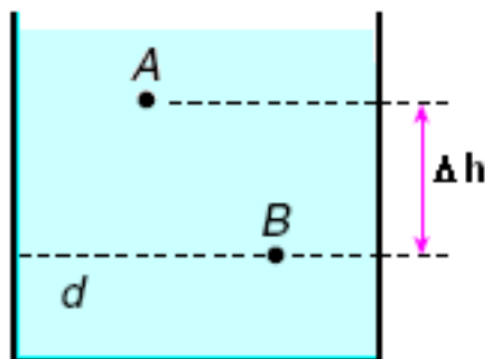


Fonte: Zilio e Bagnato (2002, p. 226)

A massa da porção de fluido é representada por: $\Delta M = \rho \Delta V = \rho A \Delta y$. “As várias forças perpendiculares à área lateral cancelam-se mutuamente, pois o meio é isotrópico” (ZILIO; BAGNATO, 2002, p. 226).

Em um líquido homogêneo em que a densidade d , em equilíbrio sob a ação da gravidade, sendo a aceleração da gravidade, temos p_A a pressão em um ponto A e p_B a pressão em um ponto B (MARQUES S/a.):

Figura 3: Teorema de Stevin

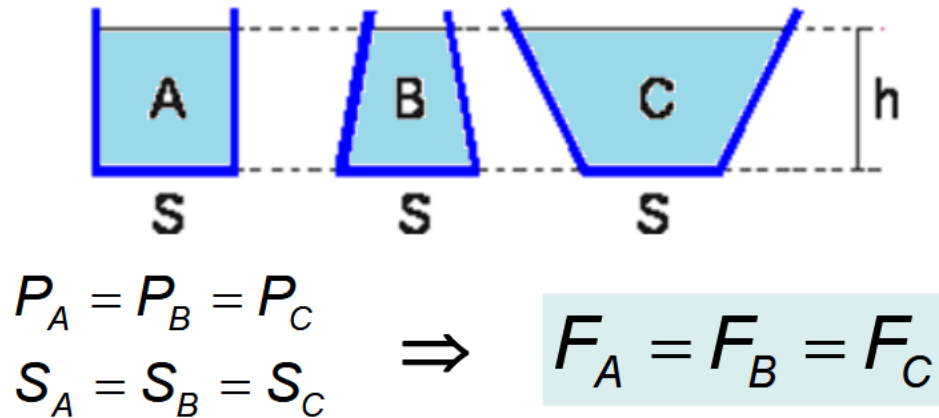


$$\Delta P = P_B - P_A = d \cdot g \cdot \Delta h$$

Fonte: Marques (s/a.)

Nesse sentido, as consequências são: a pressão aumenta com a profundidade; no mesmo nível as pressões são iguais; a superfície livre de um líquido em equilíbrio é plana e horizontal; a força exercida pelo líquido no fundo dos recipientes são iguais.

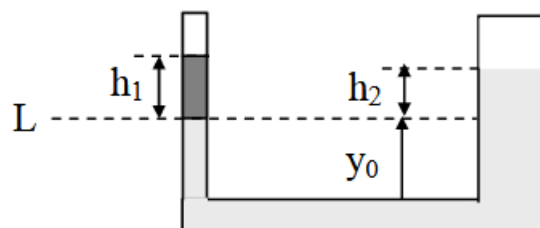
Figura 4: Manômetro de tubo aberto



Fonte: Marques (S/a.)

A Lei de Stevin quando aplicada em vasos comunicantes, onde são colocados líquidos não miscíveis, de densidades diferentes, como a pressão é a mesma dos dois lados do recipiente, identifica-se que há uma variação da pressão atmosférica com a altura:

Figura 5: Vasos comunicantes



Fonte: Zilio e Bagnato (2002, p. 228).

Arquimedes (298 a.C. - 212 a.C.) apresenta a hidrostática, estudo do equilíbrio dos líquidos. Ele propõe que todo corpo imerso, parcial ou totalmente em um fluido em equilíbrio, “dentro de um campo gravitacional, fica sob a ação de uma força vertical, com sentido ascendente, aplicada pelo fluido. Esta força é denominada

empuxo (E), cuja intensidade é igual ao peso do líquido deslocado pelo corpo” (ALMEIDA et al., 2016, p. 2).

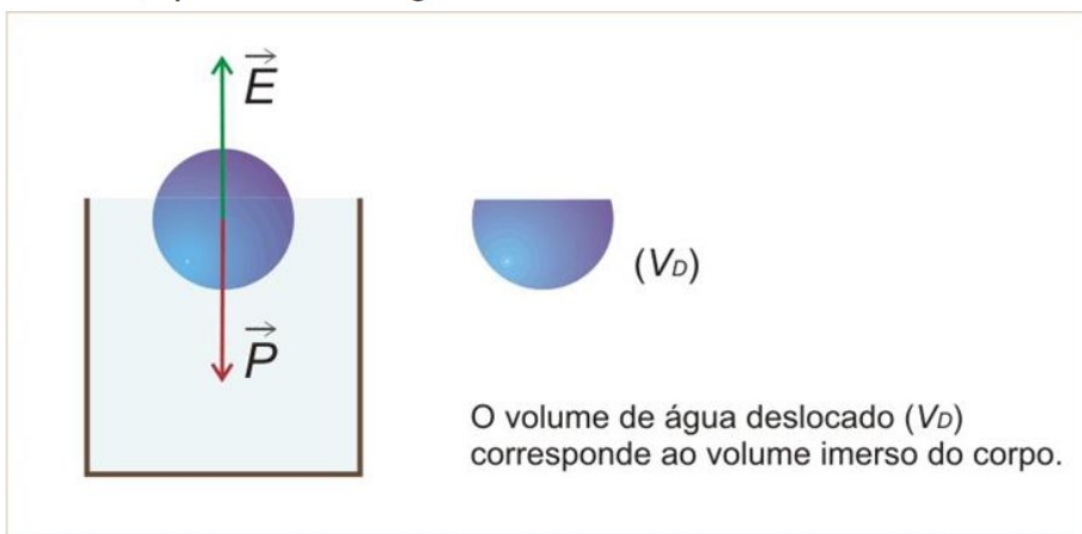
O empuxo pode ser considerado uma força hidrostática resultante exercida por um fluido sobre um corpo que está imerso nele (ALMEIDA et al., 2016).

“Fluidos são substâncias ou corpos cujas moléculas ou partículas têm a propriedade de se mover, umas em relação às outras, sob ação de forças de mínima grandeza” (LOURENÇO, 2014, p. 4). Os fluidos são gases ou líquidos, os gases são facilmente comprimidos, já os líquidos são independentes das forças que lhes são aplicadas. “Por esta razão, os líquidos formam uma superfície livre, isto é, quando em repouso apresentam uma superfície estacionária não determinada pelo recipiente que os contém” (LOURENÇO, 2014, p. 4).

Arquimedes percebe, ao tomar banho, que a quantidade de líquido deslocada ao entrar na banheira é a mesma quantidade do volume de seu corpo. O princípio de Arquimedes propõe que quando um corpo é imerso em um líquido, fica sujeito a uma força vertical, ordenada de baixo para cima, com valor igual ao peso do volume do líquido deslocado depois do corpo ser imerso (MARQUES, s/a.).

Quando o corpo está total ou parcialmente imerso em um fluido em equilíbrio, o líquido exerce sobre o corpo uma força, caracterizada por Empuxo:

Figura 6: Princípio de Arquimedes



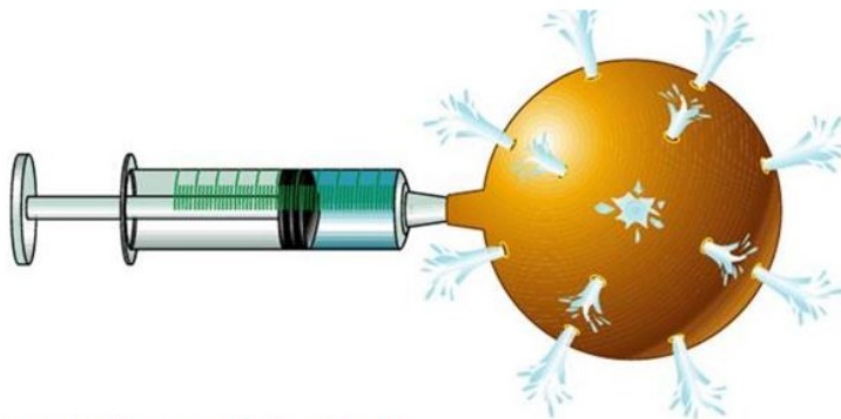
Fonte: Marques (s/ a.)

Dessa forma: 1) Sentido oposto ao peso do corpo. 2) Intensidade dada por $E=P$ é o peso do fluido deslocado (MARQUES, s/a.).

Quando o corpo é colocado totalmente submerso (imerso) no fluido, podem-se destacar três casos: 1) peso do corpo maior que o empuxo ($P>E$), nesse caso o corpo desce em uma aceleração constante ($d_c>d_L$). 2) peso do corpo menor que o empuxo ($P<E$) nesse caso o corpo sobe em uma constante aceleração até flutuar, quando isso acontece o peso é igual ao empuxo, ($P=E$ e $d_c>d_L$). 3) quando o peso do corpo é igual do Empuxo ($P=E$), o corpo fica em equilíbrio seja qual for o ponto que tenha se deslocado ($d_c=d_L$) (MARQUES, s/a.).

O princípio de Pascal estabelece que o acréscimo ou diminuição de pressão, produzido em um ponto de um líquido em equilíbrio se transmite da mesma forma para todos os pontos do líquido, como a figura a seguir (MARQUES, S/a.):

Figura 7: Princípio de Pascal

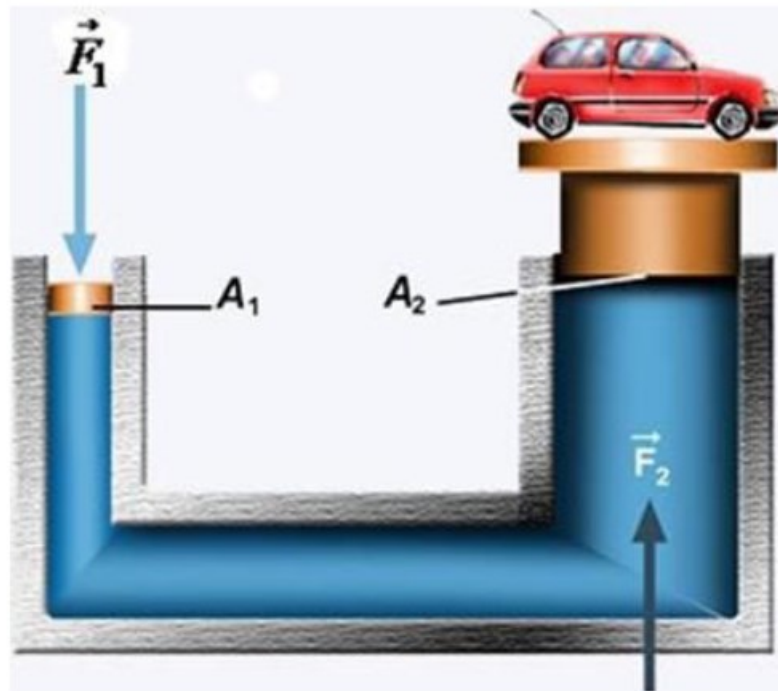


Experimento: pressão grandeza escalar

Fonte: Marques (S/a.)

No princípio de Pascal uma força de intensidade F_1 aplicada em um pistão de cuja área A_1 produz uma pressão P , aplicada no pistão área A_2 que sustenta o automóvel. Ou seja, uma força menor aplicada em um pistão menor, irá gerar uma força grande com muita intensidade no pistão maior (MARQUES, S/a.).

Figura 8: Prensa Hidráulica



Fonte: Marques (S/a.)

4.2 DENSIDADE

Chamamos de densidade a relação entre a massa e o volume de um corpo (MARQUES, S/a.). Esta relação pode ser expressa pela equação:

Equação 1

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

No sistema internacional de unidades a densidade é medida em quilograma por metro cúbico (Kg/m^3). Porém as unidades mais comumente utilizadas são o grama por centímetro cúbico (g/cm^3) e o grama por mililitro (g/ml) (MARQUES, S/a.).

A densidade pode variar sob a influência da temperatura e da pressão, sendo que esta, interfere com maior intensidade nos gases, devido a propriedade de compressibilidade, comum ao estado gasoso.

A densidade também apresenta uma propriedade específica, ou seja, cada substância tem uma densidade própria, que identifica e diferencia as substâncias (CÉSAR, et al., 2004).

O aumento da temperatura aumenta o volume do material, diminuindo a sua densidade.

4.3 PRESSÃO

Pressão é a grandeza que relaciona a força exercida perpendicularmente sobre uma determinada área (GOMES, 2012). É representada pela Equação:

Equação 2

$$P = \frac{F}{A}$$

onde, pelo sistema internacional, a pressão é expressa em Pascal (Pa), a força em Newtons (N) e a área em metros quadrados (m²).

Quando a força é distribuída igualmente sobre uma superfície, a pressão é a mesma em todos os pontos, coincidindo com a pressão média P_m (MARQUES, S/a.)

No ambiente gasoso a pressão pode ser considerada como o valor médio da transferência de momento nas colisões das partículas com as paredes de um recipiente.

