



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Instituto de Física
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física

PENSANDO A FÍSICA DURANTE UM ALAGAMENTO NUMA TEMPESTADE

DOUGLAS VIEIRA DE AGUIAR

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Deise Miranda Vianna

Rio de Janeiro

Dezembro de 2021

PENSANDO A FÍSICA DURANTE UM ALAGAMENTO NUMA TEMPESTADE

DOUGLAS VIEIRA DE AGUIAR

Orientadora:

Deise Miranda Vianna

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

Dr^a. Deise Miranda Vianna – UFRJ (Presidente)

Dr. Eduardo Oliveira Ribeiro de Souza- UFF

Dr. Germano Maioli Penello - UFRJ

Dr^a. Isa Costa - UFF

Rio de Janeiro

Dezembro de 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

VD736p Vieira de Aguiar, Douglas
 PENSANDO A FÍSICA DURANTE UM ALAGAMENTO NUMA
 TEMPESTADE / Douglas Vieira de Aguiar. -- Rio de
 Janeiro, 2021.
 63 f.

 Orientador: Deise Miranda Vianna.
 Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do
 Rio de Janeiro, Instituto de Física, Programa de Pós
 Graduação em Ensino de Física, 2021.

 1. Ensino de Física. 2. Alfabetização Científica.
 3. CTS. 4. Ensino por Investigação. 5. Hidrostática.
 I. Miranda Vianna, Deise, orient. II. Título.

Dedico essa dissertação a todos que se empenham na árdua, porém gratificante, missão de ensinar.

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida e por tantas conquistas ao longo dessa vida. Agradeço a intercessão do Arcanjo São Miguel e a Nossa Sra. de Fátima.

Quero agradecer aos meus pais, Raquel e Reginaldo por me amarem tanto e por sempre acreditar em mim. Ao meu pai fica a minha gratidão ímpar, pois mesmo tendo estudado tão pouco ao longo da vida, viajou bastante por essas estradas Brasil a fora para conseguir prover uma educação de qualidade, já que sempre acreditou que era preciso estudar para chegar a algum lugar.

Quero agradecer ao meu irmão e toda minha família por todo incentivo e carinho.

Um agradecimento a todos os professores, funcionários, diretores e colaboradores do Colégio Monsenhor Raeder, pelo apoio e suporte. De maneira singular gostaria de agradecer a Prof.^a Leny-Ara, a Leninha Albuquerque que muito além de me incentivar me ajudou com diversas vezes com as regras gramaticais.

Quero agradecer aos meus afilhados e amigos, mas de forma muito especial ao Bruno por sempre me motivar a continuar.

Um agradecimento muito particular a minha turma de mestrado que foi sempre incrível. Fico lisonjeado por ter estudado com professores tão formidáveis, de maneira muito especial o Orlando, Rojans, Felipe Martins, Jordão, Carlos, Edward e Zowguifer.

Ao brilhante corpo docente da UFRJ, meu agradecimento a todos os professores, vocês são incríveis.

Um agradecimento aos Professores Vitorvani, Eduardo, Germano por aceitarem fazer parte da minha banca. De maneira especial a Prof.^a Isa Costa da UFF, minha querida orientadora da licenciatura.

Agradeço muitíssimo ao Prof. Sandro que durante os encontros do PROENFIS sempre contribuiu com a elaboração deste trabalho.

Preciso agradecer muito a minha querido orientadora Prof.^a Deise, que aceitou a orientação desta dissertação. Agradeço pela imensa contribuição no Ensino de Física, por todo aprendizado, pelo seu jeito peculiar com que cuida, contribui e nos faz crescer. Eu conhecia uma brilhante professora e um ótima pesquisadora, mas diante das dificuldades desses últimos tempos conheci um ser humano incrível! Muito obrigado por todo carinho e atenção sem você professora eu não teria conseguido. Muito Obrigado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

PENSANDO A FÍSICA DURANTE UM ALAGAMENTO NUMA TEMPESTADE

Douglas Vieira de Aguiar

Orientadora:

Deise Miranda Vianna

Resumo da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

As enchentes e inundações estão cada vez mais comuns nos grandes centros urbanos e como essa é uma realidade que atinge grande parte da população, resolvemos aproveitar este fato para tratarmos em nossas aulas de Física. Utilizando o enfoque CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade), construímos uma sequência de ensino investigativo (SEI) que pudesse tratar deste relevante tema abordando conceitos de Hidrostática e colaborando no processo de Alfabetização Científica dos alunos. A atividade foi aplicada em um colégio privado da Zona Norte da Cidade de Niterói, no Rio de Janeiro. A nossa escolha por essa instituição deu-se pelo fato de que em sua proximidade os alunos dessa região também convivem com a realidade dos transtornos gerados pelas inundações. A sequência de ensino aplicada foi registrada em áudio e foi transcrita para a análise dos resultados. Verificamos que a sequência trouxe resultados positivos no engajamento dos estudantes, na participação das atividades, das discussões em grupo e do aprendizado dos conceitos de Física.

Palavras-chave: Ensino de Física, Alfabetização Científica, C-T-S, Ensino por Investigação, Hidrostática.

Rio de Janeiro

Dezembro de 2021

ABSTRACT

THINKING ABOUT PHYSICS DURING A FLOODING IN A STORM.

Douglas Vieira de Aguiar

Supervisor:

Deise Miranda Vianna

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

Floods are increasingly common in large urban centers and as this is a reality that affects a large part of the population, we decided to take advantage of this fact to address it in our Physics classes. Using the CTS (Science-Technology-Society) approach, we built a sequence of investigative teaching (ITS) that could address this relevant topic by approaching concepts of Hydrostatics and collaborating in the students' Scientific Literacy process. The activity was applied in a private school in the North Zone of the city of Niterói, in Rio de Janeiro. Our choice for this institution was due to the fact that in its proximity the students of this region also live with the reality of the inconvenience generated by the floods. The teaching sequence applied was audio recorded and transcribed for analysis of the results. We found out that the sequence brought positive results in student engagement, participation in activities, group discussions and learning the concepts of Physics.

Keywords: Teaching Physics, Scientific Literacy, C-T-S, Teaching by Investigation, Hydrostatics.

Rio de Janeiro

December 2021

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1.INTRODUÇÃO | 1 |
| 2.REFERENCIAL TEÓRICO | 5 |
| 2.1 – Alfabetização Científica (AC)..... | 5 |
| 2.2 – Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)..... | 8 |
| 2.3 – Ensino por Investigação ou Ensino Investigativo..... | 11 |
| 3.HIDROSTÁTICA | 15 |
| 4.DESCREVENDO A ATIVIDADE: | 24 |
| 4.1: A AULA 01..... | 25 |
| 4.2: A AULA 02..... | 32 |
| 4.3: A AULA 03..... | 34 |
| 4.4: A AULA 04..... | 37 |
| 5.ANÁLISE DA DISCUSSÃO DO GRUPO 03: | 39 |
| 6.CONSIDERAÇÕES FINAIS | 58 |
| REFERÊNCIAS | 61 |

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Na era da tecnologia e da informação, as notícias nos chegam cada vez mais rápido, sejam elas boas ou ruins. É bastante comum, principalmente nos períodos do ano em que os índices pluviométricos são maiores, nos depararmos com informações sobre tragédias geradas por alagamentos. Veja um trecho de uma reportagem publicada no site do G1:

As maiores cidades brasileiras sofrem frequentemente com chuvas e com inundações. Em geral, elas seguiram um modelo de urbanização que só agrava o problema. Bairros a perder de vista, prédios e mais prédios, ruas e avenidas cercadas pelo concreto, onde o que se vê é quase tudo cinza. Áreas verdes quase não aparecem na paisagem. Outra característica em comum dessas metrópoles? As inundações, que devem ficar cada vez mais fortes. “Gente, eu estou inundando”, lamenta uma motorista dentro do próprio carro em uma tempestade. (G1, 2019).

Verificamos nas informações acima diversos fatores similares principalmente entre as grandes cidades brasileiras que fazem dos alagamentos algo comum em períodos de chuva forte. A maneira como estas cidades se desenvolveram, bem como a geografia do local, a infraestrutura urbana, a maneira como o descarte do lixo é feito são fatores relevantes para estas situações. Na mesma reportagem encontramos alternativas para ajudar a mitigar os efeitos das fortes chuvas:

É o caso de um prédio comercial. Metade da área dele é permeável. A água da chuva é recolhida do telhado, do piso e dos gramados; cai em ralos e, na sequência, fica armazenada em várias caixas na garagem, com capacidade para 90 mil litros. É muita água que deixa de chegar com pressão às ruas. “Com isso, você minimiza a questão das enchentes. Se todo mundo fizesse dessa forma, contivesse essa água, nós teríamos ela solta ao longo de um tempo maior sem causar inundações”, disse Teodomiro Camargos, vice-presidente da Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (Fiemg). (G1, 2019).

Na cidade de Niterói, onde está localizada a nossa escola, a qual faz parte da rede privada de ensino e atende alunos de todas as etapas da educação básica, também sofremos com os problemas retratados nas notícias acima, como é possível ver nas imagens registradas em vídeo no link: ([Chuva provoca alagamentos em ruas de Niterói | Rio de Janeiro | G1 \(globo.com\)](#)). Cientes de que esta realidade toca de

alguma forma a todos nós. Logo, nos propusemos a utilizar esta realidade para contribuir no processo de alfabetização científica dos nossos educandos, para que, conscientes da realidade, contribuam no processo de transformação da realidade que hoje vivemos, ideia essa também defendida por Chassot (2003):

[...] seria desejável que os alfabetizados cientificamente não apenas tivessem facilitada leitura do mundo em que vivem, mas entendessem as necessidades de transformá-lo – e, preferencialmente, transformá-lo em algo melhor. Tenho sido recorrente na defesa da exigência de com a ciência melhorarmos a vida no planeta, e não torná-la mais perigosa, como ocorre, às vezes, com maus usos de algumas tecnologias (p.94).

Para construção de uma sequência didática de ensino, optamos por uma sequência de ensino investigativa (SEI), com enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), vislumbrando assim possibilitar um maior engajamento e participação dos alunos nesse processo de ensino-aprendizagem.

A nossa SEI foi elaborada para que, partindo dos problemas causados pelos alagamentos, conseguíssemos estudar alguns dos principais conceitos de Hidrostática. Ela foi desenvolvida para ser aplicada em quatro aulas em uma turma da 3ª série do Ensino Médio de uma escola privada da zona norte da cidade de Niterói. Contudo, destacamos que a quarta aula por questões técnicas da escola não foi possível ser aplicada no ano de 2019, logo reaplicaríamos à outra turma no ano de 2020, todavia devido a pandemia do novo Coronavírus não foi possível realizar a nova aplicação.

Esta dissertação está organizada em seis capítulos, os quais tratam de forma detalhada, a fundamentação teórica que embasa essa pesquisa, a discussão sobre o que se deseja ensinar no campo da Hidrostática, a construção da sequência de ensino investigativo e a sua metodologia, a análise e discussão dos resultados, as considerações finais e as obras citadas.

No capítulo 2 desta dissertação, encontramos o referencial teórico, o qual serviu como base para fundamentação desta pesquisa. Nele enfatizamos a importância de seguir as orientações dos documentos oficiais que determinam como objetivo da educação básica a formação cidadã e crítica dos nossos educandos. Acreditamos que nossas práticas pedagógicas devem ser capazes de auxiliar na Alfabetização Científica dos nossos alunos. Para isso, escolhemos trabalhar com o ensino por investigação, com enfoque CTS, analisando como nossos alunos se

desenvolvem através dos indicadores de Alfabetização Científica (SASSERON, 2008).

Capítulo 3. Neste capítulo tratamos sobre o tema de Hidrostática trabalhado. Nesta sequência, trazemos a discussão sobre fluídos compressíveis e incompressíveis, massa específica e densidade, pressão de uma força, pressão da coluna de um fluído, Teorema de Stevin, Experiência de Torricelli e Empuxo.

No capítulo 4, o leitor encontrará de maneira esmiuçada a construção da nossa SEI: o número de encontros, bem como a duração de cada um deles; o objetivo que se deseja alcançar em cada aula. Na aula 1 contextualizamos os problemas enfrentados nas principais metrópoles brasileiras em decorrência dos alagamentos, apresentamos dois vídeos que mostram o drama vivido em duas cidades brasileiras e fomentamos a discussão sobre possíveis causas, e prováveis caminhos para solucionar o problema. Trazemos também um jogo de boia ou afunda, uma atividade sobre as densidades e massa específica.

Na aula 2, vamos tratar da pressão de uma força e para isso desenvolvemos duas atividades utilizando duas camadas de pregos de mesmo tamanho, contudo com uma quantidade diferente de pregos para assim tratarmos da relação entre força, superfície de contato e pressão. Em uma das atividades os alunos utilizam as suas próprias mãos e na outra uma bexiga cheia de ar.

Na aula 3, queremos ampliar o conceito de pressão e tratamos da pressão de uma coluna de fluído. Para isso trazemos um vídeo de uma entrevista com um ex-jogador de futebol que retrata as diferenças entre jogar ao nível do mar e em locais com altitude elevada; em seguida, questionamos os alunos sobre experiências de mergulho no mar e na piscina, bem como sobre sensações sentidas ao subir e descer uma serra e no processo de decolagem e aterrissagem de um avião. Propomos ainda duas atividades: uma com um copo e uma folha de papel e outra com uma garrafa PET com furos em sua base.

