

Universidade Federal de Juiz de Fora
Instituto de Ciências Exatas
Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Maria das Graças de Oliveira

A FÍSICA ONDE OS OLHOS NÃO ALCANÇAM: UMA PROPOSTA
PARA O ENSINO DE HIDROSTÁTICA NO COTIDIANO DOS POSTOS
DE COMBUSTÍVEIS

Juiz de Fora
2018

Maria das Graças de Oliveira

A FÍSICA ONDE OS OLHOS NÃO ALCANÇAM: UMA PROPOSTA
PARA O ENSINO DE HIDROSTÁTICA NO COTIDIANO DOS POSTOS
DE COMBUSTÍVEIS

Dissertação apresentada ao Programa de
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de
Física, polo 24 - UFJF/IF-Sudeste-MG, como
parte dos requisitos necessários à obtenção do
título de Mestre em Ensino de Física.

Prof. Dr. José Roberto Tagliati
Orientador

Juiz de Fora
2018

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Oliveira, Maria das Graças de.

A Física onde os olhos não alcançam : uma proposta para o ensino de Hidrostática no cotidiano dos postos de combustíveis / Maria das Graças de Oliveira. -- 2018.

134 f.

Orientador: José Roberto Tagliati

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais, ICE/IFSEMG. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2018.

1. Ensino de Física. 2. Aprendizagem Significativa. 3. Espaço não formal de Educação. I. Tagliati, José Roberto, orient. II. Título.

Maria das Graças de Oliveira

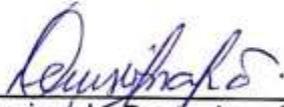
A FÍSICA ONDE OS OLHOS NÃO ALCANÇAM: UMA PROPOSTA
PARA O ENSINO DE HIDROSTÁTICA NO COTIDIANO DOS POSTOS
DE COMBUSTÍVEIS

Dissertação submetida ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo 24: Universidade Federal de Juiz de Fora e Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

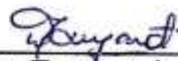
Aprovada em 06 de setembro de 2018, por:



Prof. Dr. José Roberto Tagliati – Orientador



Profª. Drª. Denise da Costa Assafrão de Lima – UFES



Profª. Drª. Diana Esther Tuyarot de Barci – IF Sudeste, MG

Juiz de Fora, MG
Setembro de 2018

Dedicatória

Dedico todo o meu esforço para a realização deste trabalho ao meu filho Thiago Raphael de Oliveira Alvim, que primeiramente alimentei seu corpo com o meu leite e ele me retribuiu alimentando minha existência com a sua esperança.

Agradecimentos

A Deus que nos renova a cada dia, por me manter firme nas horas de cansaço e pela companhia nas horas que precisei.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo incentivo institucional e pelo suporte financeiro ao programa por meio de bolsa concedida.

À Sociedade Brasileira de Física (SBF) pela idealização do MNPEF, um curso mais adequado às necessidades do professor de Física.

A todos os meus professores que fizeram parte da minha vida escolar.

Ao meu orientador, o Prof. Dr. José Roberto Tagliati, pela paciência e por acreditar neste trabalho. Por seu exemplo e envolvimento profissional na busca de um ensino de Física que encante a todos.

Aos professores do programa que sempre foram solícitos e ajudaram com contribuições dentro e fora do âmbito de suas disciplinas.

Aos meus colegas de mestrado pelo companheirismo, amizade e pela troca de conhecimentos.

Aos meus amados alunos que são a causa da motivação diária para o aperfeiçoamento do meu trabalho e que desde o primeiro momento se mostraram receptivos e estimulados com as atividades desenvolvidas.

Ao meu querido amigo Denes Augusto Clemente pela ajuda na revisão do texto.

À equipe do posto de combustíveis que gentilmente nos recebeu em seu espaço e acolheu os alunos com seriedade e atenção.

Agradecemos à FAPEMIG pelo apoio de taxa de bancada - Projeto MPR 00703-15.

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

RESUMO

A FÍSICA ONDE OS OLHOS NÃO ALCANÇAM: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE HIDROSTÁTICA NO COTIDIANO DOS POSTOS DE COMBUSTÍVEIS.

Maia das Graças de Oliveira

Orientador:
José Roberto Tagliati

A presente pesquisa pretende entender a possível relação que o estudante estabelece diante do conhecimento que ele já possui, a partir de questionamentos em sala de aula sobre conteúdos da Hidrostática. Pretendeu-se aqui trabalhar com as motivações dos estudantes de modo a construir um quadro de contribuições potencialmente significativas para o processo de ensino e aprendizagem do tema em questão, com base no que esses educandos vivenciam além da sala de aula. O produto educacional decorrente dessa investigação é um sequencia didática visando contribuir para a compreensão mais efetiva dos conhecimentos de Hidrostática. Da pesquisa participaram alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública da rede estadual de Minas Gerais. Para o desenvolvimento do trabalho utilizou-se como referência principal a visita dos estudantes a um posto de combustíveis com agenda e dinâmica previamente estabelecidas, em que estes interagiram de forma bastante envolvente com o mediador do referido estabelecimento. Um processo de preparação para a visita durante algumas aulas, relatórios individuais para coleta de impressões sobre a visita, a realização de uma feira de ciências e de seminários sobre Hidrostática, e uma avaliação final compuseram o quadro de ações para composição da pesquisa. Percebeu-se o quanto ações alternativas de apresentação de conteúdos científicos, como a visita e os seminários, podem se mostrar eficazes para despertar e motivar estudantes a se comprometerem melhor com os conhecimentos escolares. A avaliação final, na qual foram cobrados conteúdos formais associados à situações do cotidiano, forneceu dados interessantes para uma melhor compreensão da dinâmica da estratégia de ensino utilizada. A teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e as ideias educacionais de Paulo Freire se constituíram em aportes teóricos bem afinados com a proposta do trabalho. Consideramos que os resultados deste estudo poderão contribuir para a busca de propostas alternativas de ensino que possam conduzir a melhores retornos de apreensão de conteúdos científicos. Além disso, espera-se que com o aguçamento da curiosidade, da motivação e de mais interesse, como demonstrado pelos estudantes nesta investigação, surjam outras iniciativas que possam apresentar metodologias alternativas que não sejam utilizadas unicamente as práticas pedagógicas tradicionais, em particular na disciplina Física.

Palavras-chave: Ensino de Física. Aprendizagem Significativa. Espaço não-formal de Educação.

Juiz de Fora
2018

ABSTRACT

THE PHYSICS WHERE THE EYES DO NOT ACHIEVE: A PROPOSAL FOR THE TEACHING OF HYDROSTATICS IN THE EVERYDAY OF THE FUEL STATIONS.

Maria das Graças de Oliveira

Orientador:
José Roberto Tagliati

The present research intends to understand the possible relation that the student establishes against the knowledge that he already has, from questionings in classroom about contents of Hydrostatic. It was intended to work with students' motivations in order to build a board of potentially significant contribution to the teaching and learning process of the subject in question, based on what these learners experience beyond the classroom. The educational product resulting from this research is a didactic sequence aiming to contribute to a more effective understanding of Hydrostatic knowledge. The study included students from the second year of high school in a public school of Minas Gerais' state. For the development of the work, the students' visit to a fuel station with a previously established schedule and dynamics was used as the main reference, where students interacted in a very engaging way with the mediator of that establishment. A process of preparation for the visit during some classes, individual reports to collect impressions about the visit, the holding of a science fair, seminars on hydrostatics, and a final evaluation, composed the board of actions for composition of the research. It has become apparent that alternative actions to present scientific content, such as the visit and the seminars, can be effective to awaken and motivate students to become more committed to school knowledge. The final evaluation, in which formal contents were collected, but associated with everyday situations, provided interesting data for a better understanding of the dynamics of the teaching strategy used. David Ausubel's Theory of Significant Learning and Paulo Freire's educational ideas were well-grounded in theoretical contributions to the work proposal. We believe that the results of this study may contribute to the search for alternative teaching proposals that may lead to better returns for the apprehension of scientific contents. Besides that, it is expected that, with the increase of curiosity, motivation and more interest, as demonstrated by the students in this research, other initiatives will emerge that may present alternative methodologies so that traditional pedagogical practices are not only used, especially in the discipline Physical.

Keywords: Physics Teaching. Significant Learning. Non-formal Education.

Juiz de Fora
2018

Sumário

Capítulo 1	11
Introdução.....	11
1.1 Justificativa.....	13
1.2 Objetivo.....	14
1.2.1 Objetivo Geral.....	14
1.2.2 Objetivo Específico.....	14
1.3 Estrutura da dissertação.....	14
Capítulo 2 Espaços não-formais	16
2.1 Educação Formal, Não-Formal e Informal.....	17
2.2 Espaço Formal e Não-Formal de Educação.....	18
2.3 Ensino de Ciência fora da sala de aula.....	20
Capítulo 3 Referencial Teórico	23
3.1 Ausubel e a Aprendizagem Significativa.....	23
3.1.1 A Teoria da Aprendizagem Significativa.....	25
3.1.2 O conceito Subsunçor.....	25
3.1.3 Aprendizagem Mecânica.....	26
3.1.4 Avaliação.....	27
3.2 Contribuições de Paulo Freire	27
Capítulo 4 Mecânica dos Fluidos	31
4.1 Apresentando os fluidos.....	31
4.2 Propriedades dos fluidos.....	31
4.3 Forças atuando no fluido.....	32
4.4 Pressão num fluido.....	37
4.5 Equilíbrio num campo de forças.....	37
4.5.1 Fluido incompressível no campo gravitacional.....	39
4.5.2 Princípio de Pascal.....	42
4.5.3 Vasos Comunicantes.....	43
4.5.4 Pressão atmosférica.....	44
4.6 A definição Empuxo e o Princípio de Arquimedes.....	43
4.7 Equilíbrio dos corpos flutuantes.....	44
4.8 Variação da pressão atmosférica com a altitude.....	46
Capítulo 5 Metodologia	48
5.1 Preparando o campo de investigação.....	48
5.2 Ações de aprofundamento e engajamento do conteúdo.....	50
5.3 O registro das ações e o processo de avaliação.....	52
Capítulo 6 Relato de Aplicação do Produto	53
6.1 Definindo um espaço para realização da atividade.....	53
6.2 Desenvolvendo a atividade.....	54
6.3 Dificuldades para a segunda visita.....	57
6.4 Impactos percebidos em razão da realização da atividade.....	58

6.5 Feira de Ciências.....	59
6.6 Seminários.....	63
6.7 Impactos observados.....	69
Capítulo 7 Análise de resultados.....	71
7.1 Análise da Questão 01.....	74
7.1.1 Gráfico de frequência das respostas.....	78
7.2 Análise da Questão 02.....	80
7.2.1 Gráficos de frequência das respostas (Questão 02).....	82
7.3 Análise da Questão 03.....	83
7.3.1 Gráficos de frequência das respostas (Questão 03).....	87
Capítulo 8 Considerações Finais.....	88
Referências Bibliográficas.....	90
Apêndice A - Questionário.....	92
Apêndice B - Questões das Avaliações.....	92
Apêndice C - Sequência Didática	96
Referências Bibliográficas dos Apêndices.....	114
Apêndice D - Produto Educacional.....	115

Capítulo 1

A alegria não chega apenas no encontro do achado, mas faz parte do processo da busca. Ensinar e aprender não pode dar-se fora da procura, fora da boniteza e da alegria.

Paulo Freire

Introdução

Minha trajetória acadêmica se iniciou no ano de 1973. Ingressei na Universidade Federal de Juiz de Fora por vestibular para o curso de Engenharia Civil, colando grau em 20 de dezembro de 1977. Por motivos particulares e familiares não exerci a profissão de engenheira, o que me fez direcionar para a área da Educação. A carreira foi iniciada no ano de 1999 e a exerço com muito afinco até o presente momento.