A pressão hidrostática (P_h) que ocorre no interior dos líquidos e exercida pelo peso do próprio líquido. Dependendo da profundidade do ponto considerado, obtêm-se valores diferentes de pressão. Desta forma, quanto maior a profundidade do ponto dentro do líquido, maior a pressão. A medida da pressão hidrostática pode ser obtida através da Equação:

Equação 3

$$P_h = \rho \cdot g \cdot h$$

onde, a P_h é em N/m², ρ é a densidade em Kg/m³, g é a aceleração gravitacional em m/s² e h é a altura em metro.

Caso o líquido possua superfície livre, a pressão atmosférica (P_{atm}) deve ser adicionada à pressão hidrostática, totalizando a pressão P_T , conforme Equação:

Equação 4

$$P_T = P_h + P_{atm}$$

Ao comparar diferentes líquidos submetidos a mesma pressão, podemos afirmar que:

Equação 5

$$P_1 = P_2 = P_3 = P_4 \dots$$

ou seja:

Equação 6

$$\rho_1 \cdot g \cdot h_1 = \rho_2 \cdot g \cdot h_2 = \rho_3 \cdot g \cdot h_3 = \rho_4 \cdot g \cdot h_4$$

Como a aceleração gravitacional na Terra ($9,8 \text{ m/s}^2$) é comum a todos os líquidos, temos que:

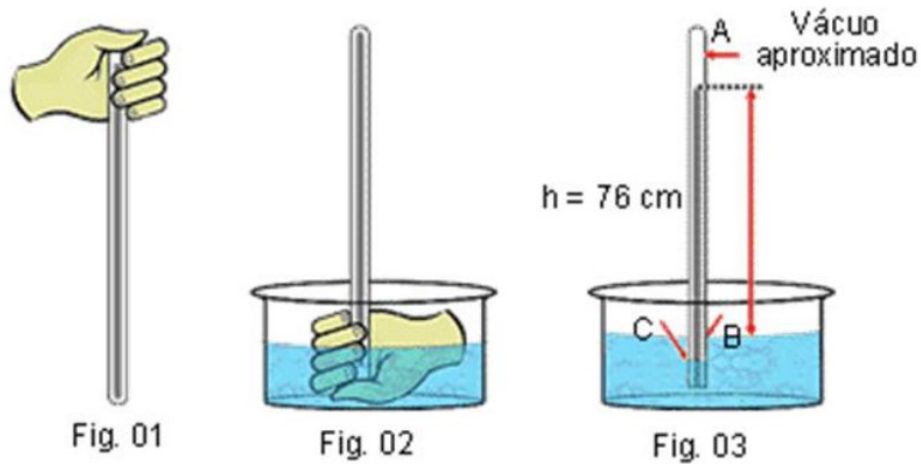
Equação 7

$$\rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2 = \rho_3 \cdot h_3 = \rho_4 \cdot h_4$$

4.3.1 Pressão Atmosférica

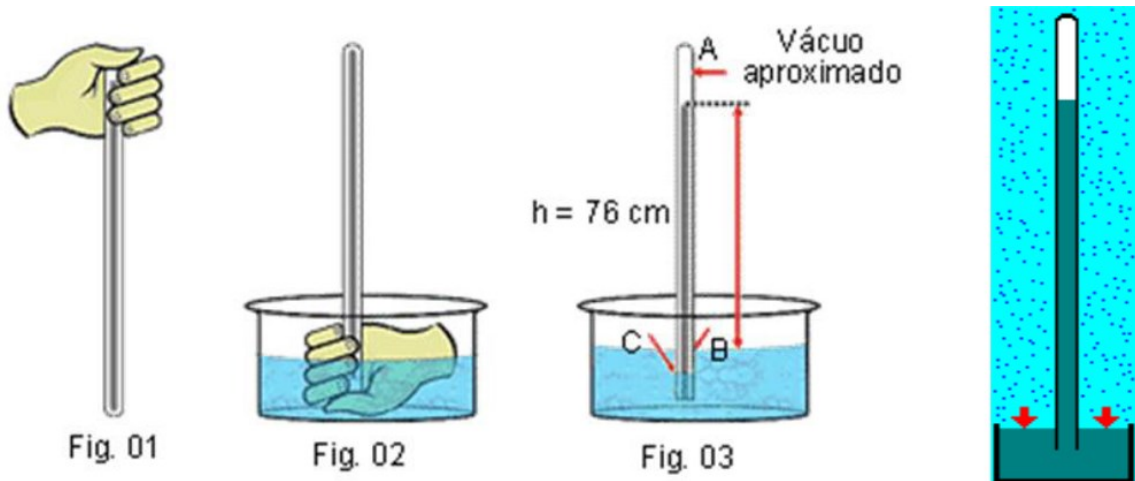
O físico e matemático Evangelista Torricelli (1608-1647) desenvolveu o primeiro aparelho que mede a pressão atmosférica, barômetro. Torricelli encheu com mercúrio um tubo de vidro de uma altura de aproximadamente 1 metro, fechando a extremidade, em seguida ele virou o tubo e mergulhou no recipiente com mercúrio, ao destampar a extremidade do tubo a coluna baixou, diminuindo a altura para 76cm, acima da superfície do mercúrio:

Figura 9: Experimento Barômetro de Torricelli



Fonte: Marques (S/a.)

Figura 10: Experimento de Torricelli



Fonte: Marques (S/a.)

Observa-se que na parte superior do tubo formou-se um vácuo, uma pequena quantidade de vapor de mercúrio, a pressão desse vapor pode ser desprezada. No ponto A a pressão é nula: $P_A \cong 0$ (MARQUES, S/a.).

4.4 MASSA

Quando um corpo for constituído sem partes ocas, de um único material a densidade é chamada de massa específica (MARQUES, S/a.). A massa e a densidade se distinguem quando se trata de objetos ocas, a densidade é o volume completo e a massa é a parte do objeto que contém substância.

Lourenço (2014) explica que a massa específica representa a relação entre a massa de uma substância e o volume ocupado por ela, determinado na seguinte equação:

Equação 8

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ρ é a massa específica, m é a massa da substância e v é o volume.

A massa volúmica da água varia de acordo com a temperatura:

Figura 11: Variação da massa volúmica da água de acordo com a temperatura

Temperatura (°C)	Massa volúmica (kg/m ³)	Temperatura (°C)	Massa volúmica (kg/m ³)
0	999,87	40	992,24
2	999,97	50	988
4	1000,00	60	983
5	999,99	70	978
10	999,73	80	972
20	998,23	90	965
30	995,67	100	958

Fonte: Lourenço (2014, p. 5).

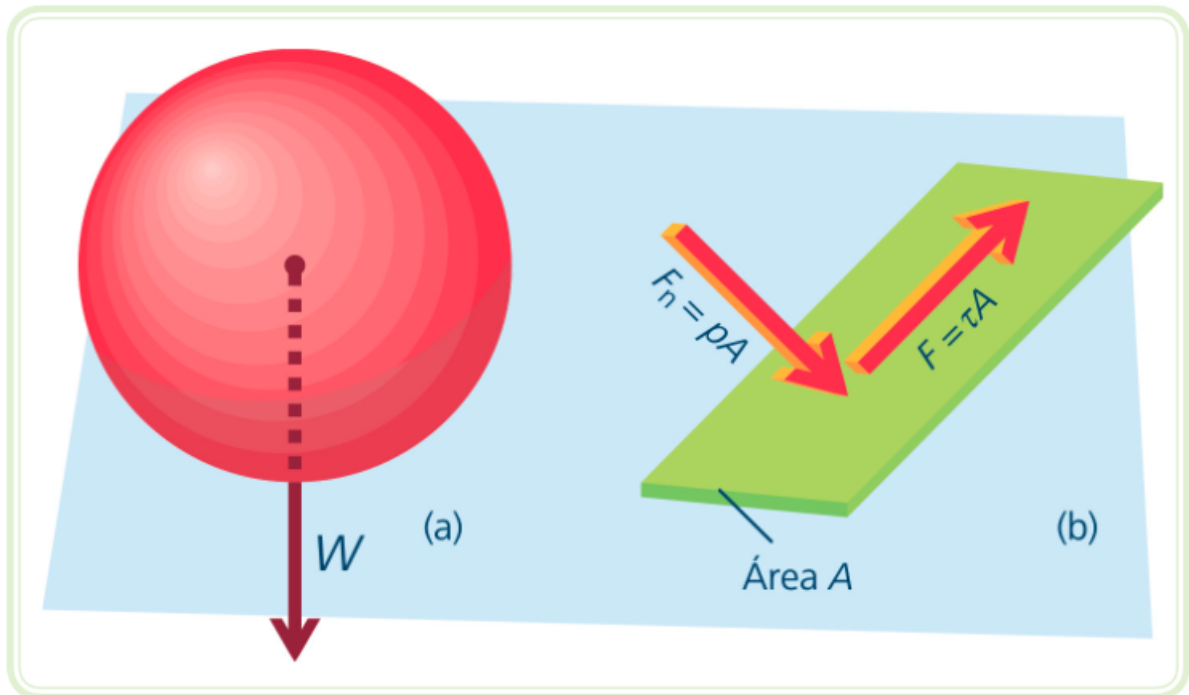
Vilanova (2010) apresenta que:

Em uma massa fluida contida em um volume de controle, a força peso associada à ação da gravidade é denominada força do corpo. O peso W [N] é capaz de influenciar no movimento do fluido, da mesma forma como se observa a influência do peso sobre o movimento de uma bola arremessada. Forças de superfície são as que atuam sobre a matéria interna e adjacente às superfícies de controle. Essas forças são capazes de produzir ou modificar o escoamento. A força resultante que atua sobre a massa fluida contida em um volume de controle é a soma de forças de superfície e forças de corpo. (VILANOVA, 2010, p. 32).

Os comportamentos dos fluidos em escoamento são justificados por suas propriedades intrínsecas. A água e óleo são propriedades parecidas como a massa específica ρ [kg/m³]. Porém, os comportamentos desses fluidos são diferentes em

escoamento. “A viscosidade [N.s/m²] é uma dessas propriedades dos fluidos que influenciam muito no comportamento dos escoamentos” (VILANOVA, 2010, p. 32).

Figura 12: a) força de corpo e b) forças de superfície



Fonte: Vilanova (2010, p. 32).

4.5 FORÇA E GRAVIDADE NO AMBIENTE HIDROSTÁTICO

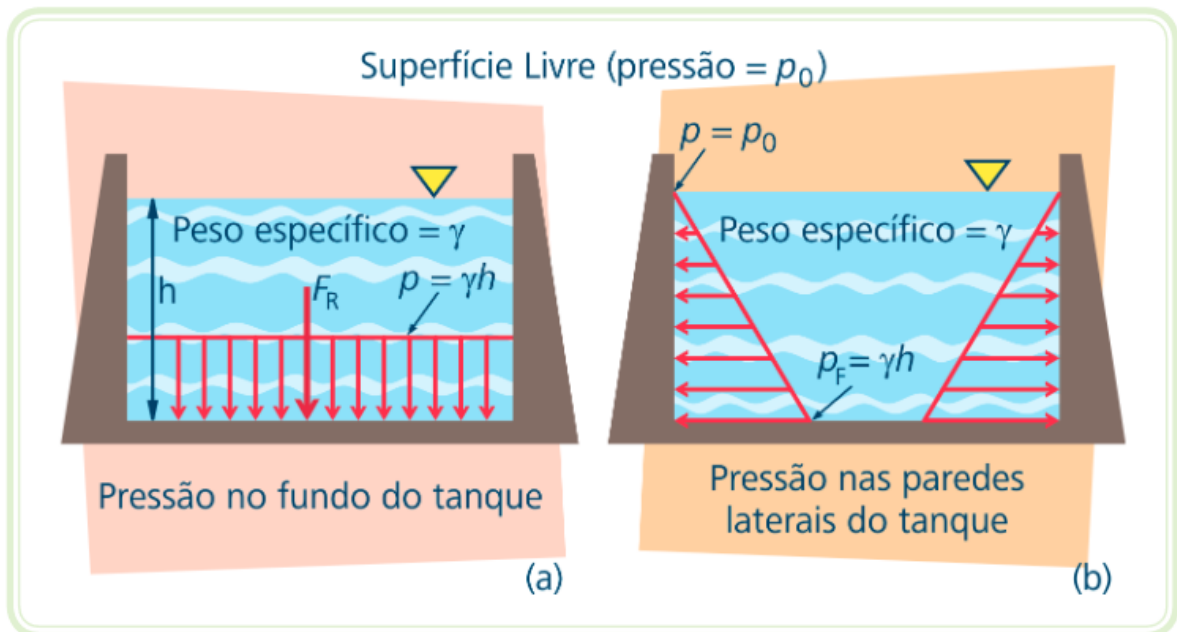
Uma superfície submersa em uma massa fluída, forças advindas do fluido agem sobre tal superfície, ainda que elas estejam em repouso. A pressão em uma superfície varia de acordo com a profundidade ou a distância dessa superfície, à superfície livre de massa fluída. “Se considerarmos como referência uma superfície plana do fundo de um reservatório, a força que atua sobre essa superfície dependerá da pressão sobre a superfície e da sua área” (VILANOVA, 2010, p. 28), dessa forma, temos:

Equação 9

$$F_R = p \cdot A = \gamma \cdot h \cdot A$$

A pressão praticada pela massa fluida na superfície horizontal é constante e “a força resultante dessa pressão é conhecida como força hidrostática e atuará no centro geométrico da superfície, também conhecido de centroide” (VILANOVA, 2010, p. 28).

Figura 13: Pressão e Força Hidrostática exercidas no fundo horizontal e nas paredes verticais de um tanque aberto



Fonte: Vilanova (2010, p. 28)

Nas paredes verticais a pressão varia linearmente com a distância da superfície livre do reservatório, “esta é proporcional à distância h do ponto de referência da parede à superfície livre, partindo, assim, da pressão atmosférica na linha da parede vertical que limita a superfície livre até a pressão de fundo $p_F = \gamma h$ ” (VILANOVA, 2010, p. 28).