Na aula 4, rerepresentamos os vídeos da aula 1, fixamos na imagem de um carro boiando em meio à tempestade e questionamos sobre as condições do carro, se há água em seu interior, e caso haja por onde essa água entrou. Para responder esses e outros questionamentos os alunos deverão montar um carrinho com uma vasilha plástica, peças de Lego, massinha de modelar, fita adesiva, palito de churrasco, rodinhas, entre outros materiais de baixo custo.

No capítulo 5, trazemos a transcrição das falas e discussões de um dos grupos de alunos e analisamos o seu diálogo segundo os indicadores de alfabetização científica.

No capítulo 6, trazemos as considerações finais, onde fazemos uma análise da proposta da SEI, levando em consideração os objetivos e resultados alcançados. Comentamos as dificuldades e os êxitos no processo de aplicação.

Ao concluir esta sequência, esperamos que nossos alunos tenham se tornado mais conscientes dos problemas que enfrentamos frente aos alagamentos, tenham compreendido possíveis causas e consequências, bem como os possíveis caminhos para reduzir os impactos e preservar vidas em situações como essas. Esperamos também que nossos educandos tenham aprendido sobre Hidrostática e a como elaborar hipóteses para resolver problemas.

Capítulo 02

REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 – Alfabetização Científica (AC)

Ao observar-se o ensino de Física nas últimas décadas, vemos que cada vez mais pesquisadores têm se empenhado nas mais diferentes linhas de pesquisa, com muito afinco para melhorarem a qualidade do ensino no Brasil e no mundo. Sabemos que muito tem sido feito, todavia percebemos que ainda não foi o bastante, uma vez que a demanda educacional é enorme. Portanto, devemos seguir nos esforçando para termos cada vez mais um processo de ensino-aprendizagem de sucesso. É na busca por um ensino mais eficaz que defendemos investir na alfabetização científica de nossos educandos, pois como defendem Sasseron e Machado (2017) esse é um processo em que todos os indivíduos são inseridos e que pode ser sistematizado pela escola. Contudo, tal aperfeiçoamento não ocorre somente nela.

Contribuir com o processo de alfabetização científica dos nossos alunos é uma ótima possibilidade, pois investindo em AC atendemos à solicitação da Lei de Diretrizes e Bases (BRASIL, 1996), onde em seus primeiros parágrafos defendem que é papel da escola a formação para o exercício pleno da cidadania e para o mundo do trabalho. Como pensar em exercício pleno da cidadania sem um bom conhecimento em ciências e nas relações que estas têm com o nosso cotidiano? Acreditando que é preciso compreender como a ciência é construída e a sua relação com a sociedade, assim apresentamos a definição de Sasseron e Machado (2017) para AC:

[...], adotamos “Alfabetização Científica” quando nos referimos ao ensino de ciências cujo objetivo é a formação do indivíduo que o permita resolver problemas de seu dia a dia, levando em conta os saberes próprios das Ciências e as metodologias de construção de conhecimento próprias do campo científico. Como decorrência disso, o aluno deve ser capaz de tomar decisões fundamentadas em situações que ocorrem ao seu redor e que influenciam, direta ou indiretamente, sua vida e seu futuro. (p.12).

Podemos, então, verificar a existência de uma consonância com a exigência legal e a proposta da AC para obtenção desses resultados. Em contato com a necessidade de formar cidadãos críticos e reflexivos perguntamo-nos, como fazer? Verificamos que as aulas ditas tradicionais contribuem sim para a aprendizagem de uma pequena parcela dos alunos, entretanto para os demais torna-se uma grande repetição de fórmulas e de exercícios. Então, faz-se necessário o seguinte questionamento: Como e o quê ensinar? Torna-se muito difícil pensar em um processo que estimule a criticidade sem primeiro pensar no planejamento deste processo, os recursos e os objetivos. Segundo Driver (1999) é preciso que os alunos entendam a ciência como processo de construção humana. Ou seja, não existe uma ciência que seja produzida em castelos de marfim, por sobre-humanos, fora dos conceitos pré-existentes e atemporais e tampouco podemos crer que a ciência por si só resolverá todos os problemas do mundo.

Podemos observar que Latour (2000) vai defender a ideia da desmistificação da ciência, ou seja, é preciso conhecer como de fato se dá uma pesquisa científica. Como ele mesmo argumenta é preciso conhecê-la entrando pela “porta dos fundos”. E o que quer dizer isso? Isso significa que é preciso combater a ideia de uma ciência pronta, fria, atemporal e indubitável, porque na verdade a ciência vai sendo construída e aprimorada aos poucos.

A aproximação dos alunos com a ciência é peça fundamental no processo da AC. Contudo, o real interesse não é puramente o de uma aproximação, mas os grandes resultados que o avanço na AC dos educandos podem trazer, em primeiro momento para cada indivíduo e a posteriori para a sociedade. Veja o que dizem Gil - Pérez e Vilches (2006):

Pero quisiéramos, antes de terminar, mencionar una tercera e importante razón para universalizar la alfabetización científica como parte esencial de la educación ciudadana, que va más allá de su utilidad: nos referimos al goce generado por las construcciones científicas que han ampliado nuestra visión del universo, hablándonos de su pasado y de su futuro, ayudándonos a comprender fenómenos que durante milenios espantaron a los seres humanos, contribuyendo a liberarnos de numerosos prejuicios y transmitiéndonos la emoción de apasionantes desafíos. (p. 50)¹

¹ Tradução livre: Mas gostaríamos, antes de terminar, de mencionar uma terceira e importante razão para universalizar a alfabetização científica como parte essencial da educação para a cidadania, que vai além de sua utilidade: nos referimos ao prazer gerado pelas construções científicas que expandiram nossa visão do universo. Contando-nos sobre o seu

Nesse relato, encontramos outro importante subsídio para defender a relevância da AC de nossos alunos, pois através dela podemos não só dar possibilidades para o exercício da cidadania, mas aguçar e alimentar a curiosidade da maioria dos seres humanos. Se pensarmos bem, hoje não causa impacto algum realizarmos uma chamada de vídeo ou uma radiografia, contudo não foi sempre assim. Imagine uma pessoa que tivesse vivido no século XVIII, se ele chegasse ao nosso mundo hoje, como você acredita que explicaria os exemplos dados acima? Provavelmente, ela associaria a algo sobrenatural. Se pedíssemos aos nossos alunos que explicassem os mesmos fatos, como eles explicariam? Certamente não estranhariam tais fatos, todavia saberiam explicar cientificamente algumas dessas coisas? Sendo sua resposta negativa, é a hora de repensarmos a nossa prática e entendermos que cidadãos do século XXI precisam de uma educação que os capacite a viver em nosso tempo como indivíduos críticos e pensantes.

Aos professores que buscam investir em metodologias para facilitar o progresso da AC nos seus alunos, gostaríamos de destacar que três coisas principais são necessárias: buscar entender como o aluno pensa e saber da grande contribuição que os erros podem trazer no processo de aprendizagem, a reflexão constante da sua prática pedagógica, antes, durante e após cada aula e a avaliação constante da evolução dos educandos. Para acompanhar o progresso nos alunos, defendemos a utilização dos indicadores de alfabetização científica defendida por Sasseron e Carvalho (2008), que devem ser utilizados quando o acompanhamento é gravado e transcrito. Usaremos uma tabela sintetizada por Penha, Carvalho e Vianna (2009):

Tabela 01 - Indicadores de Alfabetização Científica.

| INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA | | |
|---|------------------------------|---|
| Indicadores para trabalhar com os dados de uma investigação; | Seriação de Informações | Indicador que não necessariamente prevê uma ordem a ser estabelecida, mas pode ser um rol de dados, uma lista de dados trabalhados. |
| | Organização de Informações | Ocorre nos momentos em que se discute sobre o modo como um trabalho foi realizado. |
| | Classificação de Informações | Ocorre quando se busca conferir hierarquia às informações obtidas. |

passado e o seu futuro, ajudando-nos a compreender fenômenos que durante milhares de anos amedrontaram os seres humanos, ajudando-nos a libertar-nos de numerosos preconceitos e transmitindo-nos a emoção de excitantes desafios.

| | | |
|---|---------------------------|--|
| Indicadores para a estruturação do pensamento; | Raciocínio Lógico | Compreende o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas e está diretamente relacionado à forma como o pensamento é exposto; |
| | Raciocínio Proporcional | Mostra como se estrutura o pensamento, e refere-se também à maneira como variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas. |
| Indicadores para entendimento da situação analisada. | Levantamento de Hipóteses | Apontam instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema (pode surgir na forma de uma afirmação ou de uma pergunta). |
| | Teste de Hipóteses | Colocam à prova as suposições anteriormente levantadas (pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias). |
| | Justificativa | Quando em uma afirmação qualquer proferida lança mão de uma garantia para o que é proposto. |
| | Previsão | Explicitados quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos. |
| | Explicação | Quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. (Estão relacionados à justificativa para o problema). |

Fonte: SASSERON e CARVALHO, 2008 apud PENHA, CARVALHO e VIANNA, 2009, p. 4.

Os indicadores de AC elencados na tabela 01, serão utilizados para realizarmos a análise dos discursos dos alunos ao longo da nossa sequência de ensino investigativo (SEI).

2.2 – Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)

Com o passar dos anos, verifica-se que a humanidade tem evoluído e sua relação com o mundo que a cerca tem se tornado mais complexa. Para dar conta desta relação entre o avanço tecnológico, científico e social que se intensificou principalmente alguns anos após o fim da segunda guerra mundial, encontramos o surgimento de um movimento que passou a analisar de maneira crítica a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (SANTOS, 2007).

No final da década 1970 e início da década 1980, encontramos o início de um movimento que ficou conhecido como CTS (Ciência, tecnologia e sociedade). Um dos principais objetivos que podemos encontrar entre as diversas partes onde o movimento crescia era a necessidade de repensar a maneira como estava sendo conduzido o ensino de Ciências nesse período (AIKENHEAD, 2005).

Verificamos na literatura da época que marca o início do movimento que Gallagher (1971) descreve um interessante caminho para uma nova forma de ensinar ciências, que conseqüentemente buscaria novos objetivos:

Para futuros ciudadanos em una sociedade democrática, comprende la interrelación entre ciencia, tecnología y sociedad puede ser tan importante como entender los conceptos y los procesos de la ciencia. (Gallagher, 1971, p.337).²

Nota-se no trecho acima um interesse em dar a possibilidade aos alunos de compreender, já na educação básica, a retroalimentação existente entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Ou seja, inicia-se um processo preocupado em transformar a escola em um local onde se possa discutir como é o processo de construção do conhecimento científico.

Inseridos neste contexto, vale ressaltar que não existe uma ciência neutra e sem limites. Faz-se também necessário que, em nossas salas de aula, seja questionado se é possível de fato entender e/ou existir uma Ciência descontextualizada. Tais levantamentos são demasiadamente relevantes, uma vez que é preciso combater a realidade onde a ciência é propriedade de poucos, pois defendemos que a mesma seja amplamente divulgada e acessível a todos (FONTES, 2003).

A ideia defendida por Fontes (2003) acima está em consonância com a proposta para o ensino de Física defendida nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), cujo texto diz:

² Para os futuros cidadãos em una sociedade democrática, comprender a inter-relação entre ciência, tecnologia e sociedade pode ser tão importante quanto comprender os conceitos e processos da ciência. (Tradução do autor).

Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. Para tanto, é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas. (BRASIL, p. 22, 2000).

Verifica-se que é muito difícil compreender o processo de construção científica descontextualizando-o, portanto defendemos que para um processo de ensino-aprendizagem mais eficaz é preciso analisar sempre Ciência, Tecnologia e Sociedade como um tripé indissociável, tendo em vista que para a formação crítica e reflexiva torna-se indispensável uma análise mais ampla das questões científicas. Observa-se também na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio a defesa de que a área das Ciências da Natureza tenha por objetivo:

Na Educação Básica, a área de Ciências da Natureza deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias. O desenvolvimento dessas práticas e a interação com as demais áreas do conhecimento favorecem discussões sobre as implicações éticas, socioculturais, políticas e econômicas de temas relacionados às Ciências da Natureza. (BRASIL, p.537, 2018).

Visando atingir os objetivos da legislação educacional vigente e acreditando na importância da construção de sequências de ensino que auxiliem o educando a ter uma maior participação no seu processo de ensino-aprendizagem, acreditamos que a abordagem CTS é uma alternativa viável a qual pode contribuir para o alcance de tais finalidades. A tabela 02 utiliza a comparação realizada por Aikenhead (2006) acerca das finalidades de uma educação humanística:

TABELA 02 - Características da Educação Humanística

| Inclui | Exclui |
|--|---|
| Preparação para cidadania | Preparação profissional para ciência. |
| Atenção para vários conhecimentos | Ênfase somente na ciência estabelecida. |
| Abordagem múltipla da ciência, refletindo perspectivas internacionais. | Monociência abordagem fundada na ciência universal (Ciência ocidental). |
| Conhecimento sobre ciência e cientistas. | Conhecimento canônico da ciência. |
| Integra raciocínio moral com valores, preocupações humanas e razão científica. | Somente o uso da razão científica e do raciocínio lógico. |
| Visão do mundo por meio do olhar dos estudantes e da perspectiva dos adultos. | Visão de mundo somente por meio do olhar dos cientistas. |

Fonte: Aikenhead 2006, p.3 apud Santos, 2012

Por fim, acreditando na viabilidade do enfoque CTS para atingirmos a AC dos nossos alunos, nos propomos a desenvolver uma sequência de ensino investigativo (SEI) onde buscaremos contribuir na formação escolar dos nossos estudantes.