Em 2000 iniciei o curso de licenciatura em Física na mesma universidade, colando grau em 2004. Durante o curso participei de uma palestra com o professor Luiz Carlos de Menezes e de um outro evento com a professora Beatriz Alvarenga, momentos nos quais aprendi aspectos que relacionam o conteúdo teórico da Física à vida cotidiana. O contato com a professora Beatriz Alvarenga desenvolveu em mim a percepção de que a atividade do professor extrapola o ambiente de sala de aula e que eu precisava aperfeiçoar a minha prática pedagógica.

Ainda na graduação eu já lecionava na rede estadual de ensino, pois como engenheira era possível obter autorização para ingressar na função de professora regente de Física. Ao término do curso de licenciatura em Física, eu percebia a cada ano a grande dificuldade em motivar os alunos e alcançar efetivamente o aprendizado de Física, o que sempre me inquietou. Como professora de escola pública pude vivenciar as dificuldades encontradas para executar um bom trabalho de ensino de Física e, após todos estes anos, me sinto confiante e capaz de contribuir para que estas dificuldades possam ser contornadas. Desejo contribuir para que a Física, tão essencial na educação de todos os cidadãos, possa ser capaz de ser vista de forma mais dinâmica e prática e assim, finalmente, deixe de ser vista como uma inimiga para ser reconhecida pelo seu conteúdo empolgante e surpreendente, pelo qual sou extremamente apaixonada e leciono com prazer. Deste modo, sempre me preocupo com minha formação continuada, participando de

encontros e capacitações oferecidas, principalmente quando os temas envolviam a Física.

Entre 1999 e 2004 permaneci na rede pública estadual sendo designada para escolas diferentes a cada ano. Em 2004 fui aprovada em concurso público e nomeada para exercício na Escola Estadual Presidente Costa e Silva, na cidade de Juiz de Fora, onde permaneci até o final do ano de 2013. A partir de 2014, mudanças na política educacional reduziram a carga horária das aulas de Física e, como consequência, mudei minha lotação para a Escola Estadual Almirante Barroso e posteriormente para a Escola Estadual Nyrce Villa Verde Coelho de Magalhães, onde estou até o presente momento. Trabalho com alunos do Ensino Médio Regular no 1º ano, no 2º ano e no 3º ano e com a Educação de Jovens e Adultos (EJA).

Paralelamente à atuação na rede estadual, no ano de 2003 iniciei contrato temporário na rede de ensino municipal, lecionando Física na Educação de Jovens e Adultos. No ano de 2010 iniciei na Prefeitura de Juiz de Fora a supervisão de Física no cursinho popular CPC (Curso Pré-Vestibular Comunitário) – curso preparatório gratuito cujo público-alvo são alunos de baixa renda e do ensino público – no qual atuo até a presente data. Supervisiono e oriento estagiários (alunos de licenciatura em Física oriundos da UFJF e do IF Sudeste MG) na preparação de apostilas, de aulas expositivas e dos “Plantões Temáticos” (exposição de temas trabalhando a interdisciplinaridade). Estes estagiários sob minha supervisão ministram aulas para os alunos que se preparam para o ENEM, PISM e IFSEMG.

No ano de 2013 ingressei no PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) do IF Sudeste de Minas Gerais - Campus Juiz de Fora. A participação neste programa vitorioso foi muito gratificante e produtiva em minha prática docente. Atuar junto aos bolsistas, à coordenadora do IF Sudeste de Minas Gerais - Campus Juiz de Fora e aos supervisores de outras escolas contribuiu em minhas buscas por soluções e superações de problemas identificados no processo de ensino-aprendizagem no meu cotidiano. Ao interagir com os bolsistas do projeto na elaboração e desenvolvimento de atividades pedagógicas para o ensino de Física com significado real no cotidiano escolar, aproximando os alunos da disciplina e aumentando seu interesse, aprendi a diversificar minha prática pedagógica, o que desde então tem sido uma preocupação constante no meu dia a dia escolar.

1.1 Justificativa

Este estudo tem o objetivo de proporcionar dentro do campo do trabalho referente às práticas de ensino da Física as bases teóricas significativas para a concretização do mesmo. Diferentes autores colaboraram na pesquisa e no desenvolvimento do tema proposto. Porém, alguns foram de extraordinária influência, tal como Ausubel que mostrou em seus estudos que a aprendizagem significativa se verifica quando o banco de informações no plano mental do aluno se revela através da aprendizagem por descoberta e por recepção. Ausubel sugere para esse processo a utilização de organizadores prévios para ancorar a nova aprendizagem, levando o aluno ao desenvolvimento de “conceitos subsunçores” para facilitar a aprendizagem subsequente. Para que a aprendizagem significativa ocorra, o autor assinala duas condições essenciais: disposição do aluno para aprender e o material didático desenvolvido, que deve ser, sobretudo, significativo para o aluno.

Outra referência utilizada são as contribuições de Paulo Reglus Neves Freire, que foi um educador, pedagogo e filósofo brasileiro. Sua prática didática fundamentava-se na crença de que o educando assimilaria o objeto de estudo fazendo uso de uma prática dialética com a realidade, em contraposição àquilo por ele denominado de “educação bancária”, altamente tecnicista e alienante. Segundo Freire, o educando é capaz de criar sua própria educação e fazer seu próprio caminho ao invés de seguir um previamente construído. O autor se libertou de chavões alienantes ao estabelecer que o educando seguiria e criaria o rumo do seu aprendizado e se destacou por seu trabalho na área da educação popular, voltada tanto para a escolarização como para a formação da consciência política.

Como o produto a ser elaborado é uma sequência didática, serão empregados estes referenciais que auxiliam o emprego de espaços não-formais como ferramenta para se construir um método de aprendizagem para um ensino mais eficaz. Assim sendo, desejamos trabalhar de forma concisa teorias e pensamentos que ofereçam subsídios que fundamentem a elaboração do produto educacional, voltado neste trabalho para a busca por melhor apreensão e compreensão do conteúdo de Hidrostática.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver e aplicar como produto educacional uma sequência didática capaz de auxiliar no processo de ensino e aprendizagem voltado para a compreensão mais efetiva dos conhecimentos de Hidrostática.

1.2.2 Objetivos específicos

- Elaborar uma sequência didática, cujo tema central é “Hidrostática”, que permita desenvolver os conteúdos levando em consideração os conhecimentos prévios dos alunos;
- aplicar a sequência didática em turmas de 2º ano do Ensino Médio em escola da rede pública de ensino;
- despertar nos estudantes associações entre conceitos científicos e aspectos tecnológicos e sociais;
- estimular a participação ativa dos estudantes em seu processo de aprendizagem;
- desenvolver nos estudantes a capacidade de observar de maneira crítica as aplicações da ciência no dia a dia.

1.3 Estrutura da dissertação

Esta dissertação relata cada uma das etapas envolvidas na elaboração de uma sequência didática para a obtenção dos objetivos relacionados anteriormente.

O Capítulo 2 apresenta os espaços não-formais e sua contribuição na educação formal, além de retratar a educação formal, não-formal e informal, e a contribuição dos espaços não formais no ensino de Ciências.

O Capítulo 3 apresenta os referenciais teóricos como contribuição para o desenvolvimento deste trabalho, para que o leitor possa se basear nas ideias principais que norteiam este projeto. Apresenta os principais autores que influenciaram nossa pesquisa, em que destacamos a aprendizagem significativa de Ausubel e as contribuições de Paulo Freire, que retrata muito bem a realidade da educação pública brasileira.

No Capítulo 4 fazemos um estudo rigoroso, diferente daqueles oferecido pelos livros didáticos, no qual optamos por aprofundar o estudo da Mecânica dos Fluidos.

No Capítulo 5 descrevemos a metodologia utilizada em conformidade com a aplicação do produto produzido. O Capítulo 6 apresenta os relatos da aplicação do produto, a definição preliminar e o desenvolvimento das atividades à descrição das dificuldades ao longo do processo e os impactos observados em sua execução.

O Capítulo 7 traz a análise dos resultados obtidos, avaliando os aspectos satisfatórios e os pontos que precisaram ser reavaliados e aprimorados para que favoreçam uma aprendizagem mais eficaz.

Por fim, o oitavo e último capítulo traz as considerações finais do nosso trabalho. Nele apresentamos nossas considerações e nosso pensamento sobre este projeto, assim como suas perspectivas futuras.

Ao final da dissertação encontra-se o Apêndice A, onde está disponibilizado o questionário aplicado para coletar as concepções prévias dos alunos. No Apêndice B apresentamos a avaliação formal aplicada e no Apêndice C apresentamos o produto educacional.

Capítulo 2

*Não há saber mais ou saber menos:
Há saberes diferentes.
Paulo Freire*

Espaços não-formais

A escola sempre empregou atividades desenvolvidas fora do seu ambiente escolar. Quem não tem em suas lembranças as práticas denominadas como passeios, atividades extraclasse, visita externa, excursão ou visitas orientadas. Mesmo não sendo uma prática nova, a utilização de atividades em ambientes extraescolar com a finalidade de produzir aprendizados é um instrumento pouco explorado como estratégia de ensino-aprendizagem dentro da educação que se processa na escola.

Os espaços não-formais são instrumentos importantes e úteis para auxiliar de maneira positiva a construção do conhecimento, todavia são pouco utilizados como estratégia de ensino-aprendizagem nas redes de ensino em nosso país. Para obter resultados significativos em questão de aprendizagem na educação não-formal é preciso levar em consideração vários fatores que compõem estes espaços, entender suas funções, seu potencial e seu funcionamento.

Se denomina “ambiente formal de educação” ou “espaço formal” aqueles locais vinculados à escola, entidade reputada pela sua função social de transmitir elementos de educação básica em nossa sociedade. Sendo assim, no Brasil, conforme definido na Lei 9394/96 de Diretrizes e Bases da Educação (BRASIL, 1996), o espaço formal de educação é a escola, que abrangem as instituições escolares da Educação Básica e do Ensino Superior.

Atualmente, outros espaços além da escola têm adquirido o papel de educar, destacando nesta função cenários como jardins botânicos, centros de ciências, museus, planetários, entre outros. Compreender estes espaços com olhar que promova uma aprendizagem significativa é o desafio de proporcionar ao aluno a interação, a compreensão e a complementação do ensino em sala de aula, incluindo o seu cotidiano neste processo para que a experiência de aprendizado leve o aprendiz a interferir no mundo em que vive.

Olhar e descobrir o que é oferecido além dos muros da escola desperta no alunado o impulso de agir de maneira mais participativa em seu meio social. Situações apresentadas que fazem parte de suas vivências, e mesmo aquelas

desconhecidas em sua realidade, promovem recursos para elaboração de uma visão crítica e participativa no processo de aprendizagem.

2.1 Educação Formal, Não-Formal e Informal

A diferenciação entre os conceitos de educação formal, não-formal e informal está relacionada ao espaço onde ocorre o processo educacional. No entanto, outros fatores podem ser avaliados, tal como a relação entre os envolvidos no processo, o local em que o processo educativo ocorre, uso de metodologia e técnicas específicas para desenvolver instrumentos didáticos e a avaliação de aprendizado.

Segundo Vygotsky (2007), a aprendizagem só é significativa quando os alunos conseguem demonstrar o novo conceito agindo com ele em diferentes situações e que passe a fazer parte de sua visão de mundo, relacionando os conceitos trabalhados em sala de aula com acontecimentos vivenciados em seus ambientes. Nesta perspectiva defende-se a importância da criação de relações com o conhecimento prévio dos alunos, com destaque na criação do sujeito.

Vieira (2005) define educação formal como aquela que ocorre nos espaços formais de educação. Já a educação não-formal é aquela que ocorre em ambientes não-formais, todavia em situações onde há intenção de ensinar e desenvolver aprendizagens. Por fim, a educação informal é definida como a que ocorre em situações informais como conversa entre amigos, por exemplo. Ainda segundo o autor, são situações informais aquelas do cotidiano das pessoas em seus ambientes familiares, profissionais, de lazer e entretenimento, cuja ocorrência é possível em diversos ambientes.