5 PRODUTO EDUCACIONAL

O Produto Educacional trata-se de um objeto de aprendizagem, por exemplo: um manual de atividades, sequência didática, jogo educativo, software, pequeno livro, entre outros, que é desenvolvido em uma pesquisa científica, comum no Mestrado Profissional, para contribuir na prática profissional de professores da educação básica, futuros professores e demais interessados. Comumente, trata-se de uma proposta de ensino ou de formação docente, elaborada a partir de uma pesquisa científica.

O Produto Educacional característico do Mestrado Profissional, gerado a partir de uma prática pedagógica, que pode contribuir para estudos críticos no campo educacional que possibilitam a intervenção nos currículos produzidos na escola, mediando o social e político (LOPES, 2007, apud MOREIRA, et al., 2018).

O Produto Educacional deve ser uma reflexão teórica e prática para desenvolver novas propostas pedagógicas. O PE pode se apresentar como uma crítica aos livros didáticos e também na elaboração de materiais que operam na homogeneização de saberes e vivências, que recobrem identidades e experiências mais locais e particulares (MOREIRA, et al., 2018).

De acordo com Moreira e Nardi (2009, p. 4) expõe que:

O mestrando deve desenvolver, por exemplo, alguma nova estratégia de ensino, uma nova metodologia de ensino para determinados conteúdos, um aplicativo, um ambiente virtual, um texto; enfim, um processo ou produto de natureza educacional e implementá-lo em condições reais de sala de aula ou de espaços não formais ou informais de ensino, relatando resultados dessa experiência.

O PE elaborado nessa pesquisa é de baixo custo, sem necessidade estrita de uso de laboratório, a aplicação pode ser realizada em poucas aulas e trata-se de uma sequência didática que poderá auxiliar o professor na realização do produto e análise dos resultados, buscando promover uma aprendizagem significativa aos alunos.

A Sequência Didática trata-se de um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para elaboração de alguns objetivos educacionais, para promover conhecimento tanto para os alunos quanto para os professores (ZABALA, 1998 apud BATISTA et al., 2016).

Dessa forma, apresenta-se a sequência didática elaborada para ser aplicada no ensino de química no Ensino Médio.

5.1 PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA

É preciso ter clareza de onde se quer chegar com uma proposta de sequência didática. O objetivo desta ferramenta é ensinar o aluno a aprender. É coerente que o projeto seja compartilhado de forma que o próprio educando consiga avaliar se a proposta reverbera nas necessidades que permeiam o seu cotidiano.

Contextualizar o tema proposto com o dia a dia do aluno faz-se então essencial para que o objetivo de uma aprendizagem com significado seja alcançado. Logo, em um primeiro momento os alunos responderão a um questionário (em anexo) para avaliar seus conhecimentos prévios acerca dos conceitos abordados. Dessa forma, o professor terá acesso ao que o aluno já sabe para desenvolver melhor as atividades propostas no decorrer da sequência didática.

Em seguida os alunos participarão de uma aula expositiva com abordagem de conteúdos relativos aos estudos da densidade, pressão hidrostática, pressão atmosférica e aceleração gravitacional. É interessante observar que a utilização do conceito de densidade vai muito além daqueles abordados pela química e física. Na biologia a densidade é determinante na análise de biodiversidade e meio ambiente. Na literatura, o termo densidade expressa a noção de profundidade, intensidade poética. Identificar os conceitos previamente adquiridos neste momento é de grande relevância para uma aprendizagem significativa.

Da mesma forma, a contextualização dos fenômenos físicos como pressão atmosférica, pressão hidrostática e aceleração da gravidade deverão passar também por um filtro que ancore a aprendizagem desses fenômenos a aquilo que o aluno já carrega em sua bagagem cognitiva.

Em química, a propriedade densidade é comumente abordada nos primeiros capítulos dos livros didáticos. A apresentação das propriedades específicas da matéria, o estudo das soluções, transformações gasosas, propriedades periódicas, nos mostram que o emprego do conceito de densidade deve ir além da simples demonstração da equação.

A estratégia de contextualização desse assunto, adotada nesta proposta de sequência didática, tem por base trazer reportagens sobre desastres ambientais envolvendo derramamento de petróleo em regiões litorâneas. Várias matérias referentes ao assunto podem ser facilmente encontradas em mídias eletrônicas.

Em seguida deve-se chamar a atenção dos alunos para o método que evita o espalhamento do petróleo, as barreiras de contenção, como mostra a figura abaixo e gerar questionamentos como os fatores que possibilitam a utilização desta técnica.

Figura 14: Barreiras de contenção



Fonte: Portal Petronotícias.com.br

Ao analisar a imagem os alunos serão estimulados a debater sobre os aspectos da densidade que permitem este tipo de ação na contenção do óleo derramado. Esta análise servirá como um eixo de partida para discussões sobre densidades em líquidos diferentes, miscibilidade e viscosidade.

Fornecer aos alunos uma ampla variedade de situações nas quais esta propriedade pode ser analisada é essencial para a assimilação do conceito de um modo que se torne parte do cotidiano do educando.

Vale ressaltar que a sequência didática proposta não tem por finalidade dissociar o estudo das propriedades de suas fórmulas. A proposta é ancorar os novos conhecimentos que se pretende alcançar aos conhecimentos prévios que os alunos trazem do seu dia a dia. Logo, equações serão analisadas e o caráter interdisciplinar surgirá quando o desafio de determinar a densidade de um líquido, sem a utilização da tradicional fórmula da densidade, for lançado. Os alunos serão estimulados a combinar fórmulas, recorrendo ao conhecimento matemático prévio, a fim de chegar

ao objetivo da determinação da densidade dos líquidos por outro caminho, que não o tradicionalmente descrito nos livros didáticos de química. A combinação de equações está descrita na página 40 desta dissertação.

Finalizada esta etapa os alunos serão apresentados ao conjunto experimental que possibilitará a aplicação das teorias discutidas bem como a análise dos dados obtidos.

O conjunto experimental possui 4 tubos em “U” de 5 mm presos a um suporte (chapa de MDF). Cada tubo contém uma mangueira plástica que o conecta à um recipiente hermeticamente fechado, de modo que a única entrada de ar seja através de um registro de esfera de $\frac{1}{4}$. Este registro está conectado a um compressor de ar (bomba de aquário) que ao ser ligado, fornece uma quantidade constante de ar, que se espalha uniformemente em todos os tubos fixados ao aparelho.

Figura 15: Conjunto experimental



Fonte: O autor

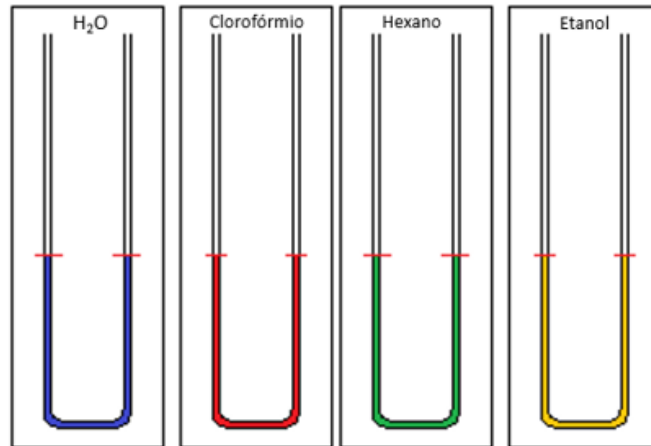
Cada tubo será parcialmente preenchido com um líquido diferente. Vale ressaltar que os líquidos sugeridos nesta sequência didática, tem como base o experimento inicial em que o aparelho foi testado, no campus da UTFPR de Medianeira. Os líquidos escolhidos pelo professor não precisam ser necessariamente os sugeridos, uma vez que o laboratório de cada escola tem sua própria realidade.

Assim, no primeiro tubo será colocado, com o auxílio de uma pipeta volumétrica, ou até mesmo uma seringa, 40 ml de água, que, por ter a densidade amplamente conhecida, 1g/ml, será considerado o líquido padrão. No segundo tubo

serão colocados 40 ml de clorofórmio. No terceiro tubo, 40 ml de hexano e no quarto tubo, 40 ml de etanol.

Como todos os líquidos escolhidos são incolores, a utilização de corantes facilitará a visualização e diferenciação entre eles.

Figura 16: Tubos em U antes de acionado o compressor

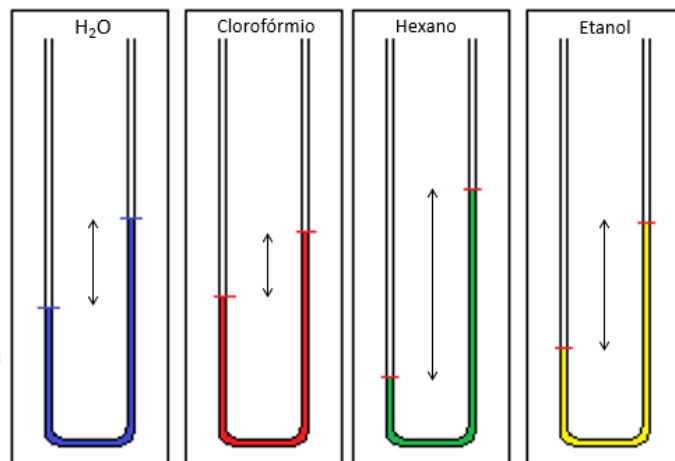


Fonte: O autor

Ao acionar o compressor, o ar soprado dentro do recipiente será distribuído pelas quatro mangueiras presas a uma das extremidades de cada um dos quatro tubos em “U”.

A pressão exercida provocará desníveis nas colunas dos líquidos. Ao ser fechado o registro, estes desníveis permanecerão estabilizados, o que possibilitará a medição, com uma régua, e anotação dos valores das variações nas alturas de cada coluna.

Figura 17: Tubos em U após acionado o compressor



Fonte: O autor

Utilizando a Equação demonstrada na aula expositiva:

Equação 10

$$\rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2$$

e considerando ρ_1 a densidade já conhecida da água, os alunos poderão calcular a densidade ρ_2 , correspondente aos líquidos restantes. As diferenças de densidade serão proporcionais às variações na altura da coluna de cada líquido.

O experimento pode ser realizado em duas aulas geminadas, dividindo-se as tarefas entre os alunos, que vão desde pipetar os volumes dos líquidos escolhidos até a medição das variações nas colunas, anotação dos dados, e aplicação das equações.

Os dados obtidos serão submetidos à fórmula do erro percentual para contrastar os valores experimentais com os valores teóricos das densidades dos líquidos analisados.

5.1.1 Metodologia da Sequência Didática a ser aplicada em sala de aula

A proposta da sequência didática segue o seguinte percurso metodológico:

Aula 1: Mapear o conhecimento prévio dos alunos, através de questionário (em anexo).

Aula 2: Apresentar uma aula expositiva e com diálogo, acerca do conhecimento deles sobre densidade, pressão atmosférica, pressão hidrostática e aceleração da gravidade. Apresentar aos alunos o conceito de densidade utilizando as reportagens ambientais envolvendo derramamento de petróleo em regiões litorâneas. Ampliar o repertório dos alunos sobre os conceitos apresentados.

Aula 3 e 4: Aula expositiva do Conjunto Experimental para apresentar o funcionamento do produto e os conceitos discutidos.

Aula 5: Reaplicar o questionário avaliativo (em anexo) para verificação do que foi aprendido e comparar com o conhecimento apresentado a princípio pelos alunos. Sanar as dúvidas que ainda surgirem sobre os conceitos apresentados (baseando-se nas respostas dos questionários) e, se necessário, apresentar novamente o Conjunto Experimental para efetivar a aprendizagem de forma significativa.

5.2 MATERIAIS E MONTAGEM DO CONJUNTO EXPERIMENTAL

5.2.1 Materiais

Para a confecção do conjunto experimental, que é parte integrante do Produto educacional proposto, foram utilizados os seguintes materiais e seus respectivos custos aproximados, em real, apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Materiais utilizados para elaboração do Conjunto Experimental

MATERIAIS	CUSTO APROXIMADO (Em Real)
1 chapa de MDF de 15mm de 1,2 m ² .	150,00
8 tubos de vidro de 5mm com 60 cm de comprimento.	136,00
4 curvas de cobre de 5mm.	20,00
1 Compressor de aquário;	50,00
8 braçadeiras de 25mm.	8,00
1 pote de vidro de 3L, estilo conserva, com tampa;	15,00
1 registro de esfera de 1/4;	18,00
4 adaptadores para mangueira;	16,00
3,2 metros de mangueira plástica de 5 mm;	15,00
16 parafusos rosca soberba 2,5 x 14 mm.	8,00
2 metros de fórmica branca lisa.	6,00
1 caixa de resina epóxi	8,00
TOTAL	450,00

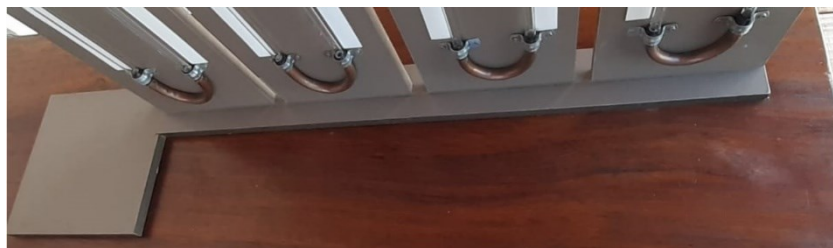
Fonte: O autor

5.2.2 Montagem

Uma chapa de MDF foi cortada de modo a se obter 6 peças, sendo elas:

- 1- Uma base de 105 centímetros de comprimento por 9 cm de largura, observando que uma das extremidades possui uma área de 24 cm², conforme figura abaixo:

Figura 18: Base do Conjunto Experimental



Fonte: O Autor

2- 4 Chapas de 70 cm de altura por 18 cm de largura:

Figura 19: Chapas de MDF para fixação dos tubos em “U”



Fonte: O autor

3- 1 chapa de 105 cm de comprimento por 5 cm de largura no topo com as devidas furações.