2.3 – Ensino por Investigação ou Ensino Investigativo (EI)

Para começarmos a pensar em ensino investigativo ou ensino por investigação, é imprescindível pensar a função e a formação do professor. No que diz respeito a este quesito destacamos o que descreve Briscoe (1991):

Pode-se chegar assim à conclusão de que nós, professores de Ciências, não só carecemos de uma formação adequada, mas não somos sequer conscientes das nossas insuficiências. Como consequência, concebe-se a formação do professor como uma transmissão de conhecimentos e destrezas que, contudo, têm demonstrado reiteradamente suas insuficiências na preparação dos alunos e dos próprios professores. (1991 apud CARVALHO; PÉREZ, 2001, pp.14 – 15).

Ao iniciarmos a discussão de um EI devemos saber que em geral as estruturas que formam professores e alunos não caminham neste sentido. Ainda encontramos em muitos lugares um ensino de ciências que se baseia somente na resolução de questões e aplicações de fórmulas. Gostaríamos de destacar já no início deste capítulo que não negamos a importância da resolução de exercícios, mas defendemos que o ensino de Física não deve se delimitar a eles.

Na tônica do ensino por investigação, destacamos que se trata de uma metodologia de ensino onde há a resolução de problemas. Contudo, não estamos falando de problemas tradicionais e, portanto, enfatizamos o que discorrem Gil e Torregrosa (1987):

Se tivermos como objetivo um planejamento e uma proposta de ensino por investigação, não podemos utilizar o título problema inadequadamente. Da forma em que aparece nos livros didáticos, no item “problemas” encontramos normalmente exercícios de aplicação com “uma tendência ao operativismo (típico de exercícios repetitivos)”, e não investigações que suponham a ocasião de aplicar a metodologia científica” (1987 apud AZEVEDO, 2004, p.19).

Na contramão dos exercícios tradicionais, uma sequência de ensino investigativo buscará dar a oportunidade aos alunos, para que os mesmos possam discutir ativamente possíveis soluções para problemas levantados pelo professor, pelos próprios alunos ou por ambos. Esses problemas não são meros exercícios, mas são questões levantadas que englobem conteúdos de Física e/ou outras disciplinas que dão margem para uma ampla discussão.

Contudo para que haja êxito em uma atividade investigativa é imprescindível a atuação do professor. Sasseron e Machado (2017) defendem que o papel deste é o de problematizar o conteúdo, incentivar a resolução do problema por meio da utilização do pensamento científico. Com aplicação das SEI proporcionamos aos educandos muitas possibilidades dentre as quais, Carvalho (2011) destaca que:

Ao ensinarmos ciências por investigação estamos proporcionando aos alunos oportunidades para olharem os problemas do mundo elaborando estratégias e planos de ação. Desta forma o ensino de Ciências se propõe a preparar o aluno desenvolvendo, na sala de aula, habilidades que lhes permitam atuar consciente e racionalmente fora do contexto escolar. (p. 253).

Com isso podemos notar que vale a pena investir nessa metodologia, uma vez que se encontra em consonância com os objetivos dos documentos educacionais vigentes já citados nessa dissertação. A grande questão torna-se como construir uma boa SEI. Veja como Carvalho (2018) descreve os requisitos para um EI:

Definimos como ensino por investigação o ensino dos conteúdos programáticos em que o professor cria condições em sua sala de aula para os alunos:

- pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento;
- falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos;
- lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido;
- escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas.

(p.766)

Nessa trajetória percebemos a importância do docente na condução deste processo que se inicia no planejamento da atividade e segue no seu decorrer. Cabe destacar que o professor deve tomar cuidado para não acabar respondendo os seus próprios questionamentos, bem como fazer do EI um processo dogmático. É preciso saber que o erro é parte integrante e importante do processo, portanto uma boa desenvoltura do educador é um fator relevante. Analisemos, pois o que salientam Rodes, Silva e Garcia no tocante ao EI:

Não se trata de etapas rígidas a serem seguidas, mas de uma concepção de ensino que privilegia uma postura problematizadora diante dos fenômenos a serem estudados, o protagonismo dos estudantes na elaboração de possíveis soluções para o problema, o papel do professor na sistematização dos conhecimentos produzidos e a interação como o meio propício ao desenvolvimento conceitual. (2019, pp. 355-356).

No trecho acima, gostaríamos de destacar dois pontos importantes: um deles é o papel do professor em sistematizar o conhecimento, pois não podemos conceber a ideia de que os alunos saiam pensando o que quiserem após uma SEI, ou seja, não devemos abrir mão do nosso objetivo que é o de contribuir para a AC dos nossos educandos e para tanto é preciso que ao final do processo o professor sistematize os conhecimentos aprendidos. O outro ponto importante a ser destacado é o protagonismo dos estudantes que precisa ser preservado. Vejamos o que vão defender Neves, Caballero e Moreira:

O facto de o aluno reconhecer a importância de ser ele mesmo a realizar as atividades é importante, indo ao encontro do que defendem vários autores, que consideram que só quando o próprio tiver realizado uma experiência, feito as suas próprias observações, e elaborado conclusões sem saber antecipadamente a resposta, será capaz de perceber o que é ciência. (2006, pp. 398-399).

Em suma, reiteramos que no EI faz-se necessário o esforço para aproximar o aluno do fazer científico, o que não significa que estamos fazendo ciência em sala de aula, mas que estamos aproximando os estudantes de como a ciência se constrói, seja: com a formulação de hipóteses, com a verificação, com a adequação e readequação das ideias, com medidas, tentativas e erros. Neste itinerário de construção do conhecimento, Carvalho (2018) nos apresenta uma tabela onde estão classificados cinco graus de liberdade das atividades experimentais desenvolvidas no laboratório, veja a tabela 03:

Tabela 03 - Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em atividades experimentais

| | Grau 1 | Grau 2 | Grau 3 | Grau 4 | Grau 5 |
|-------------------|--------|------------|------------|------------|------------|
| Problema | P | P | P | P | A |
| Hipóteses | P | P/A | P/A | A | A |
| Plano de trabalho | P | P/A | A/P | A | A |
| Obtenção de dados | A | A | A | A | A |
| Conclusões | P | A/P/Classe | A/P/Classe | A/P/Classe | A/P/Classe |

Fonte: Carvalho, Ricardo, Sasseron, Abib, & Pietrocola (2010, apud Carvalho 2018, p.768).

Explicamos que na Tabela 03, a expressão “P/A” refere-se à apresentação feita pelo professor e a discussão é realizada junto com os alunos e a locução “A/P” diz respeito ao que é feito pelos alunos com a supervisão do professor.

Analisando a tabela acima verificamos que as atividades com grau de liberdade 1 são aquelas atividades típicas de receita de bolo, faça isso e aquilo, cabendo aos alunos somente a obtenção de dados. Não é dada a possibilidade da discussão dos resultados. Ao tratarmos do grau 2, encontramos um docente mais aberto que o do grau 1, pois este permite discussões com os alunos para formulação de hipóteses, possibilita a participação na construção do plano de trabalho e ainda discute as conclusões.

Partindo para o próximo grau de liberdade, o três, temos uma mudança importante, pois cabe agora aos alunos contribuir na construção do plano de trabalho, mas devem eles mesmos, sob a supervisão do professor, traçarem os caminhos para resolver o problema. No quarto grau a tarefa do professor é a de simplesmente propor o problema e supervisionar os grupos, uma vez que todo o restante do processo fica a cargo dos alunos. O último grau de liberdade difere-se do quarto grau, já que a formulação do problema também é feita pelos estudantes. Acreditamos que com o EI, por meio das SEI, podemos contribuir significativamente para a formação dos nossos educandos. Deste modo, propomos uma sequência de ensino investigativo, nesta dissertação, com a possibilidade de contribuir para o ensino de hidrostática em nível ensino médio.

Capítulo 03

HIDROSTÁTICA

Essa parte do nosso trabalho será reservada para elucidação de alguns conceitos básicos, teoremas e definições que são relevantes para o desenvolvimento desta dissertação.

A Hidrostática é a parte da Física que está responsável pelo estudo dos fluídos em equilíbrio. Todavia o que é um fluído? Veja a seguinte definição:

Um fluído, ao contrário de um sólido, é uma substância que pode escoar. Os fluidos assumem a forma do recipiente em que são colocados; eles se comportam dessa forma porque não resistem a forças paralelas à superfície. (Na linguagem mais formal do Módulo 12-3, fluidos são substâncias que não resistem a tensões de cisalhamento.) Algumas substâncias aparentemente sólidas, como o piche, levam um longo tempo para se amoldar aos contornos de um recipiente, mas acabam por fazê-lo e, por isso, também são classificadas como fluidos. (HALLIDAY; RESNICK, p.151, 2016)

Podemos de maneira mais simplória definir fluidos como tudo aquilo que tem a capacidade de fluir, sejam gases ou líquidos. Eles sempre assumem a forma do recipiente, no qual estão contidos, instantaneamente ou num maior período de tempo. Grande parte do tempo em Física trabalhamos com os fluidos ditos ideais. Para classificar um fluído desta maneira é preciso que ele atenda algumas condições, são elas:

I) São incompressíveis, ou seja, não é possível comprimi-los e como consequência temos que a massa específica é constante.

II) Não possuem viscosidade (Como estamos tratando de Hidrostática essa discussão não tem aqui a mesma relevância que na Hidrodinâmica, já que o conceito de viscosidade está ligado com a movimentação do fluído), contudo podemos de maneira mais simplória entender viscosidade como: a não existência de uma resistência intrínseca que impeça o fluído de fluir.

III) Fluidos ideais podem até rotacionar, entretanto as suas partículas são irrotacionais.

Como elucidamos acima, vamos trabalhar com o estudos dos fluidos em repouso. Portanto, quando entramos nesta parte da Física, faz-se necessário a utilização de dois conceitos importantes: Massa Específica (ρ) e Pressão (P), visto que devido às propriedades dos fluidos é fundamental utilizá-los, ao invés de tratar de Força e massa.

Para definirmos o conceito de massa específica (ρ) de uma substância, vamos tomar uma pequena quantidade de massa (Δm), a qual ocupa um pequeno volume (ΔV) e definimos, massa específica como:

$$\rho = \frac{\Delta m}{\Delta V} \quad (3.1)$$

Utilizando o Sistema Internacional de unidades (SI), a massa é medida em quilogramas e o volume em metros cúbicos, teremos que a massa específica tem como unidade no SI quilograma por metro cúbico e denotamos por: kg/m^3 . Todas as vezes que tratarmos de um corpo homogêneo e maciço, podemos descrever a massa específica como:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (3.2)$$

Onde m é a massa do corpo maciço e V o volume. Seguindo as mesmas unidades já mencionadas acima. Aqui é importante aclarar que quando tratamos de um corpo homogêneo maciço, a sua massa específica é igual a sua densidade, uma vez que definimos densidade como:

$$d = \frac{m}{V} \quad (3.3)$$

Onde m é a massa do corpo e V é o volume. A densidade tem as mesmas unidades da massa específica, contudo explicitamos que sabemos que nem todos os corpos são homogêneos e é aí que deve-se ter cuidado, pois nesses casos a densidade e a massa específica diferenciam-se. Para o cálculo da massa específica em um corpo não homogêneo devemos calculá-la da seguinte forma:

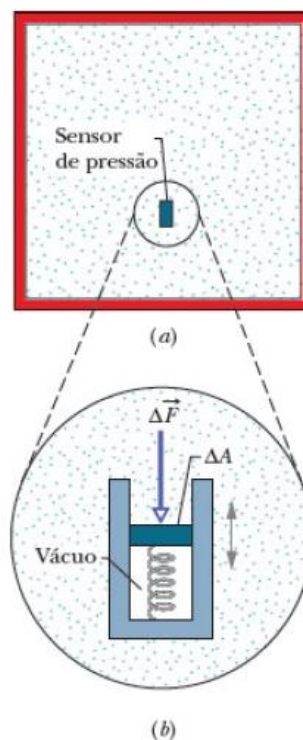
$$\rho = \frac{m}{V_{\text{total}} - V_{\text{parte oca}}} \quad (3.4)$$

Vemos que a equação 3.4 difere da equação 3.2 em seu denominador, visto que para o cálculo da massa específica é preciso desconsiderar o volume da parte oca do corpo não homogêneo.

Em síntese, definimos de maneira prática atribuir o conceito de densidade ao corpo como um todo e a massa específica à substância que compõe o corpo.

Agora vamos pensar na definição de pressão. Tomemos a figura abaixo:

Figura 3.1 – Sensor de pressão



Fonte: Halliday, vol. 2, p. 155, 2016.