Outros autores consideram educação formal como sinônimo de educação escolar. Para Garcia (2005) a educação escolar é aquela onde o saber é sistematizado, justificando a sua definição como educação formal. O autor argumenta que existe alguma relação entre o conceito de educação formal e o de educação não-formal, uma relação indireta, em que ambos são independentes.

O conceito de educação não-formal, assim como outros que têm com ele ligação direta, habita um plano de imanência que não é o mesmo que habita o conceito de educação formal, apesar de poder haver pontes, cruzamentos, entrechoques entre ambos e outros mais. A educação não-formal tem um território e uma maneira de se organizar e de se relacionar nesse território que lhe é própria; assim, não é oportuno que sejam utilizados instrumentais e características do campo da educação formal para pensar, dizer e compreender a educação não-formal (GARCIA, 2005, p.31).

Esta consideração auxilia a reduzir a dúvida entre as duas formas de ação educativa, pois “corre-se o risco de, ao pensarmos a educação não-formal, termos como parâmetro elementos que comumente circulam no plano da educação formal tendendo a compreender aquela a partir desta, de maneira dependente e irreal” (GARCIA, 2005, p.32). Garcia considera que a educação não-formal permite certa desatenção no trato com questões do contexto educacional e com relações pertinentes a ele, contribuindo e proporcionando a criação.

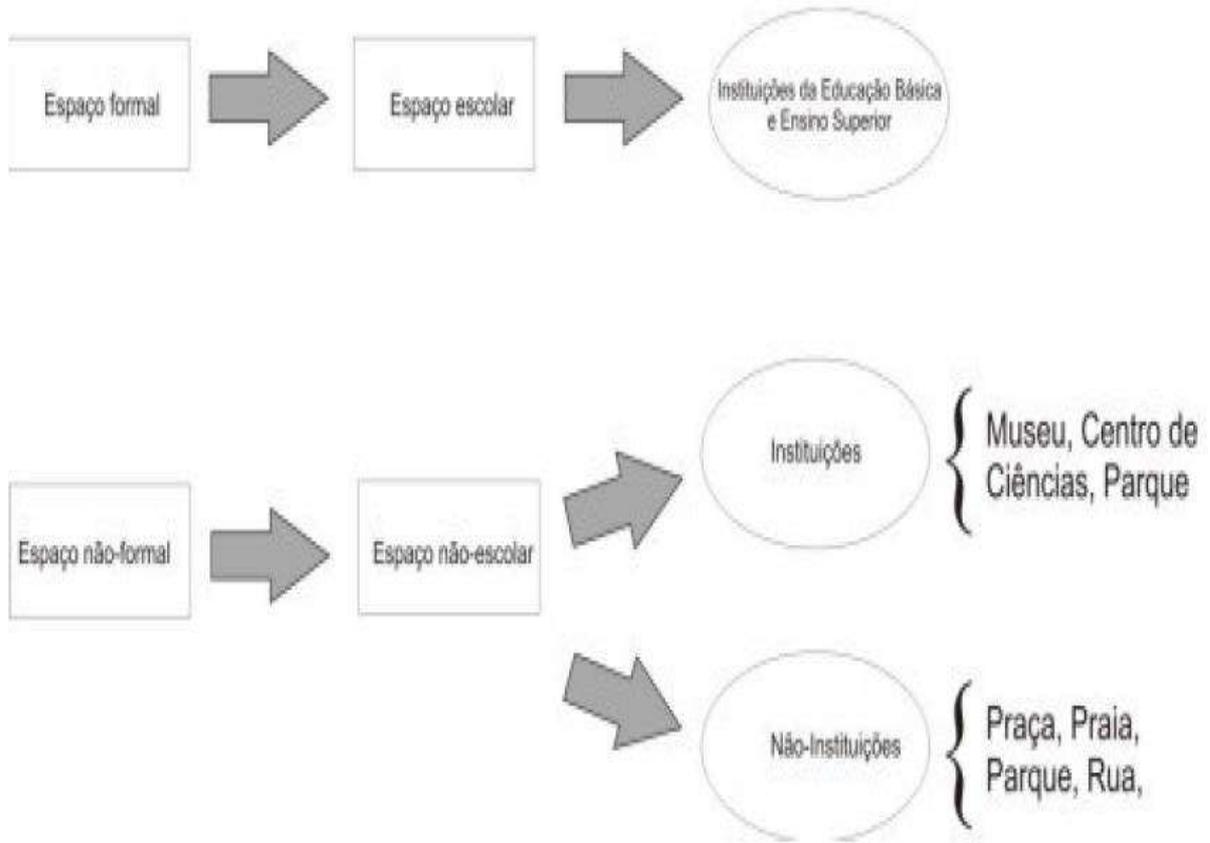
Imaginamos então que o acontecimento da educação formal, não-formal e informal é independente dos espaços onde elas acontecem, podendo ocorrer em espaços formais e não-formais de educação, assumindo espaços formais como os espaços escolares e espaços não-formais como qualquer espaço externo à escola. A educação não-formal é dinâmica e se encontra em construção, portanto não apresenta uma identificação concluída e finalizada.

2.2 Espaços formais e não-formais de educação

Como processo para a obtenção e estruturação de conhecimentos que colaboram para o desenvolvimento cognitivo e comportamental, a educação pode ocorrer em inúmeras situações, sendo que a forma como o processo de aprendizado se realiza e a sua qualidade é próprio ao espaço onde ele ocorre.

Para Jacobucci (2008), espaços formais de educação referem-se às instituições educacionais, enquanto os espaços não-formais relacionam-se às instituições cuja função básica não é a educação, ou seja, lugares não-institucionalizados. O Quadro 1 mostra um diagrama dos elementos que diferenciam espaço formal e espaço não-formal.

Quadro 01 - Sugestões de definições para espaço formal e não-formal de educação.



Fonte: SEER/UFU (2018)¹.

A expressão “espaço não-formal” é cada vez mais utilizada por educadores de diferentes áreas do conhecimento, pesquisadores em educação e por especialistas nas divulgações científicas para designar lugares contrários à escola, mas que servem ao propósito de aplicação de atividades educacionais. Para Jacobucci (2008) é possível definir os espaços não-formais de educação nas categorias institucionais² e aqueles não-institucionais.

O grupo onde se encontra as não-instituições apresentam ambientes naturais ou urbanos que não apresentam organização institucional. Entretanto, são viáveis para práticas educativas tais como lagoas, parques, teatros, praias, casas, ruas, cavernas, praças, terrenos, cinemas, campos de futebol, entre outros incontáveis exemplos.

¹ Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php>>. Acesso em: 10 Jul. 2018.

² Espaços regulamentados e que possuem equipe técnica responsável pelas atividades executadas, como por exemplo centro de ciências, jardins botânicos e zoológicos, parques ecológicos, planetários, aquários, institutos de pesquisa, entre outros.

É importante que o professor, ao se utilizar de espaços não-formais na realização de atividades escolares, fique atento aos diferentes fatores que intervêm na aprendizagem, principalmente quanto ao conteúdo das informações e à linguagem empregada.

2.3 Ensino de Ciências fora da sala de aula

Em seu artigo 13, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) estabelece como responsabilidade dos professores

[...] participar da elaboração da proposta pedagógica do estabelecimento de ensino; elaborar e cumprir plano de trabalho, segundo a proposta pedagógica do estabelecimento de ensino; zelar pela aprendizagem dos alunos; estabelecer estratégias de recuperação para os alunos de menor rendimento; ministrar os dias letivos e horas-aula estabelecidos, além de participar integralmente dos períodos dedicados ao planejamento, à avaliação e ao desenvolvimento profissional; colaborar com as atividades de articulação da escola com as famílias e a comunidade (BRASIL, 1996, art. 13).

A integração da escola com os diversos espaços educacionais possíveis na sociedade buscam associar orientações curriculares ao desenvolvimento de práticas fora do espaço escolar. As atividades nesse contexto são motivadoras para os alunos e levam o ambiente de aprendizagem para além do espaço escolar.

De acordo com o PCN (BRASIL, 2002), o objetivo primordial do ensino de Ciências é dar oportunidades para o aluno reconhecer problemas a partir de observações sobre um fato, levantar hipóteses, testá-las, refutá-las e/ou abandoná-las, quando o caso, empenhando-se para alcançar conclusões de forma autônoma. O aluno deve ser capaz de “redescobrir” o que já é conhecido pela ciência, apropriando-se da metodologia de trabalho compreendida como “método científico”, a saber, uma sequência rígida de etapas predeterminadas.

A Ciência como meio de compreender e perceber o mundo e de elaborar conexões entre o que é apresentado aos alunos e o mundo em que eles estão inseridos é um desafio enfrentado pela escola nos dias atuais. Ensinar Ciências torna-se uma atividade voltada para possibilitar aos alunos a utilização das ideias científicas em outros ambientes, associando-os à sua realidade.

O desânimo de docentes e discentes em relação ao desafio do ensino de Ciências está ligado à forma como elas são ensinadas e aos recursos muito

limitados em sala de aula. O professor Ildeu de Castro Moreira, ao avaliar a situação da educação formal em Ciências, afirma que

O ensino de ciências é, em geral, pobre de recursos, desestimulante e desatualizado. Curiosidade, experimentação e criatividade geralmente não são valorizadas. Ao lado da carência enorme de professores de ciências, em especial professores com boa formação, predominam condições de trabalho precário [...], [com] deficiências graves em laboratórios, bibliotecas, material didático, inclusão digital, etc. (MOREIRA, 2008, p. 70).

A utilização de ambientes não-formais favorece a aplicação, contextualização e colaboração de conhecimentos aprendidos com as informações novas, dando mais significado a aprendizagem. O público infanto-juvenil tem grande habilidade para lidar com temas de Ciências, o que comprova várias pesquisas realizadas na área do Ensino de Ciências e na divulgação científica.

A curiosidade é natural nas crianças e Ciências é uma matéria em que o processo educativo deve se dar de forma lúdica para a melhor compreensão do processo de construção do conhecimento. Ela pode ser feita por meio de recursos de narrativa jornalística, história em quadrinhos, ou qualquer outra forma de relato. Múltiplos são os formatos e linguagens. O que importa é que 'entre' no mundo de imaginação das crianças, possibilitando uma interação dialógica (CALDAS, 2010, p.161).

Se perde tal encantamento com a Ciência no decorrer da jornada acadêmica, geralmente por priorizar-se a frieza dos resultados nas avaliações em detrimento do processo como um todo. Os professores se cansam de ouvir nas aulas pontos como “não sei pra que estudar isto” ou “qual fórmula uso pra resolver esta questão?”. Por este cenário é possível questionar onde a curiosidade se perde. É necessário resgatar este encantamento promovendo motivação para o aprendizado e dando ênfase ao lúdico e ao prazer nas atividades desenvolvidas no trabalho educativo.

De acordo com a teoria de David Ausubel (1982), novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas a medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo (MOREIRA & MASINI, 2001). As aulas de Ciências praticadas em ambientes não-formais têm se destacado como uma metodologia eficiente por envolver e motivar os alunos nas atividades educativas em busca de uma aprendizagem satisfatória.

Como ambiente não-formal podemos citar o exemplo das visitas orientadas, atividade que proporciona ótimas oportunidades de aprendizagem. Podem ocorrer em museus, jardins botânicos, zoológicos e outros. O professor atua como guia ou facilitador priorizando enfoques curriculares. Para que a visita orientada realizada

pelo professor tenha êxito é necessário seu planejamento prévio prezando tanto a qualidade da atividade quanto sua viabilidade, levando em consideração os trâmites legais para que ela ocorra.