Figura 20: Parte superior do Conjunto Experimental



Fonte: O autor

Depois de posicionadas as peças de MDF, coladas, furadas e parafusadas, o conjunto experimental deve apresentar o seguinte aspecto:

Figura 21: Aspecto geral do Conjunto Experimental



Fonte: O autor

Tubos em U inteiramente feitos de vidro permitem uma melhor visualização dos líquidos no interior do sistema. Porém, a obtenção de tais tubos, pode ser dificultada a depender da região, uma vez que nem todas as cidades possuem loja especializada ou hialotecnia próxima.

Visando driblar as dificuldades de se conseguir tais tubos, a alternativa sugerida é a utilização de curvas de cobre, facilmente obtidas em assistências técnicas de aparelhos de ar-condicionado, ligando tubos retos de vidro, mais comumente encontrados. Cada curva de cobre deve ligar dois tubos retos de 5 mm. A vedação deve ser feita com resina epóxi, conforme figura abaixo:

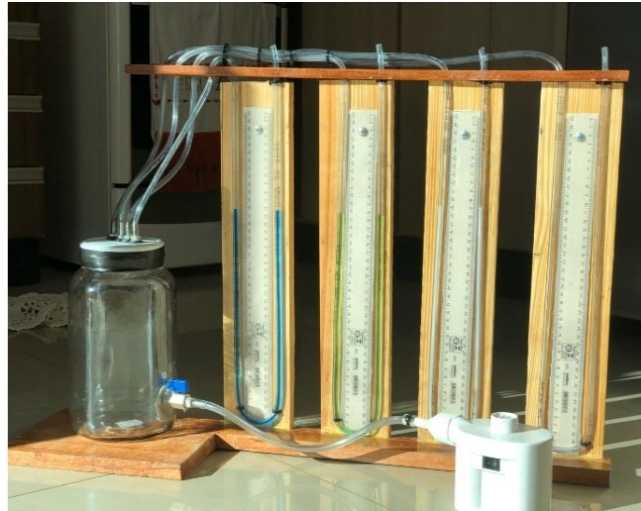
Figura 22: Junção entre tubo de vidro e curva de cobre com vedação de resina epóxi



Fonte: O autor

Vale ressaltar que o primeiro protótipo do produto educacional foi construído todo com mangueiras de silicone (detalhe na foto):

Figura 23: Primeiro protótipo do produto educacional



Fonte: O autor

Embora tenha se mostrado eficiente na proposta do produto educacional, a utilização de mangueiras de silicone limita a experimentação a uma menor variedade de amostras, pelo fato de poderem ser dissolvidas por determinados solventes.

Uma vez fixados todos os tubos, agora em “U”, na base de MDF o aparelho está pronto para receber as mangueiras de silicone.

Figura 24: Fixação do tubo em “U” na base de MDF



Fonte: O autor

Deve-se acoplar na extremidade esquerda de cada tubo em “U” uma mangueira de silicone de 5mm de diâmetro.

Figura 25: Acoplamento das mangueiras aos tubos em “U”



Fonte: O autor

Todas as 4 mangueiras, de comprimentos diferentes e proporcionais às distâncias que cada uma percorrerá no aparelho, serão fixadas a um recipiente de vidro através de adaptadores de mangueira fixados na tampa do recipiente. A vedação da tampa deve ser cuidadosamente inspecionada. Pode-se utilizar resina epóxi, se necessário.

Figura 26: Adaptadores de mangueira fixados na tampa do recipiente de vidro



Fonte: O autor

Ao fundo do recipiente deve ser instalado um registro de esfera de $\frac{1}{4}$, preso a uma mangueira de silicone que será conectada ao compressor.

Figura 27: Conexão do compressor ao tubo de vidro pelo registro de esfera

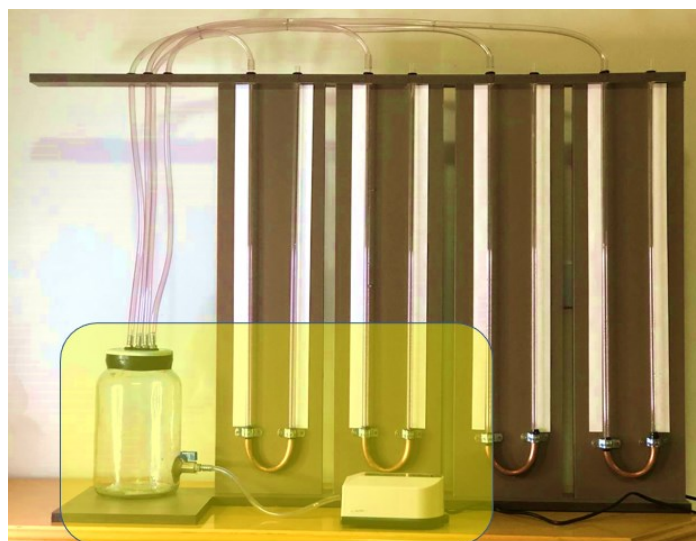


Fonte: O autor

5.2.3 Funcionamento do aparelho

O acionamento do compressor (motor de aquário) injeta, através de uma mangueira de silicone, ar dentro de um recipiente de 3 litros de capacidade volumétrica.

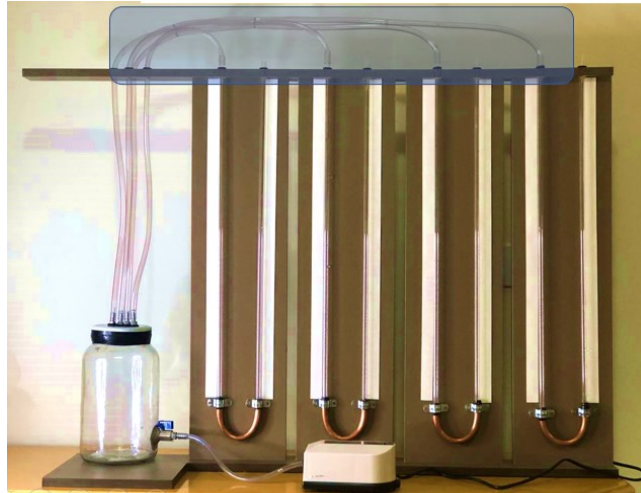
Figura 28: Acionamento do compressor



Fonte: O autor

Deste recipiente partem 4 outras mangueiras conectadas, cada uma, a extremidade esquerda de cada tubo em “U”.

Figura 29: Distribuição do ar em cada tubo



Fonte: O autor

O Ar soprado pelo compressor e distribuído pelo recipiente, fornecerá uma pressão uniforme em cada tubo, levando a uma variação nas alturas das colunas dos líquidos utilizados.

São as diferentes variações de alturas nas colunas que possibilitaram a realização dos cálculos de densidade dos líquidos conforme metodologia apresentada.

Figura 30: Variações nas alturas das colunas dos líquidos



Fonte: O autor

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

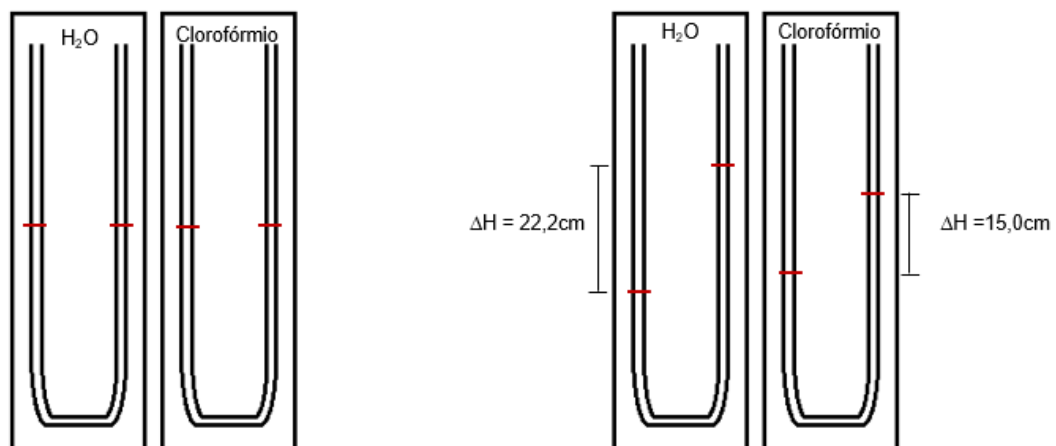
5.3.1 Resultados dos testes prévios do Produto Educacional

Os testes objetivando investigar a eficiência do Produto Educacional na estimativa de densidade e a otimização em condições controladas ocorreram no Campus da UTFPR de Medianeira no dia 25 de outubro de 2019.

Os resultados obtidos, demonstrados pelas figuras abaixo, mostram as variações nas alturas das colunas dos líquidos clorofórmio, hexano e etanol em comparação com a água. O experimento foi realizado em temperatura ambiente.

Comparando as colunas de água e clorofórmio antes e depois do acionamento do compressor pode-se observar a variação na altura da coluna de água em 22,2 cm enquanto a variação na altura da coluna do clorofórmio foi de 15,0 cm.

Figura 31: Variação na coluna de clorofórmio em relação à coluna de água



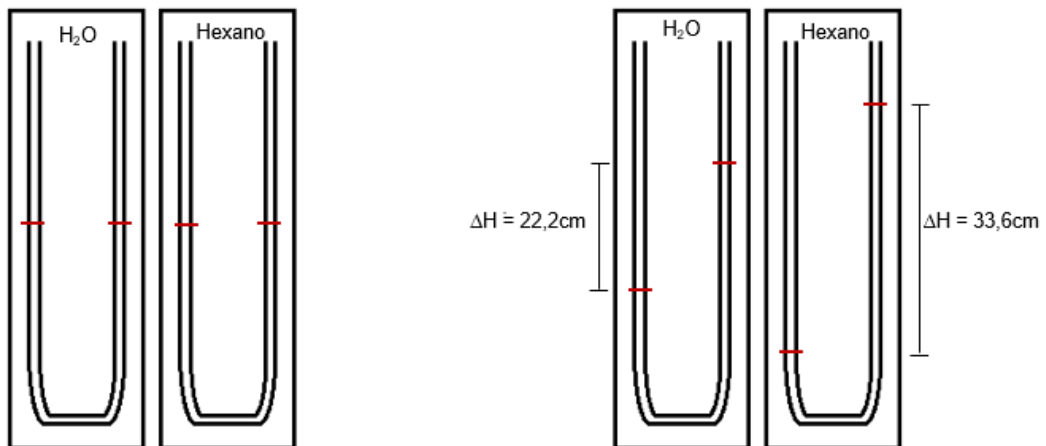
Fonte: O autor

Aplicando os resultados à fórmula temos que:

$$\rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2 \quad \rightarrow \quad 1 \cdot 22,2 = \rho_2 \cdot 15,0 \quad \rightarrow \rho_2 = 1,480 \text{ g/cm}^3$$

Ao se comparar as colunas de água e hexano antes e depois de acionado o compressor observou-se que a variação na altura da coluna de água em 22,2 cm enquanto a variação na altura da coluna de hexano foi de 33,6 cm.

Figura 32: Variação na de coluna de hexano em relação à coluna de água



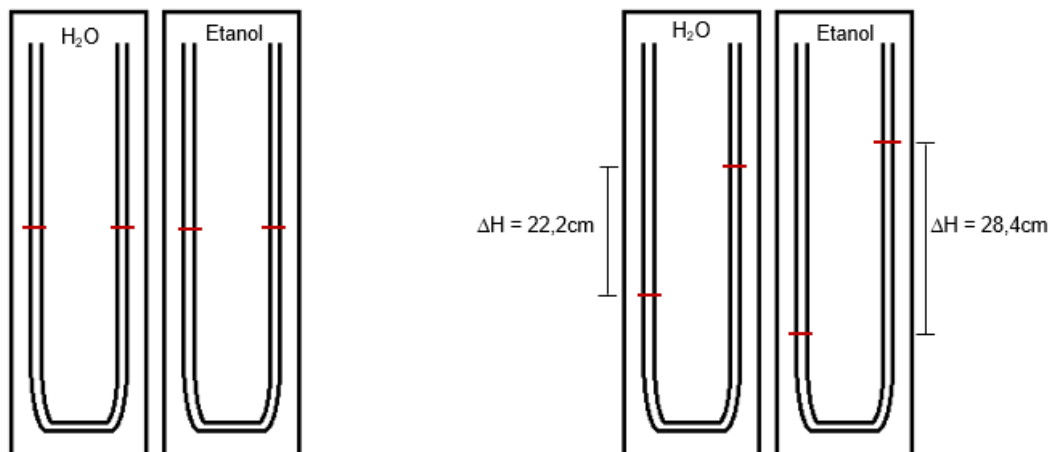
Fonte: O autor

Aplicando os resultados à fórmula temos que:

$$\rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2 \quad \rightarrow \quad 1 \cdot 22,2 = \rho_2 \cdot 33,6 \quad \rightarrow \rho_2 = 0,660 \text{ g/cm}^3$$

Já a comparação entre as variações das colunas de água e etanol mostrou que enquanto essa variou de 22,2 cm a coluna de etanol variou de 28,4 cm.