Tomemos um pequeno sensor de pressão que é composto por um cilindro, sobre o qual desliza sem atrito um êmbolo. No interior do cilindro temos uma mola calibrada, qual pode subir e descer. Esta mola está inserida em uma região de vácuo. A área desta mola é pequena medindo ΔA . Esse pequeno equipamento é inserido em um recipiente contendo um fluido líquido que passa a exercer uma força (ΔF) sobre a área (ΔA). Com isso é possível definir a pressão dessa força como:

$$P = \frac{\Delta F}{\Delta A} \quad (3.5)$$

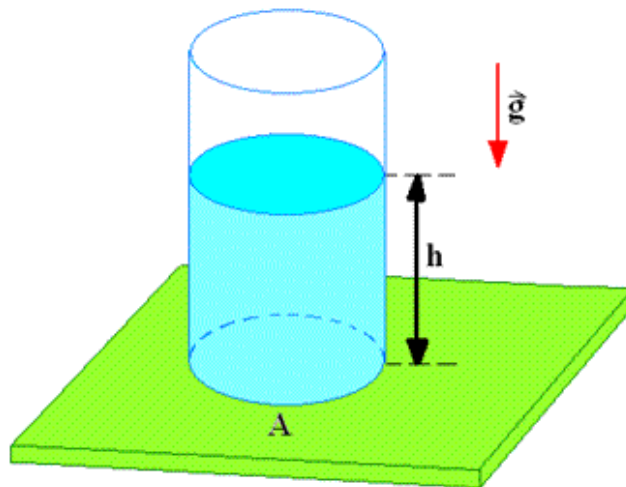
Considerando uma área tão pequena quanto queiramos e considerando a força que nela atua, teremos que a pressão dessa força perpendicular a uma superfície, pode ser expressa como:

$$P = \frac{F}{A} \quad (3.6)$$

É preciso notar aqui a proporção direta da pressão com a força e a proporção inversa entre pressão e área. É importante enfatizar que essa área é o local onde a força é exercida. As unidades de medidas utilizadas para medir pressão no SI é newton por metro quadrado, haja vista que a força é medida em newtons e a área em metros quadrados, que chamamos de pascal (Pa). Contudo não é difícil encontrar outras unidades de medidas para pressão tais como: atmosferas (atm), milímetros de mercúrio (mmHg), libra por polegada quadrada (lib/pol²), entre outras.

Suponhamos um recipiente contendo um líquido incompressível em repouso como mostra a figura 3.2:

Figura 3.2- Pressão de uma coluna líquida



Fonte: preparaenem.com

Tomando a equação 3.6 e sabendo que quem exerce a força sobre a área A é o peso do fluido que compõe a coluna e que ele pode ser calculado por $p = m.g$ e substituindo F, por $m.g$, teremos:

$$P = \frac{m.g}{A} \quad (3.7)$$

Sendo possível calcular a massa de um corpo como $m = \rho \cdot v$, substituímos essa relação na equação 3.7, e teremos:

$$P = \frac{\rho \cdot v \cdot g}{A} \quad (3.8)$$

Sendo possível utilizar que o volume de um prisma de secção reta é: $V = A_B \cdot h$, onde A_B é a área da base e neste caso ela é igual a área da superfície de contato, e utilizando esta relação na equação 3.8 chegamos a:

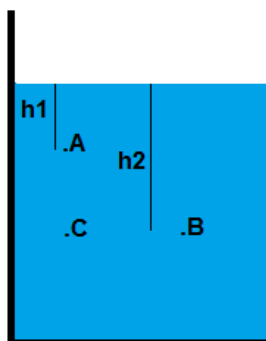
$$P = \frac{\rho \cdot A \cdot h \cdot g}{A} \quad (3.9)$$

Simplificando as áreas chegamos à seguinte equação:

$$P = \rho g h \quad (3.10)$$

A figura 3.2 é um recipiente de com paredes perpendiculares a base e com líquido em seu interior.

Figura 3.2 - A pressão nos pontos A, B e C.



Fonte: O autor

Utilizando a equação 3.10 e aplicando-a ao ponto A, teremos:

$$P_A = \rho g h_1$$

Utilizando a equação 3.10 e aplicando-a ao ponto B, teremos:

$$P_B = \rho g h_2$$

Utilizando a equação 3.10 e aplicando-a ao ponto C, teremos:

$$P_C = \rho g h_2$$

Vamos calcular a diferença de pressão entre os pontos B e A, portanto faremos $P_B - P_A$ e denotaremos a diferença de pressão, por ΔP . Efetuando temos:

$$\Delta P = P_B - P_A$$

$$\Delta P = \rho g h_2 - \rho g h_1$$

Colocando os termos semelhantes em evidência, temos:

$$\Delta P = \rho g (h_2 - h_1) \quad (3.11)$$

Da equação 3.9 podemos concluir que em um mesmo fluido em repouso a diferença de pressão entre dois pontos quaisquer é dada pela diferença de altura entre esses dois pontos em relação à superfície. Tomando dois pontos na mesma linha horizontal B e C, quando realizamos a diferença de pressão entre esses pontos encontramos:

$$\Delta P = P_C - P_B$$

$$\Delta P = \rho g h_2 - \rho g h_2$$

Colocando os termos semelhantes em evidência, temos:

$$\Delta P = \rho g (h_2 - h_2)$$

$$\Delta P = \rho g \cdot 0$$

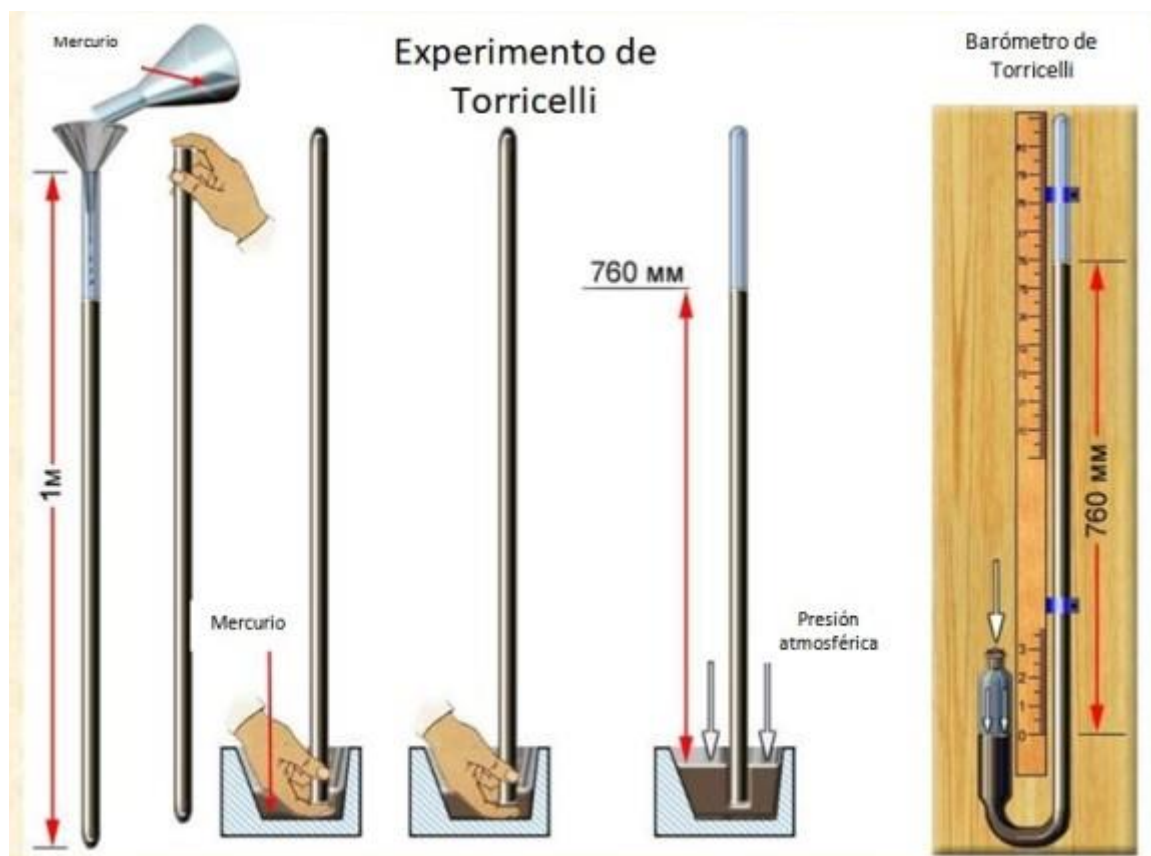
$$\Delta P = 0$$

Com o resultado acima, podemos concluir que dois pontos quaisquer na mesma linha horizontal, em um mesmo líquido estão sob a mesma pressão.

Atualmente sabemos bem que os gases que compõem a atmosfera realizam uma pressão sobre todos nós e que a existência dela é a responsável por diversos acontecimentos que observamos em nosso cotidiano. Hoje sabemos medir e compreender melhor aquilo que entendemos por pressão atmosférica, mas nem sempre foi assim. Na segunda metade do século XVII a sociedade desse período acreditava no chamado “horror ao vácuo” que era uma maneira de explicar a movimentação dos fluidos.

Foi um dos discípulos de Galileu Galilei, que tentando retirar a água de um poço de quinze metros de profundidade, verificou que com essa ideia do “horror ao vácuo” não é possível explicar o porquê se conseguia tirar água de um poço de nove metros de profundidade, entretanto não era possível retirar de um poço de quinze metros de fundura. O horror ao vácuo não deveria funcionar da mesma maneira? Teoricamente sim, mas não foi o que fora verificado experimentalmente. Um jovem cientista da época, Evangelista Torricelli, propôs um experimento para tentar explicar o ocorrido. Conhecendo a densidade da água e a do mercúrio ele criou um cilindro de um metro de altura. Veja a imagem do que fez Toricelli:

Figura 3.3 - Barômetro de Toricelli



Fonte: Experimento de Torricelli: maestrovirtuale.com

Nesse experimento ele encheu um tubo de um metro de comprimento com mercúrio líquido, vedou o tubo, virou e o inseriu em um recipiente também com mercúrio. Após atingir o equilíbrio hidrostático, verificou-se que o nível de mercúrio no interior do cilindro desceu, dando origem a uma região de vácuo no interior do tubo. Usando o Teorema de Stevin sabendo que num mesmo líquido, em uma mesma linha

horizontal temos a mesma pressão, foi medido da última linha que contém pontos isobáricos no mercúrio a altura do mercúrio no interior do tubo, dando 760 mmHg, medida está que representa o valor da nossa pressão atmosférica ao nível do mar. Como já vimos acima neste capítulo, a unidade de pressão no SI é pascal, para transformar esses 760 mmHg em pascais, vamos utilizar o Teorema de Stevin e para isso devemos considerar que a pressão no interior do tudo é zero. Sabendo que a massa específica do mercúrio é: $\rho = 1,3 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, considerando $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ e que 760mmHg equivalem a 0,76 m, teremos:

$$P = \rho gh$$

$$P_{\text{atm}} = 1,3 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot 0,76$$

$$P_{\text{atm}} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

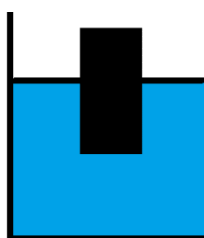
O valor acima representa o valor da pressão atmosférica no Sistema Internacional de unidades. Que é equivalente a 1 atm ou 760 mmHg. Com isso conseguimos definir que a pressão absoluta sobre um líquido exposto ao ar atmosférico é dada por:

$$P = P_{\text{atm}} + \rho gh \quad (3.12)$$

Notamos que a pressão atmosférica depende da coluna de ar que existe sobre determinada região, portanto assim podemos compreender o porquê de em regiões de grande altitude a pressão atmosférica ser menor que ao nível do mar.

Com tudo que tratamos até aqui é então possível elucidar o Princípio de Arquimedes. Veja a figura 3.4:

Figura 3.4 - Corpo de secção reta boiando num líquido.



Fonte: O autor

Na figura 3.4 observamos um corpo de secção reta em repouso que está boiando em um líquido na presença de um campo gravitacional. Sabemos que nesse corpo atua uma força vertical para baixo, a qual denominamos força peso e calculamos por $p = m.g$. Para que a condição de equilíbrio seja satisfeita é preciso que haja uma força vertical para cima que permita o sistema permanecer em equilíbrio. Tendo que essa força exercida pelo líquido na área em que faz contato com o corpo, teremos:

$$\Delta P = \frac{F}{A} \text{ e que } \Delta P = \rho.g.\Delta h$$

Igualando as duas obtemos:

$$\frac{F}{A} = \rho.g.\Delta h$$

Isolando a força exercida pelo líquido concluímos:

$$F = \rho.g.\Delta h.A$$

Sabemos que o volume de um corpo de secção reta é dado: $V = A.h$, neste caso $\Delta h.A$, representa o volume submerso do corpo. Reescrevendo a situação teremos:

$$F = \rho.V.g$$

A essa força que é vertical para cima chamaremos de empuxo e denotaremos por E . Assim concluímos:

$$E = \rho.V.g \tag{3.13}$$

Assim chegamos ao Princípio de Arquimedes que diz que o Empuxo de um corpo é numericamente igual ao peso do líquido deslocado.

Capítulo 04

DESCREVENDO A ATIVIDADE

Embasados nos referenciais teóricos apresentados no capítulo 02, apresentamos uma sequência de ensino investigativo (SEI) que contribua com a alfabetização científica dos nossos alunos e, para tanto, a propusemos utilizando a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). O tema de Física por nós escolhido foi hidrostática, visto que faz-se necessário em nossa concepção discutir alguns de seus conceitos básicos, dando oportunidades aos estudantes para observar onde encontramos essa realidade em nosso cotidiano.