É importante destacar que outros métodos didáticos desenvolvidos em espaços não-formais podem ser capazes de permitir a obtenção de novos conhecimentos ao viabilizar a implantação da experiência lúdica em atividades fora da sala de aula. A importância da educação científica promovida em espaços não-formais está no fato desta ultrapassar a experiência apresentada pela escola. Considerando a gama de possibilidades que os espaços não-formais propiciam, a escola deve utilizar e incentivar estes espaços como importante recurso para o Ensino de Ciência, cabendo à comunidade escolar descobrir e viabilizar o seu uso.

Desenvolver conhecimentos sobre conceitos científicos também é produzir conhecimento sobre como a Ciência se estabelece e impacta a vida. Cabe aos professores desenvolverem olhares para vivenciar a Ciência fora do espaço escolar.

Capítulo 3

Referencial Teórico

Se tivesse que reduzir toda psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigüe isso e ensine-os de acordo.

David Ausubel.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais orientam que o ensino de Física favoreça a aprendizagem significativa para que, ao término de sua formação, os educandos consigam ser críticos e capazes de participar e compreender o mundo em que vivem. Mas para atingir este objetivo é necessário esclarecer o que é compreendido como aprendizagem para que as estratégias elaboradas pelos professores se orientem para o alcance de objetivos e tópicos mensuráveis, ainda que por descritores qualitativos.

3.1 Ausubel e a Aprendizagem Significativa

O que é aprendizagem?

Ato ou efeito de aprender; Tempo durante o qual se aprende; Experiência que tem quem aprendeu; Aprendizagem automática: disciplina central da inteligência artificial que se dedica ao estudo e ao desenvolvimento de algoritmos e programas que permitem dotar o computador da capacidade de efectuar determinada tarefa sem recurso à intervenção humana (por exemplo, classificação de e-mails como lixo, reconhecimento de voz, etc.) (APRENDIZAGEM, 2018).

Aprendizagem é o processo pelo qual as competências, habilidades, conhecimentos, comportamento ou valores que são adquiridos ou modificados, como resultados de estudo, experiência, formação, raciocínio e observação (APRENDIZAGEM, 2018, [Wikipedia]).

Vamos considerar, para início de nossas observações, a definição do termo como o ato ou o efeito de aprender. Esta aprendizagem pode se dar das seguintes maneiras:

- **Afetiva:** relacionada com sensações ou sentimentos como dor, prazer, satisfação, desejos, ansiedades. Para Piaget (2005) a afetividade é um dos principais elementos da inteligência, sendo que a mesma tanto pode ajudar no desenvolvimento do aluno quanto pode prejudicar pelo excesso

da interferência dos pais, que incorre em superproteção. Preocupar com seus alunos é reconhecê-los como indivíduos autônomos em busca de sua identidade.

- **Psicomotora:** provoca respostas condicionadas e musculares adquiridas por meio de treinos e várias práticas.
- **Cognitiva:** certo conteúdo é inserido na estrutura cognitiva de forma organizada, criando um complexo organizado de informações na mente do sujeito que aprende.

E o que é aprendizagem significativa?

Podemos relacionar as características em torno do termo “aprendizagem significativa”, conforme levantamento realizado por Moreira e Masini (2006) sobre os principais autores sobre o tema, expostos na sequência a seguir.

O primeiro destaque é **Jean Piaget** (1896-1980), biólogo, psicólogo e epistemólogo suíço. Atuou como professor de psicologia na Universidade de Genebra entre 1929 e 1954 e, em seu trabalho, defendia uma abordagem interdisciplinar para a investigação epistemológica, desenvolvendo a Epistemologia Genética, uma teoria do conhecimento com base no estudo da gênese psicológica do pensamento humano.

Ele iniciou os estudos sobre a Teoria Construtivista ao descrever que o desenvolvimento da espécie humana é estruturado a partir do seu nascimento até a idade adulta, isto é, durante toda a sua vida. Para Piaget, o indivíduo não possui conhecimento determinado quando nasce, aprendendo-o ao decorrer da vida com as pessoas que vivem ao seu redor. Todo o saber é uma construção que acontece a partir da infância e se segue ao longo da juventude até à vida adulta do indivíduo, fazendo com que este interaja tanto em contexto físico quanto cultural com a sociedade na qual está inserido.

Conforme Piaget, o termo “aprendizagem significativa” compreende que os conceitos-chave são assimilação, acomodação, adaptação e equilíbrio. A mente como estrutura cognitiva tende a funcionar em equilíbrio e aumenta permanentemente, ocorrendo a aprendizagem quando a assimilação sofre acomodação.

Philip Johnson-Laird (1936 -) é um pesquisador inglês que atua no departamento de Psicologia da Universidade de Princeton, sendo um dos expoentes

nos estudos sobre cognição humana e psicologia do raciocínio, premiado em diversas oportunidades desde o início de sua carreira. Para Laird, a aprendizagem ocorre através de representações mentais. Ele sugere que as pessoas raciocinam com modelos mentais análogos às estruturas do mundo e as imagens são modelos vistos de determinado ponto de vista que pode ser combinado e re combinado conforme a necessidade. A aprendizagem será significativa quando a pessoa construir um modelo mental para a nova informação, seja um conceito, uma ideia, um evento, um objeto ou uma preposição.

Por fim, **Joseph Novak** (1932-), empresário e educador americano que atualmente é professor emérito na Universidade de Cornell e pesquisador Sênior no IHMC, ficou conhecido mundialmente pelo desenvolvimento da teoria do mapa conceitual. Ele considera a aprendizagem significativa na concepção humanista defendendo a promoção da interação entre o pensamento, o sentimento e a ação que leva ao engrandecimento humano. Para ele, uma teoria deve considerar que seres humanos pensam, sentem, atuam para ser capaz de explicar como melhorar as maneiras por meio das quais eles realizam tais tarefas. Novak considera que os elementos básicos do evento educativo são o aprendiz, o professor, o conhecimento, o contexto e a avaliação. Ainda para o autor qualquer evento educativo implica em ação para trocar significados e sentimentos entre professor e alunos.

3.1.1 A teoria da Aprendizagem Significativa

David P. Ausubel é um representante do cognitivismo, ou seja, a aprendizagem representa organização e integração do material na estrutura cognitiva. O estudioso nasceu em 1918 e cresceu em Brooklyn, Nova York. Frequentou na Universidade da Pensilvânia o curso pré-médico com especialização em Psicologia. Se formou na faculdade de medicina da Universidade de Middlesex e, posteriormente, completou um estágio rotativo em Gouveneur Hospital (em Nova York, na Secretaria Municipal de Hospitais), localizado no Lower East Side de Manhattan que inclui a Little Italy e Chinatown, no ano de 1944. Em 1973 se aposenta da vida acadêmica para se dedicar em tempo integral à prática psiquiátrica. Seus principais interesses em psiquiatria foram psicopatologia geral, o desenvolvimento do ego, a toxicodependência e psiquiatria forense. Aposentou-se

da vida profissional em 1994 para dedicar-se à escrita. Faleceu em 09 de julho de 2008.

Nascido numa época em que a população judia sofria com uma série de preconceitos e em conflitos religiosos, Ausubel cresceu insatisfeito com a educação que recebera. Revoltado contra os castigos e humilhações pelos quais passara na escola, afirmava que a educação é violenta e reacionária. Sua maior colaboração foi a apresentação de uma teoria explicativa do processo de aprendizagem humana, fundamentada nos princípios organizacionais da cognição, considerando no processo o conhecimento e o entendimento de informações e não somente a memorização mecânica (“decoreba”).

Quando sua teoria se refere a “aquilo que o aprendiz já sabe” trata-se da estrutura cognitiva e organização das ideias do indivíduo e não dos pré-requisitos. Cabe ao professor desvendar, averiguar e mapear a estrutura cognitiva preexistente e o “...ensine-o de acordo...” é basear o ensino naquilo que o aprendiz já sabe, o que são implicações nada fáceis. Em uma síntese, Moreira (2006, p. 14) assume que a aprendizagem significativa é o “processo pelo qual uma nova informação se relaciona de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo”. O termo “literal” tem o significado de decorar e “arbitrário” se relaciona ao fato de não haver interação da estrutura cognitiva com o conhecimento específico.

3.1.2 O conceito de Subsunçor

Em expressão trivial, “subsunçor” é a denominação atribuída a um conhecimento específico presente na estrutura de conhecimentos do indivíduo que concede oferecer significado a um novo conhecimento que lhe é desenvolvido ou por ele encontrado. Assim, tanto por aceitação como por descobrimento, para a concessão de significados aos novos conhecimentos é preciso a presença de conhecimentos prévios especialmente importantes e da comunicação com eles.

O subsunçor é um conceito, uma ideia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de ‘ancoradouro’, a uma nova informação de modo que está adquirida, assim, significado para o indivíduo (isto é, que ele tenha condições de atribuir significado a essa informação) (MOREIRA, 2006, p. 15).

3.1.3 Aprendizagem Mecânica

Aprendizagem mecânica é aquela que não apresenta significado, sendo popularmente conhecida como “decoreba” a qual o aluno utiliza para fazer as provas e é totalmente esquecida logo após a avaliação. Está presente em muitas práticas pedagógicas incentivadas na escola.

Para Moreira (2006, p. 16) a aprendizagem mecânica é “aquela em que novas informações são aprendidas praticamente sem interagirem com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, sem ligarem-se a subsunções específicos”. Quando há esquecimento completo, como se o aluno nunca tivesse entendido certo assunto, é possível que a aprendizagem tenha ocorrido mecanicamente, de modo não-significativo.

3.1.4 Avaliação

A avaliação é o que possibilita verificar se os objetivos do ensino planejado e implementado promoveram a aprendizagem que se esperava do aluno, devendo ser um retorno ao aluno de sua evolução no conteúdo. A concepção de avaliação deve se apoiar no referencial teórico e as modalidades avaliativas empregadas devem ser coerentes com estes fundamentos. Sobre o assunto, Moreira (2011, p. 51) afirma que a “avaliação da aprendizagem significativa implica outro enfoque porque o que se deve avaliar é compreensão, captação de significados, capacidade de transferência do conhecimento a situações não conhecidas, não rotineiras”.

Na teoria da aprendizagem significativa “a melhor maneira de evitar a simulação da aprendizagem significativa é propor ao aprendiz uma situação nova, não familiar, que requeira máxima transformação do conhecimento adquirido” (AUSUBEL, 1982) e a avaliação cumpre este papel.

3.2 Contribuições de Paulo Freire

No fim do Estado Novo nos anos 1940, os brasileiros se viram diante de um processo de redemocratização importante, que implicou na abertura democrática e na possibilidade de maior participação política. No entanto, a Constituição Federal de 1946 continuaria a excluir os analfabetos do acesso ao voto. Tal aspecto

expressava a visão extremamente elitista segundo a qual o analfabeto teria pouco discernimento, sendo facilmente manipulado por candidatos com viés populista.

Na década de 1940 o analfabetismo atingia mais da metade da população brasileira e o país não possuía nenhuma política efetiva voltada para a educação de adultos. Vale ressaltar ainda que o analfabetismo era visto como uma das causas do atraso do país. Após a Segunda Guerra Mundial, a UNESCO³ desenvolveu campanhas pela educação de adultos em países subdesenvolvidos visando diminuir o analfabetismo. No Brasil, somente em 1947 o governo cria a Campanha Nacional de Educação de Adultos, promovendo um curso primário em dois períodos de sete meses. Depois seguiria uma etapa de “ação em profundidade” voltada à capacitação profissional e ao desenvolvimento comunitário (SCORTEGAGNA; CONCEIÇÃO, 2006, p. 4).

No interregno democrático de 1945 a 1964 também surgiram diferentes tipos de associações da sociedade civil interessadas na transformação social por meio da participação política e da educação. Após o fim da Campanha Nacional pela Educação de Adultos ainda na década de 1950, surgem, na década seguinte, os programas de educação popular com forte apoio da Igreja Católica e do governo, tais como o “Método” Paulo Freire e o Movimento de Educação de Base (MEB). Ambos estavam comprometidos com a mudança social por meio do trabalho junto às classes populares.