Figura 33: Variação na coluna de etanol em relação à coluna de água



Fonte: O autor

Aplicando os resultados à fórmula temos que:

$$\rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2 \quad \rightarrow \quad 1 \cdot 22,2 = \rho_2 \cdot 28,4 \quad \rightarrow \rho_2 = 0,781 \text{ g/cm}^3$$

Ao submeter os resultados à fórmula de erro percentual

$$Er\% = \frac{|Vt - Ve|}{Vt} \times 100$$

foram obtidos os resultados descritos na Tabela 2:

Tabela 2: Valores de erro percentual nas medições de densidade do clorofórmio, hexano e etanol

SUBSTÂNCIA	VALOR TEÓRICO (g/cm ³)	VALOR EXPERIMENTAL (g/cm ³)	ERRO PERCENTUAL
CLOROFÓRMIO	1,490	1,480	0,671%
HEXANO	0,655	0,660	0,763%
ETANOL	0,789	0,781	1,013%

Fonte: O autor

5.3.2 Resultados e discussões referentes à aplicação em sala de aula

A aplicação do produto se deu no primeiro ano do Ensino Médio do Colégio Educação Ativa, em São Miguel do Iguazu, em meio à pandemia de Covid-19, causada pelo novo coronavírus, em que muitos setores da sociedade tiveram que se adaptar a uma nova realidade, assim como a educação, que passou a ser conduzida de forma remota, desde os primeiros anos da educação básica, até os níveis superiores, com isso, 17 alunos participaram da modalidade presencial e 8 deles acompanharam de forma remota.

Para a aplicação do produto foram necessárias três aulas, sendo duas delas geminadas.

Na primeira aula, que ocorreu no dia 16 de março de 2021, um questionário (em anexo) foi aplicado à turma para verificar o conhecimento prévio dos alunos acerca dos conteúdos elaborados. 21 alunos responderam 07 questões sobre densidade.

Analisando as respostas pode se perceber que, quando se pergunta sobre o conceito de densidade, vários alunos não conseguem dissociar a resposta da fórmula.

Exemplo:

Aluno A

1. Que você entende por densidade?
 Que é usado a fórmula $d = \frac{m}{V}$, ou seja, divide a massa pelo volume

Aluno B

1. Que você entende por densidade?
 Entender que a fórmula é $D = \frac{m}{V}$

Aluno C

1. Que você entende de densidade?
 É a relação entre massa e volume.

Muitos não souberam opinar ou redigiram respostas sem um sentido coerente com a propriedade.

Questionados sobre a importância em se conhecer a densidade dos líquidos, novamente, várias respostas fizeram referência a necessidade de conhecer a fórmula da densidade para poder calcular.

Aluno D

02. Qual é a importância de se conhecer a densidade dos líquidos?
 → Para poder calcular.

Aluno E

2. Qual é a importância de se conhecer a densidade dos líquidos?
 Calcular o volume e a massa

Alguns atribuíram a importância a situações cotidianas como poder misturar alguns ingredientes em receitas ou separar líquidos distintos.

Questionados sobre a possibilidade de calcular a densidade de um líquido sem as informações de massa e volume, a grande maioria respondeu que não achava possível.

Aluno F

6- A densidade de um líquido pode ser calculada sem a informação da massa e volume?
 Não, pois fica impossibilitada a razão entre as variáveis.

Aluno G

6: ACHO QUE NÃO PODE SER CALCULADA SEM A FORMULA $D = \frac{M}{V}$
 1: SIM

Aluno I

masse e volume
 não, tendo em mãos os valores de massa e volume, eu seguiria aplicar a fórmula, já que não é possível

Questionados sobre a possibilidade de se descobrir a densidade de um líquido comparando-o a outro diferente, a maioria das respostas foi “não”.

Aluno J

⊕ Podemos descobrir a densidade de um líquido comparando-o com outro?
 não, pois os líquidos podem apresentar massas ou volumes distintos, o que irá interferir no valor da densidade

Aluno K

07- Podemos descobrir a densidade de um líquido comparando-o com outro?
 → Não.

Aluno L

7- Podemos descobrir a densidade de um líquido comparando-o com outro?
 R: Podemos descobrir se a densidade dele é maior ou menor, mas não sua densidade exata.

Quanto às perguntas “Para líquidos diferentes com a mesma massa, qual ocupara o maior volume” e “para líquidos diferentes com o mesmo volume, qual terá a maior massa”, os alunos que souberam analisar a expressão matemática obtiveram êxito na resposta.

Na segunda aula, os alunos participaram de uma discussão sobre a propriedade densidade e suas aplicações no cotidiano como: Diferenciação de materiais, separações de misturas e identificação de substâncias. Um breve relato sobre alguns acidentes envolvendo derramamento de petróleo foi apresentado aos alunos com apoio de imagens de notícias veiculadas em alguns sites. As imagens observadas pelos alunos mostravam as grandes áreas atingidas pelo petróleo que se espalhou sobre o mar. A propriedade densidade foi, mais uma vez o centro de discussão quando questionados sobre o motivo de o petróleo permanecer na superfície da água do mar.

Figura 34: Aula expositiva

Fonte: O autor

Foram apresentados e discutidos conceitos físicos como pressão, pressão atmosférica, força e aceleração da gravidade. Suas respectivas fórmulas foram analisadas e combinadas com o auxílio de conhecimentos prévios de matemática básica, já ancorados aos conhecimentos dos alunos. Isso permitiu aos educandos chegar a uma relação entre densidade e altura da coluna de líquidos distintos.

Com esta relação, os alunos perceberam que era possível falar sobre densidade e trabalhar num projeto de identificação de densidade sem a necessidade da fórmula tradicional.

O conjunto experimental foi então apresentado.

Figura 35: Apresentação do Conjunto Experimental aos alunos do 1º ano do Ensino Médio



Fonte: O autor

Para a aula experimental foram preparadas 4 amostras diferentes. Vale ressaltar que devido a pandemia de Covid-19, o conjunto experimental teve que ser apresentado aos alunos em sala de aula. A necessidade de distanciamento inviabilizou a utilização do laboratório da escola, que não comportava a quantidade de alunos presenciais com a distância segura preconizada pelo decreto estadual. Os líquidos hexano e clorofórmio, utilizados durante o desenvolvimento e teste do Produto Educacional foram substituídos por glicerina e acetona 59%, comprovando que se pode trabalhar com os líquidos disponíveis no laboratório da escola.

Foram então utilizados:

- 1) 40 ml de água destilada;
- 2) 40 ml de álcool absoluto;
- 3) 40 ml de glicerina;
- 4) 40 ml de acetona 59%;
- 5) Corantes amarelo, vermelho, azul e rosa.

Cada tubo em “U” foi parcialmente preenchido com uma das amostras e colorido com o respectivo corante, conforme imagem abaixo:

Figura 36: Aplicação do Conjunto Experimental

Fonte: O autor

Depois de preenchidos os tubos, o compressor foi acionado, o que possibilitou variações nas alturas das colunas dos líquidos proporcionais às suas densidades.

Foi feita então a medição das alturas, conforme figura abaixo:

Figura 37: Medição das alturas das colunas

Fonte: O autor

Obtidos os valores das alturas das colunas, pode-se então calcular as densidades do álcool absoluto, glicerina e solução de acetona 59%, utilizando a densidade da água destilada como referência, 1g/cm^3 na temperatura de 25°C .

A variação na altura das colunas está representada na Tabela 3:

Tabela 3: Variação na altura das colunas dos líquidos

Amostra	Variação em centímetros
Água destilada	18,2
Álcool absoluto	22,8
Glicerina	14,6
Acetona 59%	22,2

Fonte: O autor

Aplicado à fórmula temos que:

$$d(\text{água}) \cdot h_1 = d(\text{álcool}) \cdot h_2 = d(\text{glicerina}) \cdot h_3 = d(\text{acetona } 59\%) \cdot h_4$$

- Álcool absoluto:

$$d(\text{água}) \cdot h_1 = d(\text{álcool}) \cdot h_2 \rightarrow 1 \cdot 18,2 = d(\text{álcool}) \cdot 22,8 \rightarrow d(\text{álcool}) = \mathbf{0,798 \text{ g/cm}^3}$$

- Glicerina:

$$d(\text{água}) \cdot h_1 = d(\text{glicerina}) \cdot h_2 \rightarrow 1 \cdot 18,2 = d(\text{glicerina}) \cdot 14,6, \rightarrow d(\text{álcool}) = \mathbf{1,246 \text{ g/cm}^3}$$

- Acetona 59%:

$$d(\text{água}) \cdot h_1 = d(\text{acetona}) \cdot h_2 \rightarrow 1 \cdot 18,2 = d(\text{acetona}) \cdot 20,2 \rightarrow d(\text{acetona}) = \mathbf{0,900 \text{ g/cm}^3}$$

Após identificadas as densidades do álcool absoluto e da glicerina, através do experimento, os alunos pesquisaram na internet os valores teóricos das densidades destas substâncias para que fosse calculado o erro percentual conforme a fórmula seguinte:

$$Er_{\%} = \frac{|V_t - V_e|}{V_t} \times 100$$

Os valores obtidos foram descritos na Tabela 4:

Tabela 4: Valores de erro percentual nas medições de densidade do álcool absoluto e glicerina

SUBSTÂNCIA	VALOR TEÓRICO (g/cm ³)	VALOR EXPERIMENTAL (g/cm ³)	ERRO PERCENTUAL
ÁLCOOL ABSOLUTO	0,790	0,798	1,012 %
GLICERINA	1,26	1,246	1,111 %

Fonte: O autor

Os valores obtidos para a acetona 59% não foram submetidos à fórmula do erro percentual pelo fato da amostra ser uma mistura, solução aquosa de acetona, sem parâmetros bem definidos quando a valores teóricos de densidade.

Ao término da aula alguns relatos foram feitos pelos alunos a respeito da aplicação do produto educacional. Seguem abaixo:

“...Achei muito interessante a forma como o conteúdo foi abordado, principalmente quando as colunas começaram a subir”.

“...A parte que eu mais gostei foi quando os tubos foram preenchidos com os líquidos coloridos”.

“... Todas as aulas de química deveriam ser assim. É muito mais fácil entender”.

“... Nunca imaginei calcular a densidade partindo da fórmula da pressão”.

O preparo das amostras, o manuseio do produto educacional, bem como as anotações dos dados obtidos foram todos feitos exclusivamente pelo professor, uma vez que as normas de segurança e distanciamento social impostos pelo crítico momento de pandemia, impedia qualquer aproximação dos alunos.

Ainda assim, a aula fluiu positivamente, despertando a curiosidade dos educandos bem como o senso de investigação, indispensável em qualquer ambiente escolar comprometido com o aprendizado.

Ficou claro após as três aulas realizadas, que a motivação dos alunos e do professor é o diferencial em ambiente que encontre terreno fértil para uma aproximação com a linguagem científica.

A aplicação do PE demonstrou que a aprendizagem significativa se dá através da construção das relações de trocas de conhecimento, isso é possível através da atividade investigativa, da relação entre o conhecimento teórico e a realidade do meio em que os alunos vivem.

6 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi desenvolvido um produto educacional, protótipo para realização de medidas de volumes, onde foi possível abordar e correlacionar as propriedades densidade, pressão hidrostática e pressão atmosférica, de forma a auxiliar no entendimento dos conteúdos relativos à densidade dos líquidos no Ensino Médio.

Para a aplicação e desenvolvimento da atividade, visando contextualizar os conteúdos de Química e Física, foi organizada uma proposta de sequência didática constituída de:

- Uma aula em que foi aplicado um questionário de sondagem;
- Uma aula expositiva onde foram abordadas as propriedades densidade, pressão hidrostática e pressão atmosférica, dentro de um ambiente contextualizado com o dia a dia do aluno;
- Duas aulas práticas, geminadas, para aplicação do Conjunto Experimental.

A aplicação do questionário de sondagem avaliou o entendimento dos alunos sobre densidade e identificou que a compreensão desta propriedade está totalmente dependente da razão matemática que a define.

Com isso, observou-se que persiste uma forte tendência no ensino, de relacionar conceitos científicos às suas fórmulas, compartimentando estes saberes em estruturas matemáticas isoladas que raramente dialogam entre si.

Ao aplicar o Produto educacional, dentro da sequência didática elaborada com caráter interdisciplinar, pode-se observar a motivação dos alunos ao participar da experimentação e investigação.

A preocupação em estimular uma aprendizagem significativa, contextualizada com o dia a dia do aluno, foi determinante para o sucesso do aprendizado que ocorreu fora do ambiente da pura memorização.

A utilização de 4 aulas na execução da sequência didática mostrou-se suficiente para atingir os objetivos elencados, uma vez que se obteve uma aproximação significativa da propriedade densidade através de um projeto de experimentação.

O registro das medidas, bem como a possibilidade de identificação das densidades dos líquidos no aparelho demonstraram aos alunos que propriedades

distintas, bem como disciplinas distintas, podem ser combinadas em um projeto científico comum.

A utilização do Produto Educacional ofereceu aos educandos a condição de flertar com os conhecimentos de outras disciplinas, uma vez que utilizou a Lei de Stevin, comum à disciplina de física, na abordagem do conceito de densidade, fugindo assim da abordagem tradicional da química.

Observou-se nitidamente o entusiasmo dos alunos ao observar o comportamento dos líquidos no aparelho, proporcionando a confirmação na prática do que se esperava em teoria. Esta, certamente foi a maior contribuição do produto educacional, uma vez que estimulou a participação ativa do aluno na observação dos fenômenos físicos que ocorreram.