A nossa proposta é discutir os seguintes conceitos: densidade, massa específica, pressão de uma força, pressão da coluna de um fluido, pressão atmosférica, princípio de Stevin e o princípio de Arquimedes. Essa sequência de ensino foi pensada inicialmente, para ser aplicada no Colégio Monsenhor Raeder, localizado no bairro do Barreto, na cidade de Niterói-RJ. Nesta região é demasiadamente comum a inundação de diversas ruas em decorrência das chuvas. Levando esta realidade em consideração, aplicamos esta SEI na turma da terceira série do ensino médio desta escola, no ano de 2019. Visando alcançar esse objetivo, preparamos a nossa sequência de ensino investigativo com quatro encontros da seguinte maneira:

TABELA 04 - Encontros da SEI desta dissertação.

| Encontros | Duração | Objetivos |
|------------------|----------------|--|
| Aula 01 | 100 min. | Contextualizar o problema das inundações que sofremos nas grandes cidades e discutir os conceitos de densidade e massa específica. |
| Aula 02 | 50 min. | Discutir a definição de pressão de uma força, a relação inversamente proporcional entre pressão e área e a relação diretamente proporcional entre pressão e força. |
| Aula 03 | 50 min. | Discutir com os alunos que uma coluna de um fluido também exerce pressão sobre uma área, utilizando como |

| | | |
|---------|----------|---|
| | | exemplo a pressão atmosférica e a sua influência em situações do cotidiano dos estudantes. |
| Aula 04 | 100 min. | Discutir com os alunos o Princípio de Arquimedes, retornar à questão da pressão de uma coluna de um fluido e aplicá-lo em uma rua que começa a inundar a partir de um forte temporal. |

Fonte: O autor, 2019.

4.1 AULA 01

No primeiro encontro do desenvolvimento da nossa sequência iniciamos a aula com a apresentação de dois vídeos para que eles servissem como uma ferramenta de contextualização do tema. Esses vídeos estão disponíveis no Youtube. O primeiro (Vídeo 01), tem duração de três minutos e trinta e quatro segundos e é uma reportagem jornalística realizada pela REDE TV News no dia 16/11/2018, a qual discorre sobre as diversas consequências das fortes chuvas que atingiram a cidade de Belo Horizonte, no estado de Minas Gerais. A reportagem retrata:

- O caos no sistema de transporte;
- Os prejuízos materiais;
- O problema do lixo;
- A perda de vida de cidadãos em estado de rua;
- A perda de vida de pessoas dentro de seus carros.

Figura 4.1 – Vídeo 01



Fonte: Rede TV News

Figura 4.2 – Vídeo 01



Fonte: Rede TV News

O segundo vídeo (Vídeo 02) foi gravado no dia 01/02/2019, na cidade de Fortaleza, no estado do Ceará, trata-se de um registro feito de dentro de um coletivo por um passageiro, enquanto passava pela avenida Heráclito Graça, a duração do registro feito pelo celular é de cinquenta e um segundos e nele podemos ver ruas alagadas e diversos carros boiando.

Figura 4.3 – Vídeo 02



Fonte: Imprensa livre do Ceará

Figura 4.4 – Vídeo 02



Fonte: Imprensa livre do Ceará

A utilização destas películas como recursos nesta sequência de ensino por investigação teve por finalidade mostrar os problemas enfrentados em diversos centros urbanos pelo nosso país. Sabemos que nas grandes cidades do estado do Rio de Janeiro a realidade que encontramos é muito parecida com as mostradas nos vídeos 01 e 02. Após a apresentação dos vídeos questionamos os

alunos se os problemas decorrentes das inundações acontecem também em outros locais ou se são exclusividades destas cidades e os perguntamos sobre quais as possíveis causas para esses alagamentos. Destacamos que essa aula assim como as demais foram gravadas em áudio. Após a formulação das hipóteses pelos estudantes demos início a segunda parte da aula.

Na segunda parte desta aula, temos por objetivo o estudo dos conceitos de densidade e massa específica. Nessa etapa a turma foi dividida em grupos e demos início a um jogo intitulado: "Boia ou afunda", para isso utilizamos uma bacia com água e os seguintes objetos:

- Uma uva;
- Uma borracha;
- Uma Maçã;
- Uma goiaba;
- Um gancho de aço;
- Uma lata de Nescau vazia.

Coube ao professor lançar um objeto de cada vez na bacia e perguntar para os grupos se aquele objeto iria boiar ou afundar. O grupo teve de emitir uma só resposta, foi dado um tempo para que os integrantes chegassem a um consenso, o grupo que acertou pontuou, os que erram não. Abaixo trazemos as imagens dos objetos após serem inseridos na bacia com água:

Figura 4.5 - Uva afundada



Fonte: O autor

Figura 4.6 - Borracha afundada



Fonte: O autor

Figura 4.7 - Maçã boiando



Fonte: O autor

Figura 4.8 - Goiaba boiando



Fonte: O autor

Figura 4.9 - Gancho afundado



Fonte: O autor

Figura 4.10 - Lata de Nescau vazia boiando



Fonte: O autor

Concluído o jogo, os grupos foram questionados sobre o porquê de alguns objetos terem boiado e outros não. Esperávamos que em alguma das justificativas aparecesse o conceito de densidade. Como de fato apareceu como uma possível explicação, esse foi o momento de conversar sobre essa possibilidade. Caso ela não aparecesse ou para exemplificá-la melhor, realizamos outra atividade com uma balança dessas encontradas em muitas cozinhas, três copos descartáveis todos cheios, sendo um com água, outro com areia e o último com óleo. Colocamos os copos na balança para registrar a massa de cada um deles e vendo que as mesmas são

diferentes, perguntamos o porquê. Torna-se então bastante improvável que a densidade como hipótese não apareça. Veja as imagens abaixo:

Figura 4.11 - Copo de óleo sobre a balança



Fonte: O autor

Figura 4.12 - Copo de água sobre a balança



Fonte: O autor

Neste momento da aula é preciso que, após ouvir as explicações dos alunos, o professor formalize o conceito de densidade e destacando que ele é dado pela razão entre a massa e o volume. É importante que sejam apresentados as unidades utilizadas para medir densidade tanto no sistema usual quanto no sistema internacional (SI).

Para tratarmos do conceito de massa específica realizamos uma terceira atividade a qual consiste na utilização de dois copos descartáveis de 200 ml. Um deles estava completamente preenchido com massinha de modelar, ou seja, não havia nenhuma parte oca e o outro recebeu uma casca de massinha e uma tampa deixando o seu interior oco de tal maneira que fosse capaz de flutuar na água. Vale ressaltar que é preciso estar atento ao centro de massa do copo oco, pois ele pode virar e, caso esse problema aconteça, podemos estabilizá-lo utilizando uma peça de lego. Os copos foram lançados na mesma bacia com água utilizada no jogo, um de cada vez e antes de lançá-los questionamos os grupos sobre o que iria acontecer com cada um dos copos. Veja o que foi observado em cada situação:

Figura 4.13 - Professor prestes a abandonar o copo na bacia



Fonte: O autor

Figura 4.14 - Copo totalmente preenchido (maciço) afundado.



Fonte: O autor

Figura 4.15 - Copo preenchido (Com parte oca) boiando.



Fonte: O autor

Visto que os copos aparentemente iguais se comportaram de maneiras distintas foi preciso pedir aos grupos que explicassem como seria plausível justificar o que observamos. Nós utilizamos a balança da segunda atividade para verificar que as massas dos copos eram diferentes e com isso concluímos que havia uma parte oca dentro de um dos copos. E então foi o momento de formalizar o conceito de massa específica e com isso concluir que a densidade está relacionada ao corpo, enquanto a massa específica relaciona-se com a substância e assim podemos entender o porquê de no jogo do “Boia ou afunda” o gancho afundou e a lata de Nescau boiou.

4.2: AULA 02

No segundo encontro da nossa sequência de ensino investigativo com o objetivo de dar continuidade aos nossos estudos sobre hidrostática, estudamos sobre a pressão de uma força e um dos nossos objetivos deste encontro foi que os alunos percebessem a relação inversamente proporcional entre a força aplicada e a área de contato.

Ao iniciarmos essa aula pedimos que os alunos formassem os mesmos grupos da aula anterior. Após a divisão dos grupos, cada grupo recebeu duas camas de pregos distintas como as mostradas nas figuras abaixo:

Figura 4.16 - Cama de Pregos 01



Fonte: O autor

Figura 4.17 - Cama de Pregos 02



Fonte: O autor

Após terem recebido as camas os alunos foram orientados pelo professor para realização da primeira atividade que foi feita da seguinte forma: cada integrante do grupo teve de apoiar ambas as palmas das mãos, uma em cada cama simultaneamente e realizar a mesma força em cada delas. Todos os integrantes do grupo tiveram de realizar a atividade e descrever para os colegas o que sentiram e juntos formularam uma possível explicação para o que eles perceberam. Quando chegaram a uma conclusão, ela teve de ser apresentada e defendida para o professor e para toda a turma.

Figura 4.18 - Grupo realizando a atividade



Figura 4.19 - Aluna realizando a atividade.



Fonte: O autor

Fonte: O autor

Ao término desta atividade e da explanação das explicações, cada grupo recebeu uma bexiga cheia de ar. Para a realização da próxima atividade, um dos componentes do grupo teve de pressionar a bexiga sobre cada uma das camas. Primeiro sobre a cama 01 (com maior densidade superficial de pregos) e depois sobre a cama 02 (com menor densidade superficial de pregos). Em todos os grupos ao pressionar a bexiga contra a cama 01 ela não estourou e quando ela foi pressionada sobre a cama 02 acabou estourando e foi pedido aos alunos que formulassem em grupo uma hipótese para essa explicação.

Figura 4.20 - Aluna pressionando a bexiga (cama 02) Figura 4.21 - Aluna pressionando a bexiga (cama 01)



Fonte: O autor



Fonte: O autor

Depois das atividades realizadas e das explicações dadas por cada grupo coube ao professor aproveitar as hipóteses apresentadas e formalizar o conceito de pressão de uma força, como a razão entre a força aplicada e a área de contato. Aqui também foram discutidas as possíveis unidades para pressão e a unidade no Sistema Internacional (SI) e, antes de encerrar a aula, nós analisamos a relação inversamente proporcional entre a força aplicada e área da superfície de contato, neste momento destacamos que a relação inversa é com a superfície de contato e não com a área entre os pregos.

4.3: AULA 03

Na terceira parte da nossa SEI, foi discutido com a turma a pressão causada pela coluna de um fluido sobre determinada área. Em especial tratamos da pressão atmosférica. Essa aula foi dividida em duas partes. Na primeira foi apresentado um vídeo de 05 de outubro de 2017, com duração de dois minutos e quarenta e oito segundos, onde o ex-jogador de futebol Vampeta concede uma entrevista para Jovem Pan e nessa entrevista eles conversam sobre as dificuldades encontradas por alguns jogadores para participar de partidas de futebol em locais de grande altitude. Veja duas imagens da entrevista.

Figura 4.22 - Entrevistadores da Jovem Pan



Fonte: Jovem Pan

Figura 4.23 - Ex-jogador Vampeta



Fonte: Jovem Pan

Após a apresentação o professor solicitou que os alunos formassem os mesmos grupos das aulas anteriores. Quando os grupos já estavam formados foi pedido que eles tentassem explicar o porquê de alguns jogadores que, vivem em locais que estão ao nível do mar, sentem essa dificuldade de jogar nas regiões de elevada altitude. Outras questões também precisavam ser respondidas e eram elas:

- Você já subiu alguma serra de carro? O que você sentiu? O que teria contribuído para essa sensação ou não?
- Você já viajou de avião? O que você sentiu no processo de decolagem?
- Você já mergulhou em uma piscina? Qual a máxima profundidade que você mergulhou? O que você sentiu?

Dado o tempo para que os estudantes tivessem a oportunidade de discutir com o grupo e formularem as suas hipóteses, requisitamos que expusessem as suas explicações. Concluídas as explicações os alunos mais uma vez foram questionados:

- O que aconteceu nas quatro situações descritas acima para que essas mudanças fossem observadas?

- O que muda quando um jogador que está ao nível do mar vai jogar em uma grande altitude?

- O que muda constantemente quando o avião está decolando ou aterrissando?

- O que está mudando quando um carro ou um ônibus sobe uma serra?

- O que está mudando quando você está mergulhando em uma piscina?

- No voo de cruzeiro você tem as mesmas percepções que tem na subida ou na descida do avião?

- No pé da serra ou no alto dela a sensação é a mesma do processo de subida?

Todos esses questionamentos tiveram por objetivo verificar se os alunos percebem a relação que existe entre a altura e a pressão exercida por um fluido em especial nessas situações para a água e o ar.

Na segunda parte desta aula, utilizamos dois experimentos simples com o objetivo de mostrar para os alunos a existência da pressão atmosférica. Para realizar o primeiro deles, nós utilizamos um copo de vidro completamente cheio de água e um pedaço de uma folha A4. Colocamos o papel na boca do copo e com cuidado viramos o copo e verificamos que a água não caiu, em seguida utilizamos uma garrafa PET tampada preenchida com água e contendo pequenos furos em sua base. Em seguida, a garrafa foi sendo cuidadosamente destampada e observou-se que a água não caiu. A posteriori questionamos os alunos sobre tais fatos, assim:

- Por que a água não caiu do copo? Como está o formato do papel?