Segundo Scott Mainwaring (1989), o MEB foi criado por meio de um acordo entre Jânio Quadros e Dom José Távora, então bispo de Aracaju, no qual o Estado forneceria o financiamento e a Igreja executaria um programa de educação básica nas regiões menos desenvolvidas. O MEB acreditava na conscientização como forma de encorajar o povo a enxergar o meio em que vivem e seus problemas como parte de um sistema social mais amplo. Para os membros do MEB o povo deveria ser o agente de sua própria história, trabalhando com problemas concretos e acreditando que poderia promover a mudança, com fortes críticas às práticas paternalistas. O MEB, assim como Paulo Freire, acreditava que a educação deveria ser vista como troca entre professor e aluno, uma vez que o bom pedagogo deveria partir da compreensão popular do mundo, ou seja, deveria aprender com o povo. A atuação política do MEB fez com que ao longo dos anos sua prática fosse criticada

³ Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura.

por membros mais conservadores da Igreja. No entanto, este foi um dos poucos movimentos populares que sobreviveu ao golpe de 1964.

Mainwaring (1989) afirma que Paulo Freire foi o mais importante entre os intelectuais que promoveram métodos de educação popular entre 1958 e 1964. Como professor da Universidade de Pernambuco, Freire se interessou pela educação popular no início dos anos 1960 quando iniciativas como o MEB começaram a ser executadas. Ele defendia o respeito às classes populares e às suas capacidades, se empenhando no desenvolvimento de programas de alfabetização de adultos como parte do programa de extensão cultural da Universidade. Criticava aqueles que negavam que as massas tivessem capacidade crítica e insistia para que o professor estabelecesse diálogo com o aluno ao invés de simplesmente divulgar o conhecimento. Para Freire, o educador deve

dialogar com o analfabeto, sobre situações concretas, oferecendo-lhe simplesmente os instrumentos com que ele se alfabetiza. Por isso a alfabetização não pode ser feita de cima para baixo, como uma doação ou uma imposição, mas de dentro para fora, pelo próprio analfabeto, com a colaboração do educador (FREIRE *apud* MAINWARING, 1989, p. 90)

Com base nessa visão, o professor precisa empatizar com a visão de mundo do povo, pois o ponto de partida para a pedagogia de Freire era partir de situações de vida concreta, utilizar palavras do cotidiano do povo ao invés de uma linguagem inacessível ou muito intelectual. Freire acreditava que a educação era o ponto de partida que levaria o povo a refletir sobre sua situação e se colocar como sujeito da sua própria história. Encorajava as pessoas a participar do processo de aprendizagem de maneira ativa e de maneira democrática. A educação para Freire poderia ser libertadora e ajudaria a construir uma nova sociedade, com espaços mais democráticos, o que vai ao encontro à sua visão política da educação.

As ações desenvolvidas nesse período tiveram amplo apoio da Igreja Católica e as ideias de Freire foram influentes nos meios religiosos, pois coadunavam com as propostas de mudanças dentro da própria Igreja. Muitas dessas iniciativas sofreram com o golpe de 1964, acusadas de promover uma crítica social importante, porém não aceita pelo regime militar, intolerante com vozes dissonantes. No entanto, apesar de localizadas na região Nordeste do país, as iniciativas de Freire e dos movimentos de educação popular foram uma importante semente que frutificou em diferentes meios intelectuais, religiosos e acadêmicos, contribuindo que o método

continuasse vivo e se tornasse um dos mais influentes na pedagogia para a educação de adultos.

Atualmente, a Educação de Jovens e Adultos (EJA) adotada como política pública em diversos sistemas de ensino deve muito a estes educadores e defensores da educação popular. Permanece vivo o método que valoriza o conhecimento prévio do aluno, sua visão de mundo, seus valores, as situações concretas do cotidiano enquanto ponto de partida para a educação. A visão de uma educação menos informativa e mais baseada em troca e diálogo entre professor e aluno.

O bom educador é o que consegue enquanto fala trazer o aluno até a intimidade do movimento do seu pensamento. Sua aula é assim, um desafio e não uma cantiga de ninar. Seus alunos cansam, não dormem. Cansam porque acompanham as idas e vindas de seu pensamento, surpreendem suas pausas, suas dúvidas, suas incertezas (FREIRE, 1996, p. 96).

Quando se refere a alfabetização científica, de suma importância para o cidadão, reconhece-se como necessária para a formação de uma educação cidadã. Nas palavras de Paulo Freire (1980, p. 111), “a alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos consciente do homem sobre seu contexto”. Seu objetivo está na formação do indivíduo possibilitando-o solucionar problemas de seu dia a dia e nas tomadas de decisões fundamentadas em situações que ocorrem à sua volta e que interferem, direta ou indiretamente, em sua vida e seu futuro.

Contribuir e favorecer situações que levem os alunos a predisposição para aprender é hoje o principal desafio de todo professor, principalmente o professor que optou em ministrar Física. Os alunos costumam ser desmotivados, rotulando e acreditando que Física é difícil. Até romper isto, o professor leva certo tempo, principalmente nas séries iniciais. A atitude do professor nessa etapa é de grande valia, aumentando suas relações com o aluno e criando pactos de mútua cooperação. O comportamento ético do docente estabelece a confiança do aluno e pode até mudar a maneira pela qual o aluno o vê, sendo influência direta na condução do processo educativo.

Não há pensar certo fora de uma prática testemunhal que re-diz em lugar de desdizê-lo. Não é possível ao professor pensar que pensa certo, mas ao mesmo tempo perguntar ao aluno se sabe com quem está falando (FREIRE, 2002, p.38).

Capítulo 4

Mecânica dos fluidos

4.1 Apresentando os fluidos

O mundo que nos cerca é repleto de acontecimentos marcantes e de uma variedade de situações excepcionais, algumas mais simples e outras muito complexas, mas todas regidas por princípios e leis universais. Quando constrói a História da Ciência, o homem a faz interpretando as leis da natureza e não apenas observando a mesmas.

Os eventos físicos estão presentes em toda a parte, cabendo a nós observá-los e elaborarmos leis fundamentais nos acontecimentos mais comuns. Nos rios e mares já nos acostumamos a ver barcos e navios, bem como não achamos incomum um submarino ser capaz de submergir ou emergir. Percebemos e concordamos o fato de a água subir no interior de um cano em uma residência, do sangue escorrer pelas artérias, do refrigerante subir por um canudinho ou de um objeto pontiagudo penetrar mais facilmente do que um objeto sem ponta. Percebemos que determinados corpos flutuam e outros afundam, que um avião pode voar e se manter livremente no ar e que alguns insetos se locomovem sobre a superfície da água. Todos esses fatos não ocorrem por acaso, pois tanto para construir um simples aviãozinho ou barquinho de brinquedo quanto um sofisticado submarino é preciso respeitar e obedecer a certos princípios físicos.

Desde a antiguidade, a descoberta de princípios e a elaboração de modelos teóricos para explicar acontecimentos relacionados com o comportamento dos fluidos têm sido uma preocupação permanente dos pesquisadores. Destacamos as contribuições de estudiosos como Arquimedes de Siracusa (287 a.C -212 a.C), Simon Stevin (1548-1620), Evangelista Torricelli (1608-1647), Blaise Pascal (1623-1662) e Daniel Bernoulli (1700-1782), entre outros, foram fundamentais para que a tecnologia dos fluidos atingisse o atual estágio de desenvolvimento.

4.2 Propriedades dos fluídos

A mecânica dos fluidos compreende o estudo das propriedades dos fluidos, tanto líquidos quanto gases. Um corpo sólido se caracteriza por apresentar forma e volume bem definidos que se alteram apenas quando submetidos à ação de forças

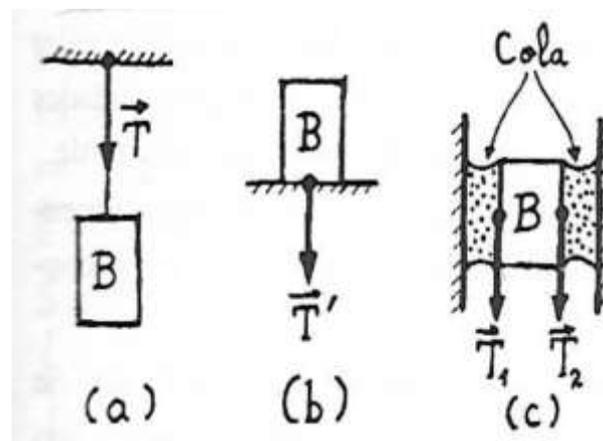
externas. No estado líquido as moléculas têm maior grau de agitação térmica, portanto, maior mobilidade, pois as forças de coesão não são intensas como no estado sólido. Como consequência, os líquidos não têm forma definida, adquirindo a forma do recipiente que os contém. No estado gasoso são pouco intensas as forças de coesão entre as moléculas, o que determina alto grau de agitação térmica molecular. Um gás não tem forma e volume bem definidos, podendo se expandir até ocupar todo o volume do recipiente que o contém. Líquidos e gases têm em comum a facilidade de deformação e a propriedade de escoar ou fluir facilmente, por isso o nome “fluido”.

4.3 Forças atuando no fluido

Para uma definição mais precisa, é necessário classificar os diferentes tipos de forças que atuam em um meio material. Considerando um elemento de superfície situada no meio (externo ou interno), as forças que atuam sobre esse elemento são geralmente proporcionais a sua área. A força por unidade de área chama-se tensão, sendo preciso distinguir entre tensões normais e tangenciais as superfícies sobre as quais atuam.

Desenvolveremos, a seguir, um tratamento teórico baseado no livro *Física Básica*, volume 2, de Moysés Nussenzveig (2000). Utilizaremos aqui o tratamento matemático, bem como figuras e ilustrações tais como dispostas no mencionado texto. O professor Moysés apresenta com rara didática um modo ao mesmo tempo profundo e plausível conceitos fundamentais da Física básica.

Figura 01 – Tensões Normais e Tangenciais em um bloco de massa m .



Fonte: Nussenzveig (2000, p. 1).

Os diferentes tipos de tensões normais e tangenciais estão ilustradas na Figura 01. Em (a), o bloco B, suspenso por um fio do teto, exerce sobre um elemento de superfície do teto uma força \vec{T} normal de tração. Em (b), o bloco apoiado no chão exerce sobre um elemento de superfície do mesmo uma tensão \vec{T} também normal, de compressão, ou, simplesmente, uma pressão. Em (c) o bloco está colado entre duas paredes. Em elementos da superfície de contato do bloco com a cola ele exerce sobre as mesmas tensões tangenciais \vec{T}_1, \vec{T}_2 , também chamada de “tensões de cisalhamento”. Estas tensões tenderiam a produzir um deslizamento de camadas adjacentes da cola umas sobre outras. As reações iguais e contrárias a esse deslizamento oposto pela cola solidificada equilibram o peso do bloco, sustentando-o entre as paredes.

A diferença fundamental entre sólido e fluido está na forma de responder às tensões tangenciais. Um sólido submetido a uma força externa tangencial a sua superfície deforma-se até que sejam produzidas tensões tangenciais internas que equilibrem a força externa, depois permanece em equilíbrio, em repouso. Se a força externa não for excessivamente grande, a deformação é elástica e o sólido volta à situação inicial quando retirada a força externa. As deformações elásticas são muito pequenas em confronto com as dimensões do corpo sólido.

Um fluido não pode equilibrar uma força tangencial, por menor que ela seja. Quando submetido a uma força tangencial, o fluido se escoar e permanece em movimento enquanto a força estiver sendo aplicada. No exemplo (c) acima, enquanto a cola está fluída ela escorre ao longo das paredes sob a ação do peso; é só quando se solidifica que pode equilibrar as forças tangenciais exercidas pelo bloco. Um fluido real é aquele que ocorre força de atração entre si. Ele opõe resistência ao deslizamento relativo de camadas adjacentes e essa resistência mede a viscosidade de fluido, depende da taxa de variação espacial relativa de deslizamento. Por isso, num fluido em equilíbrio (velocidade nula) não pode haver tensões tangenciais.