A percepção da influência da densidade nas situações observadas à luz do Conjunto Experimental expandiu o entendimento dos alunos a respeito da propriedade que outrora era apenas associada a uma relação de massa e volume, sendo esta conclusão evidenciada por diversos relatos dos educandos ao final da aula prática.

É importante ressaltar que esta pesquisa não teve por finalidade diminuir a importância do estudo das fórmulas, visto que a própria sequência didática apresentada utiliza uma relação de fórmulas como base do experimento. O que se propôs neste trabalho foi a busca de uma alternativa à simples memorização da fórmula ou até mesmo da simples verificação da fórmula em laboratório, quando, por exemplo, o professor ensina que densidade é a relação de massa e volume levando na sequência os alunos ao laboratório para medir a massa e o volume de uma determinada amostra.

A nova abordagem sugerida por este Produto Educacional proporcionou a compreensão da propriedade densidade sem limitá-la ao seu vínculo com a fórmula.

O fato de estarmos vivendo em plena Pandemia de Covid 19 criou situações inesperadas e mudanças bruscas na modalidade de ensino. Devido aos protocolos e medidas sanitárias de distanciamento social, os alunos não puderam compartilhar da experiência de se aproximar do Conjunto Experimental, pipetar os líquidos, inseri-los no aparelho e fazer medições. Todo manuseamento foi realizado exclusivamente pelo professor, e mesmo assim, a curiosidade foi despertada e mantida durante toda a apresentação.

Reaplicar o Produto Educacional em uma nova oportunidade, quando a normalidade da vida escolar se reestabelecer, com a participação dos alunos em todas as etapas da prática, será de grande importância para uma reavaliação dos métodos empregados visando um maior protagonismo dos alunos.

As possibilidades de utilização do Conjunto Experimental certamente não se limitarão às propostas estipuladas por esta pesquisa. Estudos futuros poderão contribuir para novas possibilidades de utilização do protótipo, ampliando sua inserção contexto ensino aprendizagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADORNI, D. S.; SILVA, M. B. da. **Contextualização do ensino de química e motivação para a aprendizagem**: a percepção dos alunos do Ensino Médio. VII Seminário Nacional. III Seminário Internacional. Vitória da Conquista-BA, vol. 7, n. 7, 2019. Disponível em: <<http://anais.uesb.br/index.php/semgepraxis/article/viewFile/8317/7985>>, acesso em: 22 de fev. de 2021.

ALMEIDA, A. M.; et al. **Hidrostática e Hidrodinâmica**. 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/335892377_Capitulo_3_-_Hidrostatica_e_Hidrodinamica?enrichId=rgreq-06737b7b0c90da3f96808b90ba72dfc1-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMzNTg5MjM3NztBUzo4NjY3NjEwNjI3NTYzNTNAMTU4MzY2MzM0OTQ5NA%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf>, acesso em: 07 de mar. de 2021.

AUSUBEL D. P. **Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento**. Editora El Ateneo, Buenos Aires, 1973.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. (Tradução Lígia Teopisto). Lisboa: Paralelo Editora, 2000.

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D., HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BATISTA, R. C.; et al. **Sequência didática** – ponderações teórico-metodológicas. XVIII ENDIPE, Didática e Prática de Ensino no contexto político contemporâneo: cenas da Educação Brasileira. 2016.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. MEC, Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM**. Documento básico. Brasília, DF: INEP, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. MEC. Brasília, 2000.

BRASIL. Ministério Da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. MEC. Brasília, 2007.

BRASIL, T. V. S. **Atividades experimentais investigativas no ensino de ciências**: promovendo a aproximação de alunos com elementos da cultura científica. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências). Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus, 2018.

BORGES, A. T. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, vol. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

BRUNETTI, F. **Mecânica dos Fluidos**. 2. ed. São Paulo, Pearson, 2007.
CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 10 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CÉSAR, J.; et al. **A determinação da densidade de sólidos e líquidos**. Chemkeys. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Química. 2004. Disponível em: <http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/cd2/conteudo/aulas/37_aula/rrecursos/21480/21480.pdf>, acesso em: 07 de mar. de 2021.

ENEM, 1998.
Dispo<http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/1998/1998_amarela.pdf>, acesso em: 21 de fev. de 2021.

FELTRE, R. **Química: química geral**. v 1. 6.ed. São Paulo: Moderna, 2004, 384p.

FERNANDES, E. **David Ausubel e a Aprendizagem Significativa**. NOVA ESCOLA. 2011. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/262/david-ausubel-e-a-aprendizagem-significativa>. Acesso em 01 jul. 2020.

GIANE, K. **A experimentação no Ensino de Ciências**: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa. Dissertação de mestrado – Mestrado em Ensino de Ciências – UNB/BRASILIA, 2010.

GIORDAN, M. **Experimentação por simulação**. Textos LAPEQ, nº 8, Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação, 2003. Disponível em: <<http://www.lapeq.fe.usp.br/textos/ec/ecpdf/giordan-lapeq-n8-2003.pdf>>, acesso em: 13 de fev. de 2021.

GOMES, M. H. R. **Apostila de mecânica dos fluidos**. Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2012. Disponível em: <<https://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2012/09/Apostila-de-Mec%C3%A2nica-dos-Fluidos.pdf>>, acesso em: 07 de mar. de 2021.

HISSA, C. E. V. **A mobilidade das fronteiras**: inserções da geografia na crise da modernidade. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2002.

LEITE, L. R.; LIMA, J. O. G. **O aprendizado da química na concepção de professores e alunos do ensino médio**: um estudo de caso. Revista Brasileira Estudos Pedagógicos (online), vol. 96, n. 243, Brasília, 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbeped/v96n243/2176-6681-rbeped-96-243-00380.pdf>>, acesso em: 24 de fev. de 2021.

LEITE, M. J. S. **Atividades experimentais investigativas**: uma perspectiva inovadora à aprendizagem de Química para alunos do Ensino Fundamental II. Produto da Dissertação (Mestrado em Ensino de Química). Universidade Federal de Viçosa. PROFQUI. Viçosa-MG, 2019.

LIMA, V. A. de. **Atividades Experimentais no ensino médio**: reflexão de um grupo de professores a partir do tema eletroquímica. Dissertação de Mestrado – USP: São Paulo. 2004

LOURENÇO, M. M. V. R. P. **Hidrostática**: Princípio de Arquimedes. Universidade da Beira Interior. Covilhã, 2014. Disponível em: <https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/5564/1/3749_7458.pdf>, acesso em: 07 de mar. de 2021.

MARQUES, N. L. R. **Mecânica dos Fluidos**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. S/a. Disponível em: <<https://www.nelsonreyes.com.br/Fluidos.pdf>>, acesso em: 07 de mar. de 2021.

MARQUES, M. R. **Completamente química - ciência, tecnologia e sociedade: Química Geral**, v.1. São Paulo: FTD, 2001. 624 p.

MOLETTA, L. F. Y. **Abordagem conceitual teórica e experimental sobre assuntos de hidrostática**. Revista Conexão UEPG. Ponta Grossa, vol. 10, n. 2, Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/5141/514151732012.pdf>>, acesso em: 07 de mar. de 2021.

MOREIRA, C. A. M.; et al. **Produtos educacionais de um curso de mestrado profissional em ensino de ciências**. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia. Ponta Grossa, vol. 11, n. 3, p. 344-363, 2018.

MOREIRA, L. C.; SOUZA; G. S. **O uso de atividades investigativas como estratégia metodológica no ensino de microbiologia**: um relato de experiência com estudantes do Ensino Médio. Experiências em Ensino de Ciências. Vol. 11, n. 3. 2016.

MOREIRA, M. A. **A teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel**. In: MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem. São Paulo: EPU, 1999, p. 151-165.

MOREIRA, M. A. (2012) **O que é afinal aprendizagem significativa?** Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/alfinal.pdf>>, acesso em: 07 de mar. de 2021.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, M. A.; NARDI, R. **O mestrado profissional na área de ensino de Ciências e Matemática: alguns esclarecimentos**. R. B. E. C. T, vol. 2, n. 3, 2009.

OLIVEIRA, L. H. M. de; CARVALHO, Regina Simplício. **Um olhar sobre a história da química no Brasil**. Revista Ponto de Vista, vol. 3, 2011. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/outubro2011/quimica_artigos/olhar_hist_quim_brasil_art.pdf>, acesso em: 22 de fev. de 2021.

PELLIZZARI, A. et al. **Teoria da Aprendizagem significativa segundo Ausubel**. Curitiba: PEC, vol. 2, n. 1, p. 37-42, 2002. Disponível em:

<<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012381.pdf>>, acesso em: 13 de fev. de 2021.

PISA - Programa Internacional de Avaliação de Estudantes. **Pisa 2018 revela baixo desempenho escolar em leitura, matemática e ciências no Brasil**. Brasil. INEP, 2019. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/pisa-2018-revela-baixo-desempenho-escolar-em-leitura-matematica-e-ciencias-no-brasil/21206>, acesso em: 13 de fev. de 2021.

PORTO, E. A. B.; KRUGER, V. **Breve histórico do ensino de química no Brasil**. 33º EDEQ. Rio Grande do Sul: Unijuí, 2013. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/25655096-Breve-historico-do-ensino-de-quimica-no-brasil-edimilson-antonio-bravo-porto-1-verno-kruger-2-orientador.html>>, acesso em: 13 de fev. de 2021.

RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO. **Os Fundamentos da Física**, Vol. 03, 7ª Ed. Editora Moderna, 2005.

ROSAR, L. **Atividades experimentais investigativas no ensino de química**: um estudo bibliográfico reflexivo. Monografia (Pós-graduação em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino). UTFPR. UAB. Polo Umuarama. Medianeira, 2018.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA. **Parâmetros curriculares para o ensino médio**: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Ministério da Educação, Brasília, 1998.

SILVA, S. C. R.; SCHIRLO, A. C. **Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel**: reflexões para o ensino de física ante nova realidade social. *Imagens da Educação*, vol. 4, n. 1, p. 36-42, 2014.

USBERCO, J. SALVADOR, E. **Química 1**: Química Geral. 9. ed. São Paulo: Saraiva, 2004. 494 p.

VILANOVA, L. C. **Mecânica dos fluidos**. e-Tec Brasil. Santa Maria, 2010. Disponível em: <http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_ctrl_proc_indust/tec_autom_ind/mec_fluido/161012_mec_fluidos.pdf>, acesso em: 07 de mar. de 2021.

WARTHA, E. J; LEMOS, M. M. **Abordagens investigativas no ensino de química**: limites e possibilidades. *Revista de Educação em Ciências e Matemática*. Amazônia, vol. 12, p. 5-13, 2016.

ZILIO, S. C.; BAGNATO, V. S. **Mecânica dos Fluidos**. 2002. Disponível em: <<http://www.fotonica.ifsc.usp.br/ebook/book3/Capitulo12.pdf>>, acesso em: 07 de mar. de 2021.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens.** Belo Horizonte: Revista Ensaio, vol. 13, n. 03, p. 67-80, 2011.

APÊNDICE A – Questionário Investigativo

1. O que você entende por densidade?
2. Qual é a importância de conhecer a densidade dos líquidos?
3. Para líquidos diferentes com a mesma massa, qual ocupará maior volume?
4. Para líquidos diferentes com o mesmo volume, qual terá a maior massa?
5. Podemos diferenciar líquidos utilizando a densidade? Explique.
6. A densidade de um líquido pode ser calculada sem a informação da massa e do volume?
7. Podemos descobrir a densidade de um líquido comparando-o com outro?

APÊNDICE B – Produto Educacional

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL – PROFQUI

CÁLCULO DA DENSIDADE ESTIMADA PELA PRESSÃO HIDROSTÁTICA

CALCULATION OF DENSITY ESTIMATED BY HYDROSTATIC PRESSURE

Projeto

André Luiz Silveira

Coorientador: Paulo Rodrigo Stival Bittencourt

Orientador: Oldair Donizeti Leite

*PRODUTO EDUCACIONAL DESENVOLVIDO NA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA
FEDERAL DO PARANÁ – CAMPUS MEDIANEIRA*

Título da Dissertação relacionada: Conceitos De Densidade e Pressão Hidrostática:
Uma Abordagem Para o Ensino Médio



[4.0 Internacional.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho licenciado para fins não comerciais, com crédito atribuído ao autor. Os usuários não têm que licenciar os trabalhos derivados sob os mesmos termos estabelecidos pelo autor do trabalho original. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

MEDIANEIRA - PR

2021

01/08/2021



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Medianeira**



ANDRE LUIZ SILVEIRA

CONCEITOS DE DENSIDADE E PRESSÃO HIDROSTÁTICA: UMA ABORDAGEM PARA O ENSINO MÉDIO

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Química.

Data de aprovação: 29 de Julho de 2021

Prof Oldair Donizeti Leite, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Daniel Walker Tondo, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Erivanildo Lopes Da Silva, Doutorado - Universidade Federal de Sergipe (Ufs)

Prof Paulo Rodrigo Stival Bittencourt, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 29/07/2021.

APRESENTAÇÃO

Caro(a) professor(a),

Este produto educacional foi desenvolvido no programa de mestrado profissional em química (PROFQUI) e tem como finalidade auxiliar professores e alunos na realização de um projeto envolvendo as disciplinas de Química e Física em um ambiente de Atividade Investigativa.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio propõem que o ensino de química seja aplicado aos alunos para o desenvolvimento e compreensão dos processos químicos em si, na construção do conhecimento científico relacionado às tecnologias e suas implicações no ambiente social, econômico e político.