- Por que a água não vaza da garrafa quando ela está tampada e começa a vazar quando é destampada lentamente?

Novamente foi dado tempo para os alunos responderem e aqui esperávamos que eles justificassem tais acontecimentos devido à existência da pressão atmosférica. E foi neste momento que formalizamos o conceito da pressão

exercida pela coluna de um fluido. Aqui também estabelecemos a relação entre o Teorema de Stevin e a definição de pressão.

4.4: AULA 04

Já no início deste tópico, gostaríamos de destacar que essa, última etapa desta sequência de ensino investigativo, não foi aplicada, já que ela estava prevista para o último dia letivo que antecedeu as provas finais do ano de 2019, sendo que aconteceu um curto circuito no andar do ensino médio da escola neste dia, o que inviabilizou a aplicação dela. No ano passado (2020), não foi possível reaplicar esta sequência em virtude da pandemia do novo coronavírus. Todavia aconselhamos aos professores que quiserem aplicar essa sequência que não deixem de realizar esta parte.

A sequência de ensino visa discutir o teorema de Arquimedes e, para tratarmos deste problema vamos retornar aos vídeos 01 e 02 apresentados na primeira aula desta SEI. Apresenta-se primeiro o vídeo 01 e, em seguida, o vídeo 02. Após a apresentação de ambos os vídeos, utilizaremos uma imagem do vídeo 01 em um power point. Veja a imagem abaixo:

Figura 4.24 – Carro boiando em meio a enchente em Belo Horizonte



Fonte: Rede TV News

É preciso solicitar aos alunos que formem os grupos, sempre o mesmo que estão juntos desde o início da sequência. Feito isso será dado o seguinte problema

para que o grupos trabalhem: Suponha que este carro esteja boiando e que seja possível considerar que a água ao seu redor está parada, responda as seguintes questões:

- Quais as características desse carro que está boiando?
- Existe água em seu interior?
- Se sim, por onde você acredita que ela entrou?
- Levando em conta a entrada na água no interior do veículo, faz diferença se os vidros estiverem abertos ou fechados?
- Todo carro que tiver em uma rua a qual enche lentamente irá boiar?
- Quais seriam as condições para um carro boiar ou não?

Os alunos deverão anotar em uma folha as respostas para as questões acima e depois apresentarem para a turma as suas hipóteses. Findada a apresentação de todos os grupos, cada equipe receberá do professor um kit com: vasilha plástica com tampa, palito de churrasco, fita adesiva, rodinhas, peças de Lego, massinha de modelar e uma bacia com água. Com o material recebido os alunos terão de montar um carrinho e reproduzir de maneira aproximada a situação descrita acima e assim testar as hipóteses levantadas.

Figura 4.25 – Simulação da água alagando.



Fonte: O autor

Figura 4.26 – Simulação da água alagando.



Fonte: O autor

As figuras 4.25 e 4.26 foram tiradas na construção desta SEI nos encontros do PROENFIS (Grupo de pesquisa em ensino de Física da UFRJ, com ênfase em AC, EI e CTS).

Capítulo 05

ANÁLISE DA DISCUSSÃO

Apresentamos a seguir a discussão da SEI majoritariamente pelo grupo 3, entretanto para enriquecimento dos diálogos em alguns momentos também haverá a transcrição das falas de integrantes de outros grupos. O grupo 3 é formado por cinco alunos, sendo três rapazes e duas moças. Transcrevemos as falas e colocamos nossas observações e os indicadores de Alfabetização científica, já explicitados em capítulo anterior. Ressaltamos que os nomes dos alunos foram trocados durante a transcrição para garantir o anonimato. E o processo adotado para transcrição das falas será o utilizado por Lemke (1990).

No início da segunda aula foi entregue a cada grupo de alunos duas camas de pregos, como as mostradas nas imagens 4.16 e 4.17 do capítulo quatro. A primeira questão que os alunos deveriam discutir era sobre a percepção de cada um deles ao tocar com as mãos as camas de pregos já mencionadas acima. Veja o trecho da conversa a seguir:

TABELA 04 – Transcrição da discussão das discussões: Turnos 01 – 38.

| Turno | Falas Transcritas | Comentários | Indicadores |
|--------------|--|--|----------------------------|
| 01 | André: Então gente... eu acho... O que vocês acham? | | |
| 02 | Fernanda: Quanto maior a superfície de contato, o que? | | |
| 03 | André: Quanto maior a superfície de contato menos dói. | | Levantamento de hipóteses. |
| 04 | Diogo: Menos dói. | O aluno concorda com a explicação dada pelo André. | |
| 05 | André: Porque... | | |

| | | | |
|----|--|--|----------------------------|
| 06 | Diogo: Quando tem mais prego junto a pressão da mão com os prego não deixa afundar tanto a mão. Só quando tem os pregos espaçados. | | Explicação. |
| 07 | Fernanda: Gente, não tem nada a ver como volume inversamente proporcional. | | Levantamento de hipóteses. |
| 08 | Pedro: A pressão é a mesma que você está aplicando, tem a ver com a superfície de contato. | | Justificativa. |
| 09 | Fernanda: A superfície de contato? | | Levantamento de hipóteses. |
| 10 | André: É que quando você pressiona e não tem muito, vai direcionado em uma área, né? | | Explicação. |
| 11 | Pedro: Em um ponto específico. | O aluno com as mãos sobre a cama responde. | Justificativa. |
| 12 | André: Ponto específico. | | Justificativa. |
| 13 | Fernanda: Quanto maior o contato, maior a pressão? | | Levantamento de hipóteses. |
| 14 | Diogo: É. | | Explicação. |
| 15 | André: A pressão é a mesma. | | Explicação. |
| 16 | Karine: Não, não é a pressão. | Karine discorda de André e Pedro. | |
| 17 | Fernanda: Quanto maior a superfície de contato, o que? | | |
| 18 | Karine: Menor a dor. | | Explicação. |

| | | | |
|----|---|--|---|
| 19 | André: Olha só, olha só, sério uma pergunta: por que tem que ser alinhado? Será que se fosse aleatoriamente como é que funcionaria? Tanto aqui, tanto aqui. | O aluno olha para ambas as camas enquanto faz esse questionamento. | Levantamento de hipóteses. |
| 20 | Fernanda: Se você der, ficaria do mesmo jeito. Só que machucaria superfícies diferentes. | | Previsão; Justificativa. |
| 21 | André: Mesmo se. | | |
| 22 | Karine: Porque um lado estaria com mais ou outro com menos aí você teria dois tipos no meio. | | Levantamento de hipóteses. |
| 23 | Fernanda: Só que machucaria se tipo, tivesse junto machucaria mais, porque uma parte da área. | | Previsão; Explicação. |
| 24 | Pedro: An? | | |
| 25 | Diogo: Eu acho que? | | |
| 26 | André: Tem até, tem até aquela questão de gente que deita, naquela cama de prego Ama e tal...É basicamente isso. Não tem muito o que discutir. | | Raciocínio lógico; Justificativa; Explicação. |
| 27 | Diogo: Também. | | |
| 28 | Fernanda: Adicionava um prego aqui. | | |
| 29 | André: Quando a superfície é maior. | | |

| | | | |
|----|--|--|--------------------------|
| 30 | Pedro: Até eu deito se tiver um milhão de pregos. | O aluno comenta sobre deitar sobre uma cama de pregos. E inicia-se uma discussão entre eles. | |
| 31 | André: Eu não deito não. | | |
| 32 | Fernanda: Se deita? | | |
| 33 | Karine: Se tiver muito não vai doer nada. | | Raciocínio proporcional. |
| 34 | Fernanda: Primeiro você tem que pisar. | | |
| 35 | Diogo: É. | | |
| 36 | Pedro: O problema é ter que pisar. | | |
| 37 | André: E ficar apoiado assim. Imagina o pé afunda assim. | | |
| 38 | Diogo: Eu não vou não. | | |

Fonte: O autor, 2021.

Podemos verificar que o aluno Pedro, no turno 08 compreende a relevância de considerar a superfície de contato, contudo ainda confunde a os conceitos de pressão e força. Também observa-se no turno 15 que o aluno André também confunde a diferença entre força e pressão. Todavia é possível notar que eles perceberam a importância de considerar a área da superfície de contato.

Após a discussão entre os grupos eles tiveram que apresentar aos demais colegas as conclusões que chegaram, sobre a primeira atividade desta aula.

TABELA 05 – Transcrição da discussão das discussões: Turnos 39 – 66.

| Turno | Falas Transcritas | Comentários | Indicadores |
|--------------|---|--------------------|--------------------|
| 39 | Professor: Olha só vamos. Vamos fazer o seguinte, vocês chegaram às conclusões de vocês já? | | |
| 40 | Paolla: Sim | | |
| 41 | Professor: Grupo Um, conclusões? | | |

| | | | |
|----|--|--|-----------------------------------|
| 42 | André: Sim. | | |
| 43 | Professor: Gravadas as conclusões? | | |
| 44 | Grupo Um: Sim. | | |
| 45 | Professor: Grupo Dois, chegaram às conclusões? | | |
| 46 | Matheus: Sim. | | |
| 47 | Professor: E o Grupo três? | | |
| 48 | Grupo Três: Sim | | |
| 49 | Professor: O que é que o Grupo Um observou? O que vocês acharam aí? Quem vai falar em nome do grupo? Eu vou pedir aos outros grupos que fiquem em silêncio para a gente ouvir o Grupo Um falou. Que é que o grupo achou dessa... dessa experiência que vocês passaram agora? O que vocês observaram? | | |
| 50 | Paolla: Nós observamos que... acabou que os pregos que tem mais espaço, dói mais, que concentra em vários lugares e que o que concentra no espaçamento menor, a dor concentra... Não... espera... ao contrário. | | Raciocínio lógico; Explicação. |
| 51 | Professor: Ao contrário. Tá! Então começa de novo. O que você observou? | | |
| 52 | Paolla: Que o que tem mais pregos, tipo assim, você bota o peso e, tipo assim, e o peso se espalha, e o que tem menos pregos fica concentrado em um lugar só, aí machuca mais do que o outro. | | Raciocínio lógico; Explicação. |
| 53 | Professor: Entendi. O que o Grupo dois achou desse material. Desse | | |

| | | | |
|----|--|---|-----------------------------------|
| | experimento que vocês acabaram de fazer aqui? | | |
| 54 | Carol: É praticamente o que o primeiro falou. Aqui como tem mais espaço, você concentra o peso da mão num único prego. Nesse tem vários pregos pra você concentrar o peso. | | Raciocínio lógico; Explicação. |
| 55 | Professor: Entendi. Beleza. Então você acha que tem alguma coisa a ver com a distribuição desse peso? | | |
| 56 | Grupo: Sim. | | |
| 57 | Professor: Ok. Grupo Três, O que vocês iriam dizer sobre... sobre esses experimentos que acabaram de fazer? | | |
| 58 | André: Basicamente o que o Um e o Dois disseram. Quanto maior a superfície de... de... | O aluno trava um pouco e a colega do grupo ajuda-o. | Explicação. |
| 59 | Karine: ... contato... | | |
| 60 | André: ... de contato do prego, menor a dor e quanto maior, mais distante a superfície, maior a dor. | | Explicação. |
| 61 | Professor: Calma aí, não entendi direito. Você falou uma coisa... | | |
| 62 | André: Quanto maior a superfície de contato do prego, menor a dor. Quanto maior... | Karine fala junto com André. | Explicação. |
| 63 | Karine: ... menor a superfície de contato, maior a dor... | | Explicação. |
| 64 | Fernanda: É inversamente proporcional. | | Raciocínio lógico; |
| 65 | Professor: ... inversamente proporcional essa questão da... | | |

| | | | |
|----|---|---------------------------|-----------------------------------|
| 66 | André: Eu ia falar a questão do espaçamento, quanto maior o espaçamento entre os pregos, maior a dor, por que se fosse assim, quando... | Diogo concorda dizendo é. | Raciocínio lógico; Explicação. |
|----|---|---------------------------|-----------------------------------|

Fonte: O autor, 2021.

Verificamos neste trecho da aula que os alunos têm clareza da importância de considerar a superfície de contato, bem como a distribuição da força peso pela superfície dos pregos. Fica claro aqui que já temos o que precisamos para definir a pressão de uma força.

Antes porém de sistematizar esses assuntos, propusemos mais uma atividade para os grupos. Desta vez eles utilizaram as mesmas camas de pregos, sendo que agora usaram uma bexiga de aniversário para exercer força sobre as camas. Os alunos fizeram o que foi solicitado e tiveram de explicar o que observaram. Segue um trecho da discussão do grupo três:

TABELA 06 – Transcrição da discussão das discussões: Turnos 71 – 80.

| Turno | Falas Transcritas | Comentários | Indicadores |
|--------------|---|--------------------|-----------------------------------|
| 71 | Fernanda: Lembra que falamos do inversamente proporcional? Porque tem alguma coisa a ver. A superfície de contato é inversamente proporcional a ... | | Organização de informações. |
| 72 | André: Gente, eu acho que a mesma questão da questão ... Fernanda. | | |
| 73 | Karine: Não é pressão a pressão é a mesma. | | Justificativa. |
| 74 | Fernanda: Eu acho que é a pressão sim. | | Justificativa. |
| 75 | André: Eu acho que é a mesma questão da mão. Quando você coloca a mão é a superfície de contato e quando você coloca a bola aqui se concentra em um ponto específico da bola e faz com que fure, aqui é como se fosse uma cama. | | Raciocínio lógico; Explicação. |
| 76 | Fernanda: Eu ainda acho que tem alguma coisa a ver com pressão. | | Justificativa. |
| 77 | Pedro: A pressão é a mesma. | | Justificativa. |
| 78 | Karine: A pressão é a mesma. | | Justificativa. |
| 79 | Pedro: O que muda é a superfície de contato. | | Raciocínio lógico; Explicação. |

| | | | |
|----|---|--|-----------------------------------|
| 80 | André: É porque aqui é como se fosse uma cama então você vai meio que equilibrando. Aqui é já meio que se concentra em um ponto específico aí ela vai estourar. | | Raciocínio lógico; Explicação. |
|----|---|--|-----------------------------------|

Fonte: O autor, 2021.