Existem várias substâncias com propriedades intermediárias entre sólidos e fluidos, dependendo da natureza e da magnitude das forças, como também da escala de tempo em que o escoamento sob a ação de esforços tangenciais se torna visível. Podemos citar a massa de pão, a gelatina, o piche, etc. O piche se fratura

como um sólido sob a ação de um impacto brusco, mas também se escoia como fluido com extrema lentidão.

4.4 Pressão num fluido

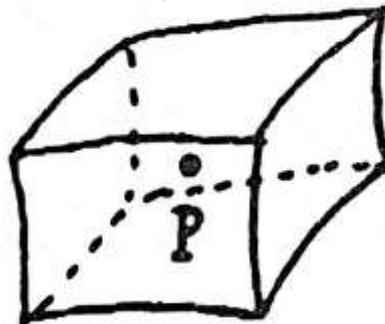
Um fluido, em escala macroscópica, se comporta como um meio contínuo e suas propriedades variam com continuidade em um entorno de cada ponto do fluido. Seja elementos de volume infinitesimais de um fluido $\Delta V = \Delta x \Delta y \Delta z$, as dimensões Δx , Δy , Δz , devem ser muito menores que distâncias macroscópicas, mas, muito maiores que distâncias interatômicas para que ΔV contenha um grande número de átomos e as variações sejam desprezíveis. Considerações análogas se aplicam a um elemento de superfície infinitesimal $\Delta S = \Delta x \Delta y$.

Podemos definir a densidade ρ num ponto P do fluido por

$$\rho = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta m}{\Delta V} \right) = \frac{dm}{dV} \quad (1)$$

em que Δm é a massa de um volume ΔV do fluido em do ponto P. O limite $\Delta V \rightarrow 0$ ΔV é um infinitésimo físico. A densidade ρ assim definida terá variação contínua na escala macroscópica. A unidade de densidade no sistema MKS é kg/m^3 .

Figura 02 – Ponto P de um fluido.



Fonte: Nussenzveig (2000, p. 2).

Um fluido está em equilíbrio quando cada porção sua está em equilíbrio. É necessário que a resultante das forças que atuam sobre cada porção do fluido se anule.

As forças atuantes sobre uma porção de um meio contínuo são classificadas em forças volumétricas e forças superficiais. As forças volumétricas são forças de

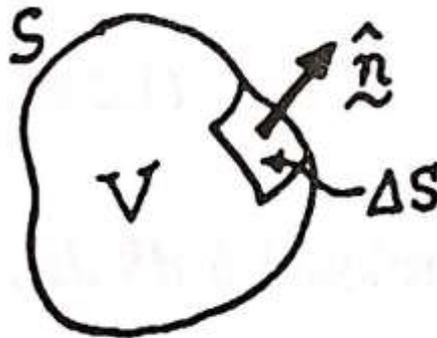
longo alcance, como a gravidade que atuam em todos os pontos do meio, e a força resultante sobre elemento de volume é proporcional ao volume. No caso da gravidade, a força sobre um elemento de volume ΔV em torno de um ponto do meio onde a densidade é ρ é

$$\Delta \vec{F} = \Delta m \vec{g} = \rho \vec{g} \Delta V \quad (2)$$

em que \vec{g} é a aceleração da gravidade.

A força superficial sobre um elemento de superfície ΔS é proporcional à área ΔS e a força por unidade de área correspondente à tensão. Podemos especificar a inclinação dando o vetor unitário \hat{n} da normal a ΔS , convencionando uma orientação para \hat{n} . Convencionamos que \hat{n} é a normal externa, dirigida para fora da porção do meio que estamos considerando, logo \hat{n} aponta para fora do meio sobre a superfície do qual está sendo exercida a força superficial e para dentro da porção vizinha do meio, que está exercendo essa força. Uma componente positiva de tensão ao longo de \hat{n} representa um esforço de tração. Já uma componente negativa representa uma pressão.

Figura 03 – Força superficial sobre um elemento.



Fonte: Nussenzveig (2000, p. 3).

Considerando um fluido em equilíbrio, não haverá tensões tangenciais. A força sobre um elemento de superfície dS corresponde a uma pressão p , em que $d\vec{F} = -p\hat{n}dS$, onde

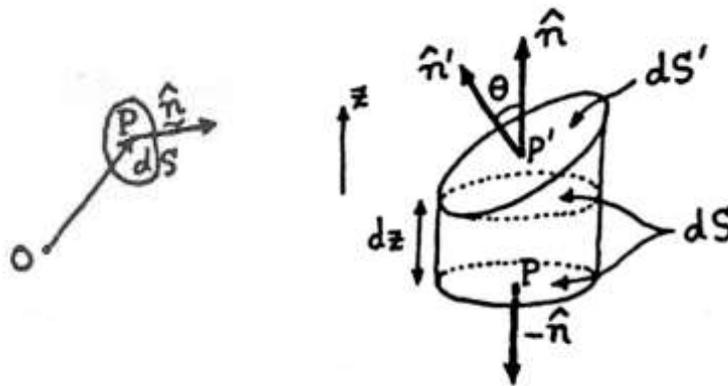
$$p = \left| \frac{d\vec{F}}{dS} \right| = \lim_{\Delta S \rightarrow 0} \left| \frac{\Delta \vec{F}}{\Delta S} \right|. \quad (3)$$

Pressão é sempre uma grandeza escalar positiva e o sinal negativo (-) na $d\vec{F} = -p\hat{n}dS$ indica tratar-se de uma pressão, uma grandeza escalar. Sendo um ponto

P sobre um elemento de superfície dS a pressão p poderá depender do ponto P e também da orientação normal \hat{n} ao elemento dS , $p = p(P, \hat{n})$. Em um ponto qualquer de um fluido em equilíbrio, a pressão não depende de \hat{n} . A pressão num ponto de um fluido em equilíbrio é a mesma em toda as direções.

Considerando o equilíbrio de um cilindro infinitesimal do fluido de base dS e dS' com normais \hat{n} e \hat{n}' e geratriz dz considerando o eixo paralelo a \hat{n} . Na condição de equilíbrio a resultante de todas as forças volumétricas e superficiais sobre o cilindro se anula.

Figura 04 – Ações da pressão em um ponto em um fluido em equilíbrio.



Fonte: Nussenzveig (2000, p. 4).

As pressões sobre a superfície lateral do cilindro são normais ao eixo z e não contribuem.

A força na base superior é dada pela equação

$$-p(P', \hat{n}') dS' \hat{n}' \cdot \vec{k} = -p(P', \hat{n}') dS' \cos \theta \quad (4)$$

Seja \vec{k} = versor de $0z$, P' centro da base superior e A força na base inferior

$$-p(P, -\hat{n}) dS (-\hat{n} \cdot \vec{k}) = p(P, \hat{n}) dS, \quad (5)$$

em que $\hat{n} \equiv \vec{k} p(P, -\hat{n}) = p(P, \hat{n})$. Pela definição de pressão e pelo princípio de ação e reação, temos

$$dS' \cos \theta = dS. \quad (6)$$

As forças superficiais $[-p(P', \hat{n}') + p(P, \hat{n})] dS$ e as forças volumétricas podem ser desprezadas, sendo $p(P', \hat{n}') \approx p(P, \hat{n}')$. Então, a diferença entre as pressões em P e P' é infinitesimal e a condição de equilíbrio se dará

$$[-p(P, \hat{n}') + p(P, \hat{n})] dS = 0, \quad (7)$$

logo: $p(P, \hat{n}') = p(P, \hat{n})$. A pressão no interior do fluido só depende da posição P : $p = p(P)$.

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de pressão é o Newton por metro quadrado (N/m^2). A seguir, podemos observar na Tabela 01 como as diferentes unidades de pressão se inter-relacionam.

Quadro 02 – Conversão por unidade: pressão.

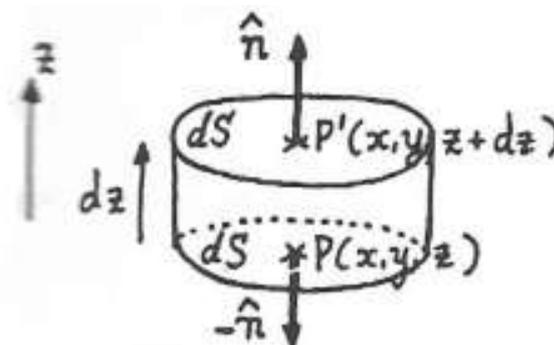
	atm	PSI(lbf/in ²)	Kgf/cm ²	Bar	mmHg(Torricelli)	mH2O	in. Hg	Pascal(Pa)
atm	1	14,6959	1,033	1,01325	760	10,33	29,92	101325
PSI(lbf/in ²)	0,068	1	0,07031	0,06895	51,71	0,70307	2,04	6894,8
Kgf/cm ²	0,96778	14,2234	1	0,98	735,514	10	28,9572	98066,5
Bar	0,9869	14,5	1,02	1	750,061	10,195	29,53	10000
mmHg	0,001315789	0,01933677	0,00135951	0,001333224	1	0,0136	0,03937	133,3224
mH2O	0,09678	1,42234	0,1	0,0980872	73,5514	1	2,89572	9803,176
in. Hg	0,03342	0,49119	0,03453	33900	25,4	0,34534	1	3386,5
Pascal(Pa)	9,869E-06	0,000145038	1,02E-05	0,00001	0,007500617	0,0001	0,000295	1

Fonte: O vale amazônico⁴ (2017).

4.5 Equilíbrio em um campo de forças.

Consideremos um elemento de volume cilíndrico de dimensões infinitésimas $dSdz$ contendo um fluido em equilíbrio num campo de forças.

Figura 05 – Força volumétrica.



Fonte: Nussenzeig (2000, p. 5).

⁴ Disponível em: <<http://ovaleamazonico.blogspot.com.br/2013/05/tabela-de-conversao-de-unidades-de.html>>. Acesso em: 26 jul. 2017.

Seja $\Delta\vec{F} = \vec{f}\Delta V$ a força volumétrica atuante num volume ΔV do fluido, \vec{f} é a densidade de força por unidade de volume, então da Segunda Lei temos que

$$\Delta\vec{F} = \Delta m\vec{g} = \rho\vec{g}\Delta V \quad (8)$$

Se $\vec{f} = \rho\vec{g}$ no campo gravitacional, a força volumétrica na direção z atuante no cilindro $\Delta\vec{F} = \vec{f}\Delta V$ a e $\vec{f} = \rho\vec{g}$, $f_z dSdz$.

As coordenadas dos pontos P (x,y,z) e P' (x,y,z,dz) e a contribuição das forças superficiais será

$$[-p(x, y, z + dz) + p(x, y, z)]dS, \quad (9)$$

$$\text{então temos: } p(x, y, z + dz) - p(x, y, z) = \frac{\partial p}{\partial z}(x, y, z)dz \quad (10)$$

Somando $f_z dSdz + [-p(x, y, z + dz) + p(x, y, z)]dS$ na condição de equilíbrio,

$$\text{temos } \left(f_z - \frac{\partial p}{\partial z} \right) dSdz = 0 \quad (11)$$

$$f_z = \frac{\partial p}{\partial z}$$

A componente z da densidade de força volumétrica é igual à taxa de variação da pressão com z. Como tomamos \hat{n} paralelo ao eixo z escolhendo um cilindro com \hat{n} paralelo aos eixos x ou y, teremos as componentes f_x e f_y . Logo as equações básicas da estática dos fluidos são:

$$f_x = \frac{\partial p}{\partial x} \quad f_y = \frac{\partial p}{\partial y} \quad f_z = \frac{\partial p}{\partial z} \quad (12)$$

A densidade de força volumétrica é igual ao gradiente da pressão

$$\vec{f} = \text{grad}p \quad (13)$$

A força gravitacional (força volumétrica que sempre atua sobre o fluido) que tem densidade é dada pela equação

$$\vec{f} = \rho\vec{g} = \rho g\vec{k}. \quad (14)$$

Considerando o eixo z orientado para cima, implicando $f_x = f_y = 0$, mostrando que p só depende da altitude z , $p = p(z)$, temos $\frac{dp}{dz} = -\rho g$.