Porém, o ensino de química no Brasil em instituições públicas enfrenta escassos investimentos, espaços físicos precários, poucas ferramentas disponíveis, desmotivação de alunos e professores, altos índices de desistência dos alunos e outros fatores que têm se tornado comum no dia a dia das escolas brasileiras.

Nesse cenário, faz-se necessário a adoção de novas práticas de ensino de química, que possibilitem que os alunos participem ativamente do processo de aprendizagem. Para isso, esse estudo propõe as atividades investigativas como uma metodologia no ensino de química em que o aluno se torna peça central no processo de ensino e aprendizagem onde ele aprenderá a partir de pesquisas, diálogos, criticidade, criatividade, motivação, investigação e reflexão.

O dispositivo proposto auxiliará na observação de aspectos fenomenológicos, abrindo aos alunos caminho para análises, discussões, medições e cálculos da densidade de líquidos diferentes, imiscíveis ou não, desviando da abordagem tradicional da química, ao utilizar conceitos que estão hoje, apenas na grade curricular de Física.

OBJETIVO

Desenvolver, construir e aplicar um produto educacional que possibilite relacionar conceitos físico-químicos dentro de um projeto interdisciplinar para a educação básica, fundamentado na Lei de Stevin.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as dificuldades dos alunos em relacionar conceitos físico-químicos comumente abordados de forma isolada na educação básica;
- Propor uma nova aproximação da propriedade densidade presente na grade curricular de química utilizando a atividade investigativa para estimular os alunos no processo de aprendizagem;
- Abordar e discutir os conceitos físico-químicos ambientando estes em situações comuns do cotidiano do aluno.
- Construir um Conjunto Experimental para realizar a experimentação embasada na Lei de Stevin em sala de aula.

CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO EDUCACIONAL

- Baixo custo;
- Fácil construção;
- Não necessita de laboratório especializado;
- A aplicação pode ser feita em poucas aulas;
- Apresenta sequência didática que auxiliará o professor na realização do experimento e na análise dos resultados;
- Possibilita uma aprendizagem significativa.

Nesse contexto, produtos educacionais de baixo custo e fácil construção, que possibilitem aos alunos aferir medidas, obter dados, comparar resultados e tomar decisões são de suma importância (LIMA, 2004)

MATERIAIS E CUSTOS

Para a confecção do conjunto experimental, que é parte integrante do Produto educacional proposto, foram utilizados os materiais relacionados na tabela abaixo e seus respectivos custos aproximados, em real.

Tabela 5: Materiais utilizados para elaboração do Conjunto Experimental e custos

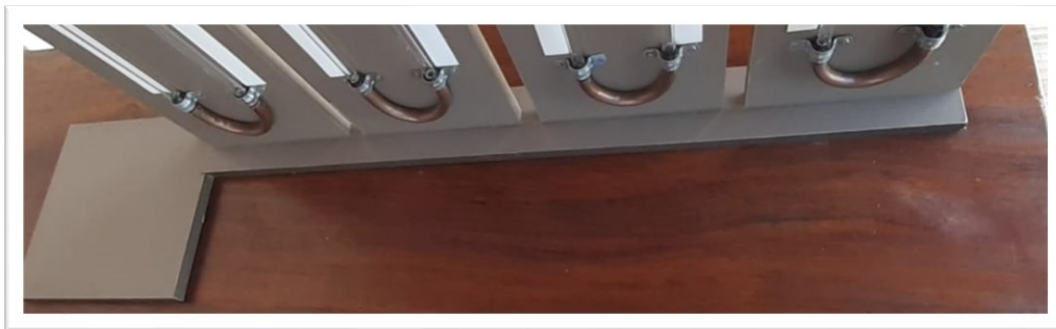
MATERIAIS	CUSTO APROXIMADO (Em Real)
1 chapa de MDF de 15mm de 1,2 m ² .	150,00
8 tubos de vidro de 5mm com 60 cm de comprimento.	136,00
4 curvas de cobre de 5mm.	20,00
1 Compressor de aquário;	50,00
8 braçadeiras de 25mm.	8,00
1 pote de vidro de 3L, estilo conserva, com tampa;	15,00
1 registro de esfera de 1/4;	18,00
4 adaptadores para mangueira;	16,00
3,2 metros de mangueira plástica de 5 mm;	15,00
16 parafusos rosca soberba 2,5 x 14 mm.	8,00
2 metros de fórmica branca lisa.	6,00
TOTAL	442,00

MONTAGEM

Uma chapa de MDF foi cortada de modo a se obter 6 peças, sendo elas:

Uma base de 105 centímetros de comprimento por 9 cm de largura, observando que uma das extremidades possui uma área de 24 cm², conforme figura abaixo:

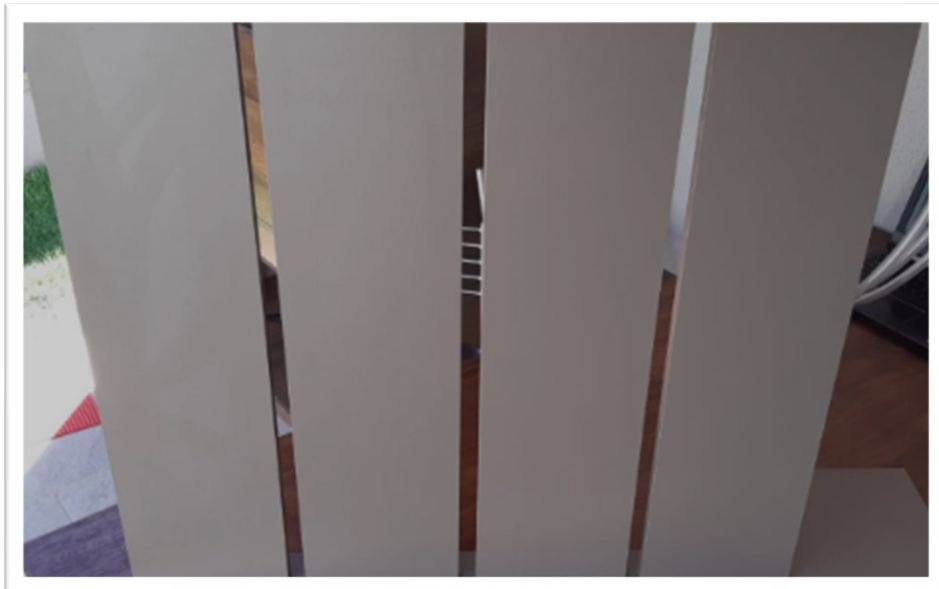
Figura 01: Base do Conjunto Experimental



Fonte: O Autor

4 Chapas de 70 cm de altura por 18 cm de largura:

Figura 02: Chapas de MDF para fixação dos tubos em “U”



Fonte: O autor

1 chapa de 105 cm de comprimento por 5 cm de largura no topo com as devidas furações.

Figura 03: Parte superior do Conjunto Experimental



Fonte: O autor

Depois de posicionadas as peças de MDF, coladas, furadas e parafusadas, o conjunto experimental deve apresentar o seguinte aspecto:

Figura 38: Aspecto geral do Conjunto Experimental



Fonte: O autor

Tubos em U inteiramente feitos de vidro permitem uma melhor visualização dos líquidos no interior do sistema. Porém, a obtenção de tais tubos, pode ser dificultada a depender da região, uma vez que nem todas as cidades possuem loja especializada ou hialotecnia próxima.

Visando driblar as dificuldades de se conseguir tais tubos, a alternativa sugerida é a utilização de curvas de cobre, facilmente obtidas em assistências técnicas de ar-condicionado, ligando tubos retos de vidro, mais comumente encontrados. Cada curva de cobre deve ligar dois tubos retos de 5 mm. A vedação deve ser feita com resina epóxi, conforme figura abaixo:

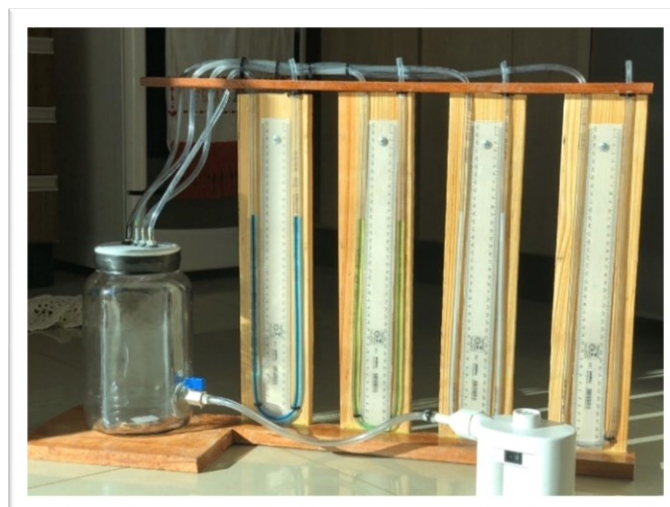
Figura 05: Junção entre tubo de vidro e curva de cobre com vedação de resina epóxi



Fonte: O autor

Vale ressaltar que o primeiro protótipo do produto educacional foi construído todo com mangueiras de silicone (detalhe na foto):

Figura 39: Primeiro protótipo do produto educacional



Fonte: O autor

Embora tenha se mostrado eficiente na proposta do produto educacional, a utilização de mangueiras de silicone limita a experimentação a uma menor variedade de amostras, pelo fato de poderem ser dissolvidas por determinados solventes.

Uma vez fixados todos os tubos, agora em “U”, na base de MDF o aparelho está pronto para receber as mangueiras de silicone.

Figura 07: Fixação do tubo em “U” na base de MDF



Fonte: O autor

Deve-se acoplar na extremidade esquerda de cada tubo em “U” uma mangueira de silicone de 5mm de diâmetro.

Figura 08: Acoplagem das mangueiras aos tubos em “U”



Fonte: O autor

Todas as 4 mangueiras, de comprimentos diferentes e proporcionais às distâncias que cada uma percorrerá no aparelho, serão fixadas a um recipiente de vidro através de adaptadores de mangueira fixados na tampa do recipiente. A vedação da tampa deve ser cuidadosamente inspecionada. Pode-se utilizar resina epóxi, se necessário.

Figura 09: Adaptadores de mangueira fixados na tampa do recipiente de vidro



Fonte: O autor

Ao fundo do recipiente deve ser instalado um registro de esfera de $\frac{1}{4}$, preso a uma mangueira de silicone que será conectada ao compressor.

Figura 40: Conexão do compressor ao tubo de vidro pelo registro de esfera



Fonte: O autor

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

A sequência didática proposta pode ser dividida em três aulas conforme apresentado no quadro 1:

Quadro 1: Sugestão de atividades segmentadas em 4 aulas

AULA	ATIVIDADE
1ª AULA - SONDAAGEM	Aplicação de um questionário para identificar o conhecimento dos alunos em relação à propriedade densidade;
2ª AULA - EXPOSITIVA	Contextualização dos assuntos relacionados a propriedade densidade, pressão atmosférica, aceleração da gravidade e Lei de Stevin bem como análise de fórmulas e comportamento.
3ª e 4ª AULAS - PRÁTICA	Utilização do conjunto experimental

- **Sugestão de questionário de sondagem: 1ª Aula:**

1. O que você entende por densidade?
2. Qual é a importância de conhecer a densidade dos líquidos?
3. Para líquidos diferentes com a mesma massa, qual ocupará maior volume?
4. Para líquidos diferentes com o mesmo volume, qual terá a maior massa?
5. Podemos diferenciar líquidos utilizando a densidade? Explique.
6. A densidade de um líquido pode ser calculada sem a informação da massa e do volume?
7. Podemos descobrir a densidade de um líquido comparando-o com outro?

Sugestão de aula expositiva: 2ª Aula:

A estratégia de contextualização desse assunto, adotada nesta proposta de sequência didática, tem por base trazer reportagens sobre desastres ambientais envolvendo derramamento de petróleo em regiões litorâneas. Várias matérias referentes ao assunto podem ser facilmente encontradas em mídias eletrônicas. Em seguida deve-se chamar a atenção dos alunos para o método que evita o espalhamento do petróleo, as barreiras de contenção, como mostra a figura abaixo e gerar questionamentos como os fatores que possibilitam a utilização desta técnica.

Figura 41: Barreiras de contenção



Fonte: Portal Petronoticias.com.br

Ao analisar a imagem os alunos serão estimulados a debater sobre os aspectos da densidade que permitem este tipo de ação na contenção do óleo derramado. Esta análise servirá como um eixo de partida para discussões sobre densidades em líquidos diferentes, miscibilidade e viscosidade.

Fornecer aos alunos uma ampla variedade de situações em que esta propriedade pode ser analisada é essencial para a assimilação do conceito de um modo que se torne parte do cotidiano do educando.