Nesta atividade verificamos que os alunos conseguem estabelecer uma relação entre a primeira atividade da aula e a segunda. Vemos ainda que no turno 73 a aluna Karine afirma que a pressão é a mesma. Nos parece que ela percebeu isso desde o turno 16, entretanto não havia conseguido deixar isso claro anteriormente, todavia aqui verifica-se que ela está fazendo uma confusão entre os conceitos de pressão e força. É possível observar que os alunos perceberam a proporção inversa entre a área e a pressão. Com isso vamos analisar a transcrição do áudio da apresentação dos alunos acerca desta atividade, bem como a sistematização dos conteúdos aprendidos.

TABELA 07 – Transcrição da discussão das discussões: Turnos 81 – 167.

| Turno | Falas Transcritas | Comentários | Indicadores |
|-------|--|-------------|--------------------|
| 81 | Professor: Pessoal. Então, olha só. Na aula de hoje fizemos duas atividades já. A primeira foi uma experiência com a cama de pregos e a palma da mão de vocês. A segunda foi com a bexiga. Pergunto eu a vocês... pergunto eu a vocês: na experiência da bexiga, grupo um, o que que vocês observaram? | | |
| 82 | Kathlen: Que a bexiga estourou onde o prego tem mais espaço. | | Raciocínio lógico. |
| 83 | Professor: Onde o prego tem mais espaço... Isso para vocês já era esperado a acontecer? | | |
| 84 | Grupo Um: Sim. | | |
| 85 | Professor: Por quê? | | |

| | | | |
|----|---|--|---|
| 86 | Lucas: Pelo fato da mão, também, de doer mais. | | Raciocínio proporcional; Justificativa. |
| 87 | Kathlen: Que Paolla disse que isso aqui, quando a bola encosta aqui é como se fosse uma cama, porque, como tem muito prego, ela não sente tanto assim, tanta pressão, entendeu? | | Raciocínio lógico; Previsão; Explicação. |
| 88 | Professor: Beleza. Grupo Dois, o que que vocês experimentaram também aí com a questão da bexiga? | | |
| 89 | Matheus: Então. É... Mais ou menos o mesmo raciocínio do outro experimento. Como aqui tem mais espaçamento, a pressão da bexiga sobre aqui foi menos espalhada, foi espalhada apenas sobre um prego, então acabou estourando por isso, por conta disso. | | Raciocínio lógico; Justificativa; Explicação. |
| 90 | Professor: E você acha... olhando pra essas duas camas de prego, esse resultado já era esperado? | | |
| 91 | Grupo Dois: Sim. | | |
| 92 | Professor: Vocês também achavam? | | |
| 93 | Grupo Dois: Sim. | | |
| 94 | Professor: Grupo Três aqui também acredita que o resultado já era esperado? | | |
| 95 | Grupo Três: Sim. | | |
| 96 | Professor: Por quê? | | |
| 97 | André: É o mesmo raciocínio da bola que todo mundo falou. Quando tem | | Raciocínio lógico; |

| | | | |
|-----|---|---|---------------------------------------|
| | <p>mais prego, vira exatamente uma cama e aí não é concentrada em um ponto específico. Já quando tem menos prego, a bola se concentra em um prego específico, em um ponto específico. Então isso acaba fazendo com que ela fure.</p> | | <p>Justificativa; Explicação.</p> |
| 98 | <p>Professor: Então vocês observaram que existe uma relação. Alguém falou aqui... Não me lembro quem... quais alunos falaram sobre uma coisa chamada “pressão”. Alguns alunos levantaram essa questão. Eu faço uma pergunta a vocês: conversando um pouquinho sobre pressão, o que é a pressão, o que seria a pressão? Vocês falaram sobre a pressão. O que vocês diriam sobre o que seria pressão? Força exercida em um ponto... o que vocês diriam que é pressão? Calma aí pessoal. Olha só. Pedro tem uma... Pedro tá querendo dar uma definição aqui. O que que você acha que é pressão, Pedro?</p> | <p>Os alunos falam junto com o professor.</p> | |
| 99 | <p>Pedro: Pressão é a capacidade de deformar um objeto ou não.</p> | | <p>Levantamento de Hipóteses.</p> |
| 100 | <p>Professor: Deformar um objeto ou não? Isso é pressão?</p> | | |
| 101 | <p>André: Ela pode deformar...</p> | | <p>Previsão.</p> |
| 102 | <p>Professor: Karine falou o que? Força...</p> | | |
| 103 | <p>Karine: Força exercida sobre um objeto?</p> | | <p>Levantamento de hipóteses.</p> |

| | | | |
|-----|--|--|----------------------------|
| 104 | Professor: Toda vez eu exerço força, eu exerço necessariamente uma pressão? | | |
| 105 | Fernanda: Não! Necessariamente? | | Levantamento de hipóteses. |
| 106 | Professor: Será que tem? Olha só. Fisicamente... vocês observaram, e eu vou deixar registrado no quadro... vocês falaram... vocês falaram algumas coisas importantes que vocês viram. Vocês falaram sobre peso... Vocês falaram... vocês falaram sobre a força... Vocês falaram sobre o tal espaçamento. Quando você pensa no espaçamento, numa distribuição, que grandeza vocês estão pensando? | | |
| 107 | Pedro: Distância. | | |
| 108 | Fernanda: Distância. | | |
| 109 | Professor: Distância... Mas, por exemplo, se essa distância é numa linha? | | |
| 110 | Fernanda: Pode ser como também pode não ser. | | Raciocínio lógico. |
| 111 | Professor: Tá. Pode ser numa linha como também pode não ser. Mas, por exemplo, no caso dessa cama, ela estava espalhada sobre o que? | | |
| 112 | Pedro e Fernanda: Uma área. | | Raciocínio lógico. |
| 113 | Professor: Sobre uma área, não é verdade? Sobre uma superfície... Então, aqui seria um outro ponto | | |

| | | | |
|-----|--|---|----------------|
| | importante, que é a importância da relação com a área. Não sei se vocês enxergaram com tanta facilidade como Gabriel, eu tenho certeza, que havia uma relação entre essa força e essa área. Como é que era essa relação? Por exemplo, quando a área aumentou, a pressão diminuiu ou não? | | |
| 114 | Fernanda: Maior pressão em um espaço... Aumentou. | | Justificativa. |
| 115 | Professor: Presta atenção. Essa aqui... você, por exemplo, onde você tem mais área de contato? Qual das placas? | O professor mostra aos alunos ambas as camas de pregos. | |
| 116 | Pedro: Área de contato? | | |
| 117 | Professor: É! Onde você tem mais área de contato? Olha, eu vou chamar essa aqui de 1 e essa aqui de 2. Onde você tem mais área de contato? | | |
| 118 | Turma: Na 1. | Todos os alunos respondem juntos. | |
| 119 | Professor: Na 1, beleza? Todo mundo de acordo? Beleza. Nessa aqui, a sensação de dor foi maior ou menor? | | |
| 120 | Turma: Menor. | Todos os alunos respondem juntos. | |
| 121 | Professor: Menor... Então, aí, por exemplo, se eu aumento a área e diminuo essa sensação de dor de | | |

| | | | |
|-----|---|-----------------------------------|--------------------------|
| | como vocês sentiram, essas grandezas seriam diretamente proporcionais ou inversamente proporcionais? | | |
| 122 | Turma: Inversamente proporcionais. | Todos os alunos respondem juntos. | Raciocínio lógico. |
| 123 | Professor: Quando uma aumenta a outra... | | |
| 124 | Fernanda: Diminui... | | Raciocínio lógico. |
| 125 | Professor: Então a gente pode chegar à definição de pressão. Pressão é Força... | | |
| 126 | Fernanda: Dividido por Área. | | Raciocínio Proporcional. |
| 127 | Professor: A divisão de Força por Área, a gente chama de pressão. A gente costuma medir, gente, olha só, a Pressão, a gente divide ela da seguinte forma: Pressão é a Força exercida, a Força aplicada por determinada Área. A gente usa $P=F/A$ se essa força for perpendicular à superfície. Vamos ver as unidades de medida. Vamos fazer uma análise dimensional. Vou fazer o seguinte, já que a gente tá estudando hoje a Pressão, vamos devagar aí com as coisas. Vamos pensar, por exemplo. | | |
| 128 | Fernanda: O peso é Força, não é? | | |
| 129 | Professor: O peso é um tipo de Força? | | |

| | | | |
|-----|---|-------------------------------|--------------------|
| 130 | Fernanda: É! | | |
| 131 | Professor: Então ele se enquadraria dentro dessa parte. Olha só. Força, a gente mede em qual unidade? | | |
| 132 | Turma: Newton. | | |
| 133 | Professor: Muito bem. E a Área no Sistema Internacional de Unidades? | | |
| 134 | Fernanda: Metros. | | |
| 135 | Professor: Metros? | | |
| 136 | Pedro: Metros por segundo | | |
| 137 | Fernanda: Quadrado | Alguns ao fundo dizem cúbico. | |
| 138 | Professor: Cúbico ou quadrado? | | |
| 139 | Fernanda: Cúbico é volume, gente. É quadrado. | | Raciocínio lógico. |
| 140 | Professor: Metros quadrados. Então olha só. Se eu coloco, presta atenção, se eu colocar aqui a pressão, vai ficar o que? N/m^2 , não é verdade? | | |
| 141 | Fernanda: E quem é Pressão? | | |
| 142 | Professor: Olha só... é justamente essa, Fernanda. A unidade de Pressão no Sistema Internacional é N/m^2 , mas a gente costuma chamar de uma outra forma: esse N/m^2 a gente abrevia por Pa, que é pascal. Então a unidade de Pressão no Sistema Internacional de Unidades pode ser tanto Pa quanto N/m^2 . Isso aí são sinônimos, beleza, pessoal? Agora vamos ver se as coisas fluíram bem. | | |

| | | | |
|-----|---|---|----------------------------|
| 143 | André: Não tem nada a ver com Triângulo de Pascal não, né, pelo amor de Deus. | | |
| 144 | Fernanda: Ai, ninguém gosta dele. | | |
| 145 | Professor: Não. Pascal também deu contribuições na Matemática, mas a gente não vai precisar do Triângulo de Pascal para fazer isso não. Vou fazer uma pergunta a vocês: Se eu aumento a área de contato, a pressão faz o que? | | |
| 146 | Fernanda: Diminui. Não... Aumenta também. | | Levantamento de hipóteses. |
| 147 | Professor: Calma aí, olha só. Essas grandezas são diretamente ou inversamente... | | |
| 148 | Fernanda: Direta. Peso e área é diretamente... | | |
| 149 | Professor: Não, olha só. Eu estou pensando em Pressão e Área. | | |
| 150 | Fernanda: Então... Sobre multiplicando. | | |
| 151 | Karine: Inversamente. | | Justificativa. |
| 152 | Kathlen: Inversamente. | | Justificativa. |
| 153 | Professor: Presta atenção. Vamos voltar ao experimento, Fernanda. Eu aumentei a Área. A Pressão fez o que? | O professor aponta para as camas de pregos. | |
| 154 | Fernanda: Diminuiu... | | Raciocínio lógico. |
| 155 | Professor: Diminuiu. Então eles são inversamente ou diretamente? | | |

| | | | |
|-----|---|--|--------------------------------------|
| 156 | Fernanda: Inversamente... | | Justificativa. Raciocínio lógico. |
| 157 | Professor: Então se eu aumento a área de contato, a pressão faz o que? | | |
| 158 | André: Diminui... | | Raciocínio lógico. |
| 159 | Professor: Diminui. Se eu diminuo a área de contato, a pressão faz o que? | | |
| 160 | Fernanda: Aumenta... | | Raciocínio lógico. |
| 161 | Professor: Aumenta. Beleza! Ficou claro isso? Isso é Pressão como Força sobre Área. Tudo certo para vocês? Qual seria a Unidade de Pressão então? | | |
| 162 | Turma: Pa. | | |
| 163 | Professor: Pa, que é? | | |
| 164 | André: Pascoal... | | |
| 165 | Professor: Pascoal, não. pascal. | | |
| 166 | Fernanda: De Páscoa... | | |
| 167 | Professor: A unidade é Pa ou N/m ² . Uma das pesquisas que vocês vão fazer para me entregar também na próxima aula, são outras unidades de medir pressão. Anota aí que vocês vão pesquisar sobre outras unidades para medir Pressão. | | |

Fonte: O autor, 2021.

Podemos verificar que na parte acima da aula que mesmo após algumas dificuldades, foi possível concluir a discussão sobre a pressão de uma força. Alguns alunos confundiam o que era força com o que é pressão, mas após alguns questionamentos, verificou-se que eles compreenderam. Após formalizamos o

conceito, concluímos a relação inversamente proporcional entre pressão e área de contato. Tratamos também sobre as unidades de medida de pressão.