No campo gravitacional, a pressão em um fluido decresce com a altitude e cresce com a profundidade. A taxa de variação com a altitude é igual ao peso específico do fluido.

4.5.1 Fluido incompressível no campo gravitacional

Na estática dos fluidos podemos tratar um líquido como um fluido incompressível devido à pouca variação de sua densidade, mesmo quando submetido à pressão considerável, se a densidade for constante.

A força volumétrica \vec{F} é conservativa. Logo teremos $\vec{F} = -\text{grad}U$, em que U é a energia potencial no campo de força \vec{F} .

Seja u a densidade de energia potencial por unidade de volume, pelas equações:

$$\Delta \vec{F} = \vec{f} \Delta V \quad (15) \quad \text{e} \quad \vec{f} = \text{grad}p \quad (16)$$

$$\text{teremos } \vec{f} = -\text{grad}u = \text{grad}p \quad (17).$$

As derivadas parciais de $(-u)$ e p em relação deverão ser iguais, logo essas funções da posição só podem divergir por uma constante.

$$\text{Logo, } p = -u + \text{constante} \quad (18).$$

De maneira particular, superfícies isobáricas são superfícies equipotenciais. Consideramos uma superfície isobárica, livre de um líquido e em contato com a atmosfera, já que os seus pontos estão submetidos à pressão atmosférica. Portanto, a superfície livre de um líquida em equilíbrio no campo gravitacional é uma superfície equipotencial desse campo. Na proximidade da superfície da Terra, a energia potencial de uma massa m é $m.g.z$ onde z é a altitude. Logo a densidade de energia potencial de um fluido de densidade ρ é $u = \rho g z$. Sendo a superfície livre de um líquido em equilíbrio é uma superfície horizontal $z = \text{constante}$, logo a equação ficará $p(z) = -\rho g z + \text{constante}$.

Comparando a equação $\frac{dp}{dz} = -\rho g$, (19)

integrando em relação a z variando a pressão entre as altitudes z_1 e z_2 , temos:

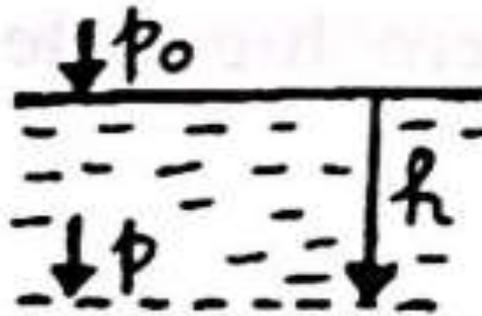
$$p(z_2) - p(z_1) = -\rho g(z_2 - z_1). \quad (20)$$

Considerando z_1 a superfície livre do líquido e em contato com a atmosfera, então

$p(z_1) = p_0 =$ pressão atmosférica e $z - z_1 = h$ é a profundidade abaixo da superfície livre. Assim, $p = p_0 + \rho gh$ (21)

4.5.2 Princípio de Pascal

Figura 06 - Lei de Stevin

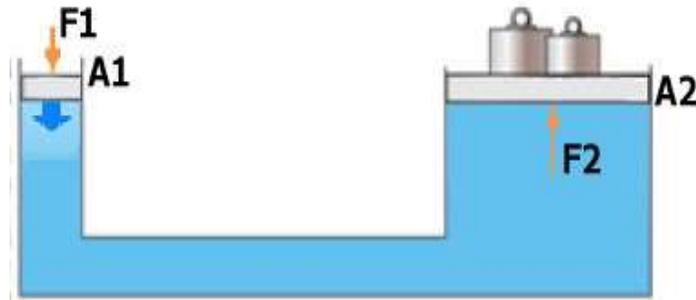


Fonte: Nussenzveig (2000, p. 7).

Pela Lei de Stevin, a diferença de pressão entre dois pontos de um líquido homogêneo em equilíbrio é constante, dependendo apenas do desnível entre esses pontos. Produzindo uma variação de pressão num ponto de um líquido em equilíbrio, essa variação se transmite a todo o líquido, logo todos os pontos do líquido sofrem a mesma variação de pressão. Em seu *Tratado sobre o Equilíbrio dos Líquidos* (1663), Pascal enunciou este princípio dizendo que

Se um recipiente cheio de água, fechado, tem duas aberturas, umas cem vezes maior que a outra: colocando um pistão bem justo em cada uma, um homem empurrando o pistão pequeno igualará a força de cem homens empurrando o pistão cem vezes maior...E qualquer que seja a proporção das aberturas, estarão em equilíbrio (PASCAL, [1663], n.p).

Figura 07 – Elevador Hidráulico.



Fonte: Mundo educação⁵ (2017).

Na Figura 07, F_1 e F_2 são forças sobre os pistões de áreas A_1 e A_2 , onde

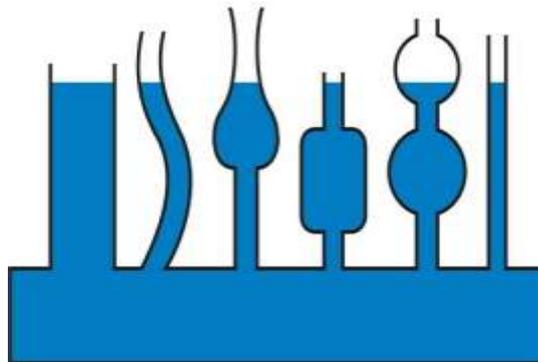
$$\Delta p_1 = \Delta p_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (22)$$

4.5.3 Vasos comunicantes

Segundo a Lei de Stevin, a diferença de pressão Δp entre dois pontos de um líquido é diretamente proporcional ao desnível Δh entre eles. Para quaisquer pontos situados na mesma superfície horizontal, o desnível vertical é $\Delta h = 0$, logo $\Delta p = 0$.

Figura 08 – Vasos comunicantes



Fonte: Amazona Naws⁶ (2017).

Pontos situados na mesma superfície horizontal estão submetidos à mesma pressão. Os pontos da superfície livre de qualquer líquido em repouso estão submetidos à mesma pressão – pressão atmosférica –, por isso mantêm-se na

⁵Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/upload/conteudo/elevador-hidraulico.jpg>>. Acesso em 27 jul. 2017.

⁶ Disponível em: <<http://s3.amazonaws.com/mago/ABAAAFzAAL-22.jpg>>. Acesso em: 31 jul. 2017.

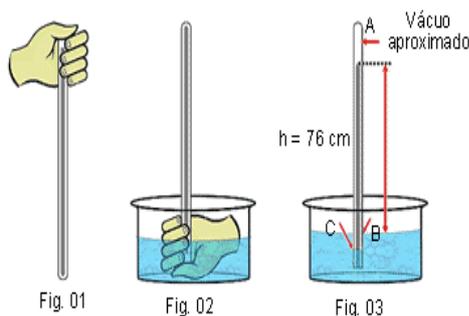
horizontal. Se um recipiente é formado de diversos ramos que se comunicam entre si, a pressão no fluido tem o mesmo valor em quaisquer pontos dos diferentes ramos que estejam na mesma altura. Nos vasos comunicantes, a superfície se mantém na horizontal, independente da forma do recipiente.

Segundo a Lei de Stevin, a diferença de pressão Δp entre dois pontos de um líquido é diretamente proporcional ao desnível Δh entre eles. Para quaisquer pontos situados na mesma superfície horizontal, o desnível vertical é $\Delta h = 0$, logo $\Delta p = 0$.

4.5.4 Pressão atmosférica

Assim como a água ou qualquer outro fluido na superfície da Terra, o ar sofre a ação do campo gravitacional e exerce pressão sobre os corpos junto à superfície terrestre. Na época de Galileu, um construtor projetou, para os jardins do Duque de Toscana, uma bomba aspirante muito elevada. Então, se verificou que a água não podia ser aspirada à altura superior a 10m. A explicação foi dada por um estudante de Galileu, Evangelista Torricelli. Torricelli afirmou que “vivemos no fundo de um oceano de ar, que, conforme mostra a experiência, sem dúvida tem peso”. Logo, ele exerce sobre um corpo uma pressão atmosférica.

Figura 09 – Experiência de Torricelli.



Fonte: Divulgação [Google Imagens]⁷

A experiência conhecida como “Experiência de Torricelli” foi realizada em 1643. Torricelli encheu um tubo de vidro de pouco mais de 1 m de comprimento e tampou a extremidade aberta e a emborcou numa cuba também com mercúrio.

⁷ Disponível em:

<https://www.google.com.br/search?q=experiencia+de+torricelli+hidrostatica&safe=off&rlz=1C1PDZP_pt-BRBR746BR746&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj5r--vsOLcAhXEFpAKHek3D3wQ_AUICygC&biw=1242&bih=574>. Acesso em: 05 set. 2017.

Destampando o tubo, verificou que o mercúrio havia descido até atingir o equilíbrio na altura $h = 76$ cm. Torricelli concluiu corretamente que essa coluna de mercúrio era equilibrada pela pressão atmosférica que atuava na superfície livre da cuba, ao nível do mar, onde realizou o experimento. Esse conjunto experimental – chamado barômetro – tornou-se instrumento de medida da pressão atmosférica.

Como no espaço acima da coluna de mercúrio forma-se um vácuo a pressão de vapor do mercúrio é muito pequena, na equação

$$p = p_0 + \rho gh \quad p \approx 0, \quad (23)$$

a pressão atmosférica p_0 será dada por $p_0 = \rho gh$, onde ρ é a densidade do mercúrio.

4.6 A definição de Empuxo e o Princípio de Arquimedes

Arquimedes (287-212 a.C.) foi um filósofo grego nascido em Siracusa, na Sicília, e educado em Alexandria. Foi talvez o primeiro cientista a fazer demonstrações e verificações experimentais de suas teorias e um dos pioneiros no estudo da estática e da hidrostática, formulando o princípio que levou seu nome.

O Princípio de Arquimedes diz que um corpo total ou parcialmente imerso em um fluido recebe do fluido um empuxo igual e contrário ao peso da porção de fluido deslocada e aplicada no centro de gravidade da mesma. Segundo a lenda contada pelo historiador Vitruvio, arquiteto romano do século I a.C., o rei Herão II de Siracusa, desconfiou que a sua coroa não fosse de ouro puro. Pediu então que Arquimedes, seu parente, verificasse se essa desconfiança tinha fundamento. Preocupado com o problema, Arquimedes foi às termas banhar-se e refletir. Enquanto se banhava e refletia, Arquimedes percebeu que o volume de água deslocado quando imergia era igual ao volume do seu corpo. Arquimedes percebeu aí a solução do problema. Entusiasmado, correu para casa completamente nu, gritando: “Eureka! Eureka!” (Achei! Achei!).

Arquimedes encontrou a maneira de medir o volume da coroa imergindo-a na água. Conhecendo o volume da coroa ele poderia compará-lo, com uma balança de pratos, ao volume igual de ouro puro. Se houvesse prata na composição da coroa sua massa seria menor, pois a prata tem densidade menor do que o ouro. Arquimedes teria comprovado a falsificação da coroa – que não era de ouro puro, mas de uma liga de prata e ouro.