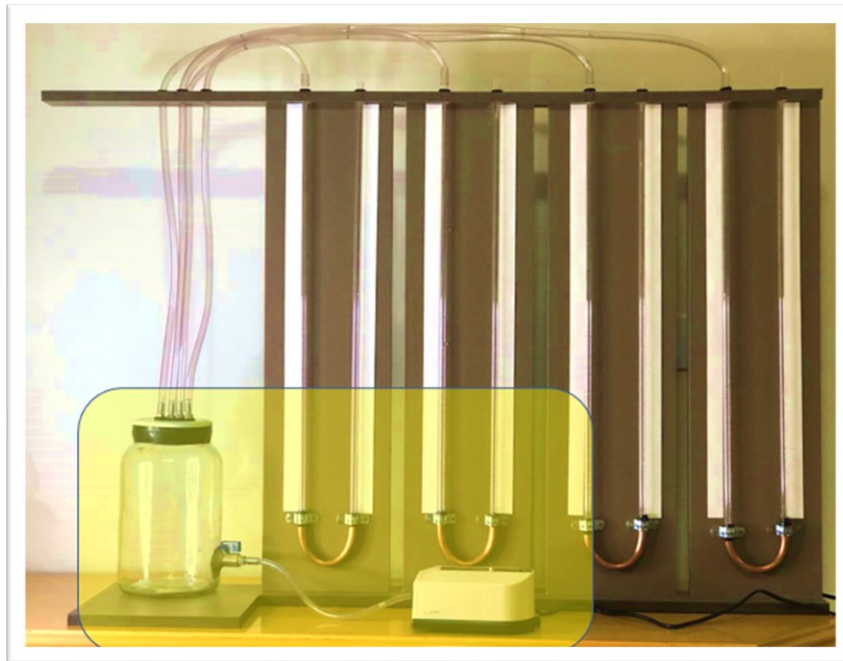
Vale ressaltar que a sequência didática proposta não tem por finalidade dissociar o estudo das propriedades de suas fórmulas. A proposta é ancorar os novos conhecimentos que se pretende alcançar aos conhecimentos prévios que os alunos trazem do seu dia a dia. Logo, equações serão analisadas e o caráter interdisciplinar surgirá quando o desafio de determinar a densidade de um líquido, sem a utilização da tradicional fórmula da densidade, for lançado.

Os alunos serão estimulados a combinar fórmulas, recorrendo ao conhecimento matemático prévio, a fim de chegar ao objetivo da determinação da densidade dos líquidos por outro caminho, que não o tradicionalmente descrito nos livros didáticos de química

- **Aplicação do conjunto experimental: 3ª Aula**

O acionamento do compressor (motor de aquário) injeta, através de uma mangueira de silicone, ar dentro de um recipiente de 3 litros de capacidade volumétrica.

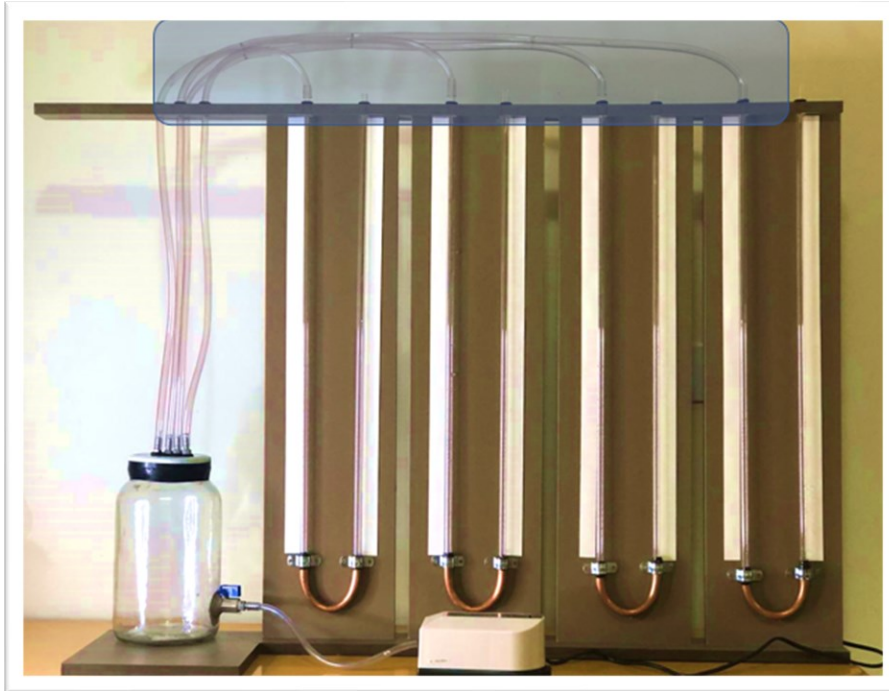
Figura 42: Acionamento do compressor



Fonte: O autor

Deste recipiente partem 4 outras mangueiras conectadas, cada uma, a extremidade esquerda de cada tubo em “U”.

Figura 12: Distribuição do ar em cada tubo

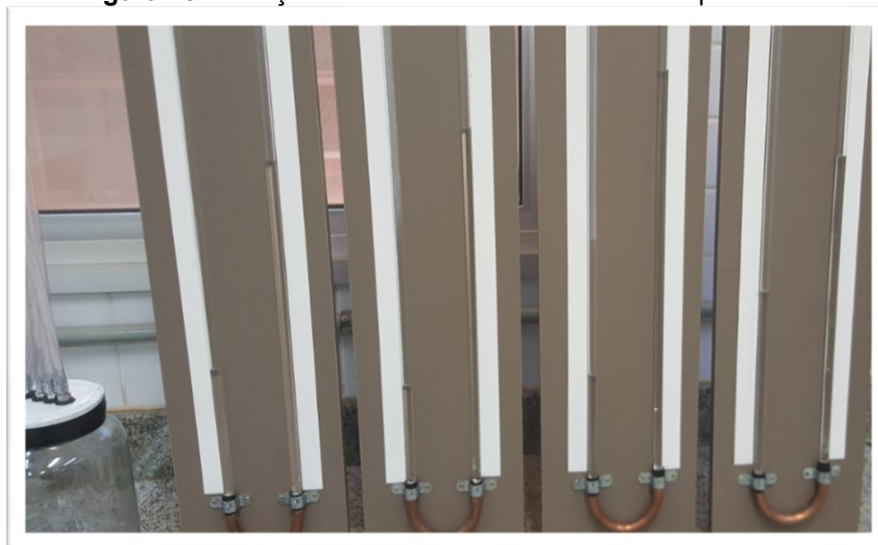


Fonte: O autor

O Ar soprado pelo compressor e distribuído pelo recipiente, fornecerá uma pressão uniforme em cada tubo, levando a uma variação nas alturas das colunas dos líquidos utilizados.

São as diferentes variações de alturas nas colunas que possibilitaram a realização dos cálculos de densidade dos líquidos conforme metodologia apresentada.

Figura 13: Variações nas alturas das colunas dos líquidos



Fonte: O autor

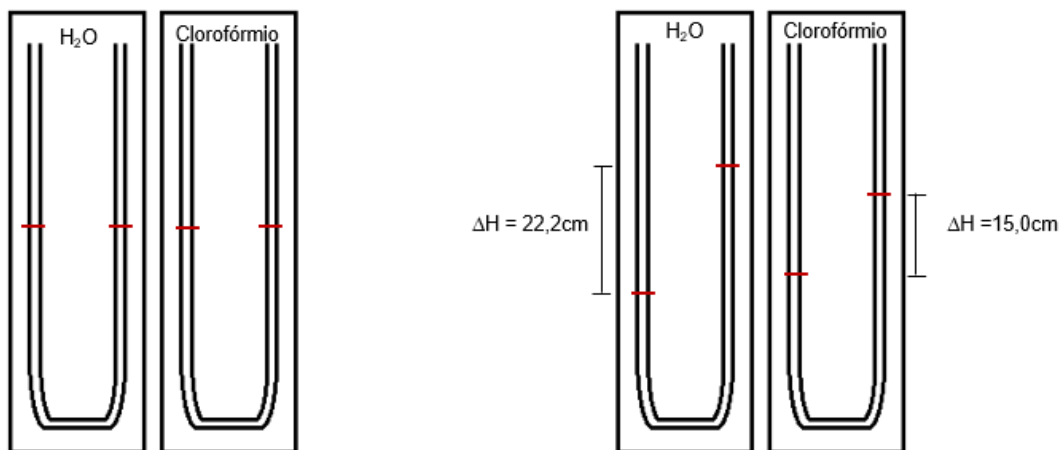
RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os testes objetivando investigar a eficiência do Produto Educacional na estimativa de densidade e a otimização em condições controladas ocorreram no Campus da UTFPR de Medianeira no dia 25 de outubro de 2019.

Os resultados obtidos, demonstrados pelas figuras abaixo, mostram as variações nas alturas das colunas dos líquidos clorofórmio, hexano e etanol em comparação com a água. O experimento foi realizado em temperatura ambiente.

Comparando as colunas de água e clorofórmio antes e depois do acionamento do compressor pode-se observar a variação na altura da coluna de água em 22,2 cm enquanto a variação na altura da coluna do clorofórmio foi de 15,0 cm.

Figura 14: Variação na coluna de clorofórmio em relação à coluna de água



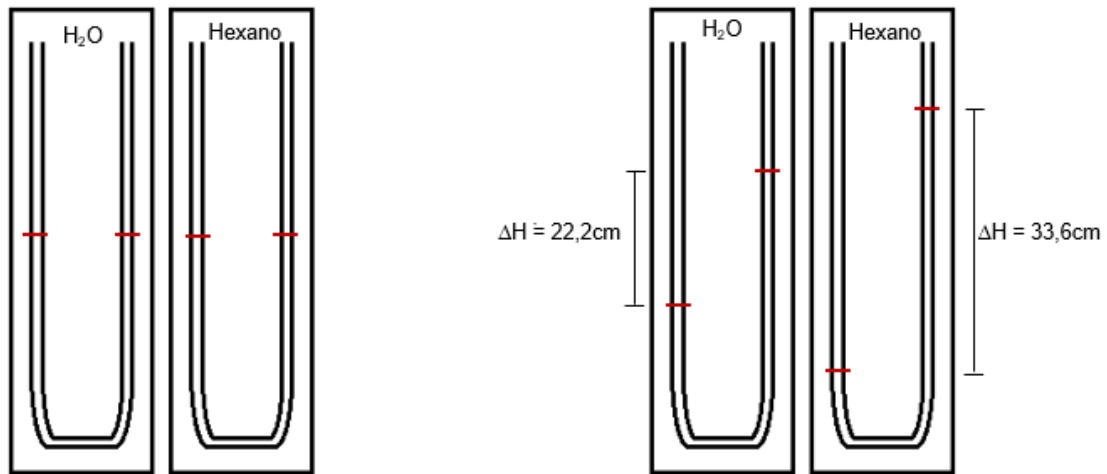
Fonte: O autor

Aplicando os resultados à fórmula temos que:

$$\rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2 \quad \rightarrow \quad 1 \cdot 22,2 = \rho_2 \cdot 15,0 \quad \rightarrow \quad \rho_2 = 1,480 \text{ g/cm}^3$$

Ao se comparar as colunas de água e hexano antes e depois de acionado o compressor observou-se que a variação na altura da coluna de água em 22,2 cm enquanto a variação na altura da coluna de hexano foi de 33,6 cm.

Figura 15: Variação na de coluna de hexano em relação à coluna de água



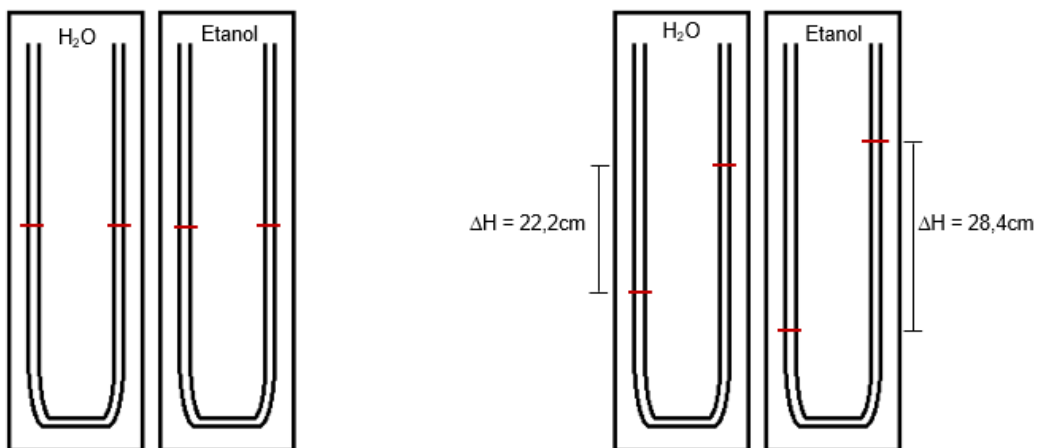
Fonte: O autor

Aplicando os resultados à fórmula temos que:

$$\rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2 \quad \rightarrow \quad 1 \cdot 22,2 = \rho_2 \cdot 33,6 \quad \rightarrow \quad \rho_2 = 0,660 \text{ g/cm}^3$$

Já a comparação entre as variações das colunas de água e etanol mostrou que enquanto a coluna de água variou de 22,2 cm a coluna de etanol variou de 28,4 cm.

Figura 43: Variação na coluna de etanol em relação à coluna de água



Fonte: O autor

Aplicando os resultados à fórmula temos que:

$$\rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2 \quad \rightarrow \quad 1 \cdot 22,2 = \rho_2 \cdot 28,4 \quad \rightarrow \quad \rho_2 = 0,781 \text{ g/cm}^3$$

Ao submeter os resultados à fórmula de erro percentual

$$Er\% = \frac{|Vt - Ve|}{Vt} \times 100$$

foram obtidos os resultados registrados na Tabela 2:

Tabela 2: Valores de erro percentual nas medições de densidade do clorofórmio, hexano e etanol

SUBSTÂNCIA	VALOR TEÓRICO (g/cm ³)	VALOR EXPERIMENTAL (g/cm ³)	ERRO PERCENTUAL
CLOROFÓRMIO	1,490	1,480	0,671%
HEXANO	0,655	0,660	0,763%
ETANOL	0,789	0,781	1,013%

Fonte: O autor

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LIMA, V. A. de. **Atividades Experimentais no ensino médio**: reflexão de um grupo de professores a partir do tema eletroquímica. Dissertação de Mestrado – USP: São Paulo. 2004