O quadro a seguir traz a transcrição da discussão do grupo três após terem assistido o vídeo da entrevista do ex-jogador Vampeta à rádio Jovem Pan. Perguntamos aos alunos: Você já subiu uma serra de carro? O que você sentiu? Se sentiu algo, que fator você atribui para ter essa sensação? Em seguida responderam: Sobre se já haviam mergulhado em uma piscina, qual a máxima profundidade que mergulharam e o que sentiram. Aqueles que já voaram de avião relataram sobre a sua experiência na decolagem e na aterrissagem.

TABELA 08 – Transcrição da discussão das discussões: Turnos 168 – 206.

| Turno | Falas Transcritas | Comentários | Indicadores |
|--------------|--|---------------------------------|----------------------------|
| 168 | Fernanda: Primeira pergunta. | | |
| 169 | Pedro e Lucas: Você já subiu uma serra de carro? | | |
| 170 | Grupo: Sim. | | |
| 171 | Diogo: Já. Já. | | |
| 172 | Fernanda: Não, eu não fui. O que você sentiu? Pressão no ouvido. | A aluna relata sua experiência. | |
| 173 | Diogo: Eu sinto uma leve pressão na parte do ouvido. | O aluno relata sua experiência. | |
| 174 | Karine: No aparelho auditivo... | A aluna relata sua experiência. | |
| 175 | Diogo: É. | | |
| 176 | Fernanda: O que você acha que contribuiu para essa sensação? | | |
| 177 | Grupo: A pressão. | | Levantamento de hipóteses. |
| 178 | Fernanda: A pressão, ué. Por causa da Altitude. | | Justificativa. |
| 179 | Willian: Falta de ar. | | Levantamento de hipóteses. |

| | | | |
|-----|--|----------------------------|----------------|
| 180 | Fernanda: Não. Falta de ar não tem a ver com isso não. | | Justificativa. |
| 181 | Willian: Porque o ar é rarefeito. | | Explicação. |
| 182 | Fernanda: É rarefeito, mas é por causa da altitude não é por causa do oxigênio que você sente a pressão. | A aluna contesta o colega. | |
| 183 | Willian: Mas eu sinto falta de ar. | | |
| 184 | Fernanda: Ah, você sente falta de ar também? Ok. | | |
| 185 | Grupo discutindo. | | |
| 186 | Fernanda: Na aterrissagem e na subida? | | |
| 187 | Willian. O que você sentiu na aterrissagem e na subida de um avião. | | |
| 188 | Diogo: Eu nunca voei de avião não. | | |
| 189 | Willian: O que você sentiu, Gabi? | | |
| 190 | Karine: Ah, eu só senti o meu ouvido parar de funcionar. | | |
| 191 | Fernanda: Eu não senti nada. | | |
| 192 | Karine: Um ouvido não escutava. | | |
| 193 | Pedro: Eu senti um frio na barriga ao subir e só. | | |
| 194 | Fernanda: Não, eu só senti enjoo. Você já mergulhou numa piscina? Quanto mais baixo, mais o ouvido... | | |
| 195 | Karine e Lucas: pressão. | | |
| 196 | Fernanda: Todo mundo já entendeu? | | |
| 197 | Fernanda: Qual a máxima profundidade que você já mergulhou? Ah, a da piscina. | | |

| | | | |
|-----|---|--|----------------------------|
| 198 | Diogo: Piscininha de bebê. | | |
| 199 | Fernanda: Ai, quando você vai mergulhar na praia também, quando você vai fazer mergulho em praia. | | |
| 200 | Willian: Quando tu toma um caixote, dá pressão. | | |
| 201 | Diogo: Não, mas a gente tá falando de piscina, não é praia não. | | |
| 202 | Karine: O que está mudando constantemente? | | |
| 203 | Fernanda: A pressão, a altitude... | | Levantamento de Hipóteses. |
| 204 | Diogo: O ambiente. | | |
| 205 | Karine: Acabou? | | |
| 206 | Pedro e Fernanda: Acabou. | | |

Fonte: O autor, 2021.

Na discussão acima vemos que o grupo conseguiu trazer um ponto fundamental que é a relação entre a altitude e a pressão. As nossas transcrições se encerram aqui, já que a última etapa desta sequência não foi possível ter sido aplicada como já explicamos antes.

Capítulo 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentamos nesta dissertação, uma sequência de ensino investigativo a qual foi construída com objetivo de contribuir com a alfabetização científica de nossos educandos, haja vista que em nossa visão é necessário que o professor esteja empenhado em proporcionar aos seus alunos possibilidades para que eles adquiram cultura científica.

Na construção dessa sequência de ensino optamos por utilizar a abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade), através de uma sequência de ensino por investigação, já que recentes pesquisas no Ensino de Física, algumas citadas no referencial teórico desse texto, têm mostrado que essas abordagens são capazes de trazer bons resultados para os alunos, uma vez que nesse tipo de enfoque podemos mostrar a Ciência de uma maneira diferente daquela que o senso comum acredita. Torna-se possível entender que a Ciência é fruto da construção humana, que é passível a erros e é movida por interesses, desde os mais nobres aos mais escusos.

Ao utilizarmos ensino por investigação, somos capazes de possibilitar aos nossos estudantes a compreensão de como é o processo de construção da Ciência, pois somos levados a resolver problemas, e para tanto, temos de analisá-lo, elaborar hipóteses, testá-las, construir um raciocínio lógico, prever, explicar entre tantas possibilidades mais.

A sequência de ensino teve por objetivo abordar alguns dos principais conceitos de hidrostática. Para assim fazê-la, organizamos a sequência em quatro encontros, nos quais trabalhamos com os alunos utilizando atividades experimentais, um jogo e recursos áudio visuais. A SEI foi planejada para acontecer em quatro encontros, no primeiro encontro, tivemos dois momentos, um na sala de aula e o outro na sala multidisciplinar da escola. Na sala de aula apresentamos os vídeos 01 e 02 e discutimos sobre a temática deles, na sala multidisciplinar, realizamos o jogo do boia ou afunda, e as atividades experimentais envolvendo a densidade dos corpos e a

massa específica de uma substância, nesse encontro os alunos foram muito participativos em ambas as etapas.

No segundo encontro os alunos realizaram com muito afinco as duas atividades experimentais propostas e discutiram bastante sobre as mesmas. Notamos que ficaram bem empolgados e participaram bem das atividades com as camas de prego, as quais serviram para discutir a relação entre força, área e pressão. Observamos que os alunos compreenderam a proporção direta entre pressão e força e a relação inversamente proporcional entre área de contato e pressão. Não observamos nenhuma grande dificuldade para participação deles seja nas atividades, seja nas discussões.

O terceiro encontro deu-se, assim como o segundo, na sala multidisciplinar do colégio. Apresentamos mais um vídeo para a turma, o qual serviu para impulsionar as discussões, pois nosso objetivo nesta aula foi de discutir a pressão de uma coluna de um fluido e tratamos também do caso particular da pressão atmosférica. Nessa aula também tivemos alunos engajados e participativos, encontramos algumas dificuldades no registro em áudio em parte das discussões feitas por alguns grupos, contudo atingimos o objetivo dessa etapa.

O quarto e último encontro, não conseguimos realizá-lo, pois o andar da escola ficou sem energia elétrica no dia da aplicação, e esse era o último dia de aula antes do início das provas da escola. Por essa razão não foi possível remarcá-lo, embora não tenhamos conseguido desenvolvê-lo junto aos alunos, nos encontros do grupo PROENFIS, aferimos que boas discussões podem ser fomentadas na construção do carrinho que é proposto ao término da nossa sequência, sobre o Teorema de Arquimedes.

Essa aplicação teria sido apenas um teste da nossa SEI, contudo quando iríamos reapplicá-la no mês de março de 2020, iniciou-se a pandemia do novo coronavírus e com ela a suspensão das atividades presenciais em todo território nacional. Gostaríamos de registrar também que ao final de cada encontro aconteceu a sistematização de tudo que foi proposto a ser ensinado, para que os educandos realmente tivessem um progresso em seu conhecimento científico.

Ao concluir esta dissertação temos a certeza que é possível, sim, através da abordagem CTS e das atividades por investigação envolver e obter resultados significativos em sala de aula, através de uma turma mais motivada, mais engajada e interessada em aprender, fatos esses que foram motivados especialmente pela nossa abordagem.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G.S. Educación Ciencia – Tecnología – Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame. *Educación Química*, 16 [2], p.114 – 124, 2005.

AIKENHEAD, G. S. *Science education for everyday life: evidence-based practice*. New York, USA: Teachers College Press, 2006.

AZEVEDO, Maria C.P.S. Ensino de ciências: Unindo a pesquisa e a prática. “Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de aula”. In. CARVALHO, Anna M. P. *Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática*. São Paulo. Cengage Learning, (pp. 19-33), 2004.

BRASIL. Ministério da Educação. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei n. 9.394/96. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm. Acesso 10 Jul. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: . Acessado em: 29 set. 2019.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília, MEC, 2000.

CABALLERO, Concessa, MOREIRA, Marco Antonio, NEVES, Margarida Saraiva. Repensando o trabalho experimental, na aprendizagem da Física, em sala de aula. Um estudo exploratório. *Investigações em Ensino de Ciências*, V11(3), pp. 383-401, 2006.

CABRAL, Rodrigo. Mãe e filha morrem em carro durante alagamento em Belo Horizonte. Youtube, 16 de novembro de 2018. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=GGuMh-Up1ls>>. Acesso em: 08 de maio de 2021.

CARVALHO, A. M.. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação e Ciências*, 765-794,2018.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Rev. Bras. Educ.* [online]. n.22, p.89-100, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2020.

DRIVER, et al. Construindo o conhecimento científico na sala de aula. In: Química Nova na Escola, nº 9, maio, p.31-40.1999.

FONTES, A. A educação em ciências através da abordagem CTS. 2003.

G1. Chuva provoca alagamentos em ruas em Niterói. G1, 10 de novembro de 2018.

Disponível em: [Chuva provoca alagamentos em ruas de Niterói | Rio de Janeiro | G1 \(globo.com\)](https://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2018/11/10/chuva-provoca-alagamentos-em-ruas-em-niteroi-rio-de-janeiro-g1-globo-com). Acesso em: 10 de dezembro de 2021.

GALLAGHER, J.J. A broader base for science education. Science Educacion, 55, 329 – 338, 1971.

GIL, D., TORREGROSSA, J. La resolución de problemas de física. Madri: Mec, 1987.

GIL-PÉREZ, Daniel; VILCHES, Amaparo. Educación Ciudadana y alfabetización Científica: Mitos y Realiades. Revista Ibero-Americana, nº 42, pp. 31-53.

GIL-PÉREZ, Daniel; CARVALHO, A.M.P. Formação de Professores de ciências tendências e inovações. São Paulo. Editora Cortez, 2001.

HALLIDAY, D., RESNICK, R. e WALKER J. - *Fundamentos de Física* - (Editora LTC,Rio de Janeiro, 1996), v.2.

Imprensa livre do Ceará. Após forte chuva pela manhã em Fortaleza, vídeo mostra carros boiando na Av. Heráclito graça. Youtube, 01 de fevereiro de 2019. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=CgXwGq8-rEw>>. Acesso em: 08 de maio de 2021.

Jovem Pan Esportes. Histórias do Vampeta: como é jogar na ALTITUDE de La Paz? Youtube, 05 de outubro de 2017. Disponível em: <[Histórias do Vampeta: como é jogar na ALTITUDE de La Paz? - YouTube](https://www.youtube.com/watch?v=...)>. Acesso em: 15 de nov. de 2021.

LATOUR, B. Ciência em ação: como seguir cientista e engenheiros sociedade afora. São Paulo. Editora: UNESP, 2000.

LEMKE, J.L. Talking Science: Language, Learning and values. New Jersey. Language E Educational Processes, 1990.

PENHA, S.P, CARVALHO, A.M.P., VIANNA, D.M. A Utilização de Atividades Investigativas em uma proposta de enculturação científica: novos indicadores para análise do processo. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 7., 2009. Florianópolis. Resumos. Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009.

RODES, G. P., SILVA, M. d., & GARCIA, J. A implementação de uma sequência de ensino investigativa e o repensar da prática docente. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 12019.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 36, p. 474-492, set. /dez. 2007.

SANTOS, W.L.P, EDUCAÇÃO CTS E CIDADANIA: CONFLUÊNCIAS E DIFERENÇAS. *Revista de Educação em Ciências e Matemáticas* V.9, n17, p.49-62, 2012.

SASSERON, L. H, e MACHADO, V. F, PIETROCOLA, M (org), Alfabetização Científica na prática – Inovando a forma de ensinar Física. São Paulo: Livraria da Física, 2017. – (Série Professor Inovador)

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008. Disponível em:. Acesso em: 10 de nov. 2020.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: Uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, Vol.16(1), pp. 59-77, 2011.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. Pressão de uma coluna líquida. Prepara ENEM. Goiás. 15 de jun. de 2019. Disponível em: < [Pressão de uma coluna líquida. Pressão de uma coluna líquida \(preparaenem.com\)](https://preparaenem.com/pressao-de-uma-coluna-liquida)>. Acesso em: 15 de novembro de 2021.