Consideremos um corpo sólido cilíndrico de área da base A e altura h totalmente imerso em fluido e em equilíbrio, cuja a densidade seja ρ na figura abaixo. Percebemos, por simetria, que as forças sobre a superfície lateral do cilindro se equilibram duas a duas pressões (p , p) ou (p' , p'). A pressão p_2 exercida pelo fluido sobre a base inferior é maior que a pressão p_1 sobre a base superior. Pela equação $p = p_0 + \rho gh$, teremos

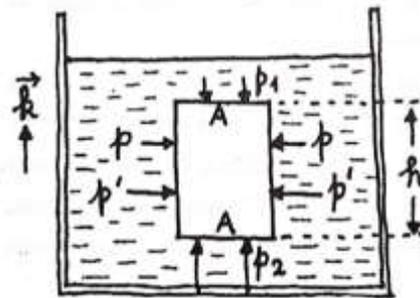
$$p_2 - p_1 = \rho gh \quad (24)$$

A força resultante das forças superficiais exercidas pelo fluido sobre o cilindro será uma força vertical $\vec{E} = E\vec{k}$ dirigida para cima, logo $E = p_2A - p_1A = \rho ghA = \rho Vg = mg$, onde $V = hA$ volume do cilindro, $m = \rho V$ massa do fluido deslocada pelo cilindro. Portanto, a força \vec{E} chamada empuxo é dada por

$$\vec{E} = mg\vec{k} = -\vec{P}_f, \quad (25)$$

sendo \vec{P}_f o peso da porção de fluido deslocada.

Figura 10 – Empuxo.

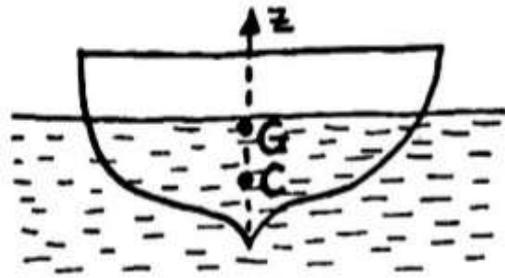


Fonte: Nussenzveig (2000, p. 10)

4.7 Equilíbrio dos corpos flutuantes

Na posição de equilíbrio da figura, a resultante de empuxo e peso tem de ser nula assim como o torque resultante, o que implica que o centro de empuxo C e o centro de gravidade G do corpo estejam sobre a mesma vertical. Mas isto não garante estabilidade de equilíbrio.

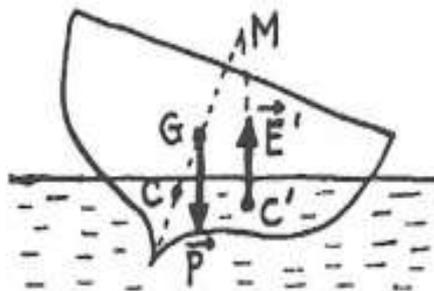
Figura 11 – Posição de Equilíbrio.



Fonte: Nussenzveig (2000, p. 11).

Quando o corpo gira, a porção de fluido deslocada muda de forma e o centro de empuxo passam a ser C' . A vertical por C' corta o eixo CG em um ponto M que, para pequenas inclinações, resulta ser independente do ângulo de inclinação. O ponto M chama-se metacentro.

Figura 12 - Metacentro



Fonte: Nussenzveig (2000, p. 12).

Se M está acima de G , o torque gerado por \vec{E}' e \vec{P} tende a restabelecer a posição de equilíbrio, tornando-o estável. Se M estiver abaixo de G , o torque tende a aumentar o desvio, tornando o equilíbrio instável. Por isto, quando uma ou mais pessoas se erguem num barco e, se G subir acima de M , o barco tende a virar.

4.8 Variação da pressão atmosférica com a altitude

Considerando um fluido incompressível sendo um líquido, onde a densidade é constante, vale a equação

$$p(z_2) - p(z_1) = -\rho g(z_2 - z_1) \quad (26)$$

E, para qualquer fluido em equilíbrio no campo gravitacional temos a equação $\frac{dp}{dz} = -\rho g$ (27)

Quando tratamos de um gás, é necessário levar em conta a compressibilidade, pois a densidade varia com a pressão. Pela equação de estado de um gás, a densidade deste gás está relacionada com a pressão. Considerando o ar, nas condições existentes na atmosfera, vale considerar a lei dos gases perfeitos, supondo a atmosfera isotérmica para altitudes não muito elevadas (menores 1 km).

A temperatura constante resulta da Lei dos Gases Perfeitos, na qual a densidade é diretamente proporcional à pressão:

$$\frac{\rho(z)}{p(z)} = \frac{\rho(0)}{p(0)} = \frac{\rho_0}{p_0} \quad (28)$$

Considerando z igual ao nível do mar e substituindo $\frac{\rho(z)}{p(z)} = \frac{\rho_0}{p_0}$ na equação

$\frac{dp}{dz} = -\rho g$, teremos

$$\frac{dp}{p} = -\frac{\rho_0 g}{p_0} dz \quad (29)$$

Temos $\lambda = \frac{\rho_0 g}{p_0}$, que é uma constante, e substituindo na equação, teremos

$$\frac{dp}{p} = -\lambda dz \quad (30)$$

Integrando: $\int_{p_0}^p \frac{dp}{p} = -\lambda \int_0^z dz$

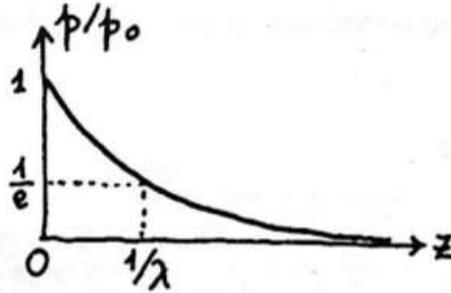
$$\ln p \Big|_{p_0}^p = \ln p - \ln p_0 = \ln \left(\frac{p}{p_0} \right) = -\lambda \int_0^z dz = -\lambda z$$

Chegando à Lei de Halley $p(z) = p_0 e^{-\lambda z}$,

$$\lambda = \frac{\rho_0 g}{p_0} \quad (31)$$

A fórmula barométrica demonstra que a pressão, em uma atmosfera isotérmica decresce exponencialmente com a altitude, caindo a $1/e \approx 0,37$ e seu valor inicial p_0 para uma altitude $z = 1/\lambda = p_0/\rho_0 g$.

Figura 13 – Gráfico da fórmula barométrica.



Fonte: Nussenzveig (2000, p. 13).

Por exemplo, para o ar, na temperatura de 15°C , sua densidade ao nível do mar e a pressão de $1 \text{ atm} = 1,013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ terá um valor aproximadamente $\rho_0 \approx 1.226 \text{ kg/m}^3$, atribuindo o valor de $1/\lambda \approx 8,4 \text{ km}$, valor da altitude da troposfera, camada mais baixa da atmosfera.

Capítulo 5

Metodologia

O presente trabalho busca investigar as compreensões dos estudantes acerca dos conteúdos relacionados com a Hidrostática por meio da utilização de uma sequência didática como estratégia didática.

O fato de as atividades didáticas das escolas quase acontecerem exclusivamente dentro do espaço escolar pode gerar para os estudantes uma visão distorcida de aplicações e relações dos conteúdos ensinados e o mundo real. Neste trabalho, a utilização de um ambiente extraescolar e bem próximo do dia a dia de todos, acreditamos ser possível produzir aprendizados diferenciados e mais significativos.

O aluno, quando chega à escola, já possui incorporado em sua estrutura cognitiva conhecimentos já estabelecidos e que podem auxiliar na argumentação dos conteúdos a serem desenvolvidos. A partir desses conhecimentos, o professor pode usar suas concepções de modo a buscar estratégias alternativas visando a um melhor quadro de aprendizagem.

5.1 Preparando o campo de investigação

Acreditamos que, em contrapartida com a aprendizagem mecânica, em geral, não apresentando significado para o educando, no qual se memoriza textos, fórmulas e demais conteúdos, utilizados muitas vezes apenas para fazer as provas, buscamos aqui investigar um quadro de aprendizagem mais efetiva. Isso nos leva a utilizar como referencial teórico a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel.

Também buscamos na pesquisa tomar como referência as ideias da pedagogia de Paulo Freire, quando se utilizam situações do cotidiano, termos correntes do dia a dia, em vez de uma linguagem muito intelectual. Dessa forma, acreditamos fazer com que os educandos possam participar do processo educacional de maneira ativa e mais democrática.

Pensando em associar as ações desta investigação de acordo com Ausubel e Freire, como primeira ação aplica-se um questionário de modo a diagnosticar os

conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema. Com base nos dados fornecidos por este instrumento, algumas aulas expositivas são ministradas de forma dialógica, ou seja, deve-se valorizar as concepções dos estudantes para assim poder contar com seu interesse e parceria em iniciativas de discussão durante as aulas. Além da exposição teórica do conteúdo, são utilizadas ferramentas alternativas para motivar e despertar os estudantes para o estudo em questão, como demonstrações, experimentos breves, vídeos e consultas na internet.

Como em seguida os estudantes seriam levados a campo, no episódio da visita a um posto de combustível, uma providência importante, além de necessária, é o de preparar os trâmites legais para a autorização dos responsáveis tendo em vista o deslocamento dos alunos para um espaço além escola. Após serem resolvidos os dispositivos legais, quando pais ou responsáveis devem ficar cientes e autorizarem os estudantes a participarem da atividade, passa-se a planejar a visita ao posto propriamente dita.

Contatos prévios com a administração do posto de combustível, para definição de autorizações, datas, medidas de segurança, conteúdos e assuntos a serem abordados, objetivos da visitação, e demais ações necessárias, são fundamentais para que todo o processo possa ocorrer de forma satisfatória.

Por outro lado, com relação aos preparativos na escola, e após os acordos já negociados com a administração do posto, deve-se proceder a definição das turmas que participarão da referida visita. Esse é um processo que deve envolver negociação entre a professora e a supervisão da escola, em que um cronograma adequado deve ser elaborado, levando em conta as prováveis alterações da rotina de aulas, já que os alunos devem se ausentar da escola durante o período de aulas. Sob esse aspecto, deve-se buscar definir uma política bem articulada de escolha daqueles que participarão da visita, uma vez que, por questões de segurança, somente um número limitado de estudantes poderá participar da atividade. É natural que todos queiram participar, devido à novidade de uma atividade didática incomum. Nesse ponto, clareza, critérios bem trabalhados e esclarecimentos aos estudantes são fundamentais para que estes possam entender que nem todos participarão da referida visita, em razão das limitações naturais impostas pelo tipo de comércio e infraestrutura envolvidos em um posto de combustível.

No dia da visita, é imprescindível ter uma conversa de conscientização com os alunos, abordando, além da disciplina e segurança pelas quais todos devem zelar, também a responsabilidade da atividade como ação escolar. O respeito ao funcionário do estabelecimento e o aproveitamento máximo possível, levando em consideração a experiência e o profissionalismo deste, merece ser enfatizado nessa preleção.

Por outro lado, durante a visita, o professor pesquisador deve ter em mãos uma pauta que sirva de ancoragem para as questões a serem abordadas pelos estudantes. É importante que sejam definidos entre o pesquisador e a administração do posto de combustível quais equipamentos e que questões deverão ser abordadas. Associado a isso, também os alunos devem ir preparados com uma pauta mínima de referência, certamente já discutida com o professor pesquisador, de modo a garantir o melhor aproveitamento possível da visita. Situações, argumentos e conteúdos não planejados podem surgir durante a visita, e é salutar que situações assim aconteçam, mas o professor deve estar atento para intervir e mediar na medida do possível e do necessário.

5.2 Ações de aprofundamento e engajamento do conteúdo

Após a visita, são ministradas mais aulas sobre o conteúdo de Hidrostática, buscando ênfase nas relações entre o que foi observado, demonstrado e discutido no posto de combustível, buscando levantar relações e associações entre o conteúdo escolar e recortes do cotidiano.

De acordo com o calendário da escola na qual esta pesquisa se desenvolve, estava prevista uma feira de ciências organizada pelo corpo docente, e que envolveria bolsistas do PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência) e toda a comunidade escolar. Na Feira, os alunos são instruídos a apresentar experimentos relacionados com a Hidrostática, sendo orientados a buscar relacionar conteúdos, aplicações e suas relações com o cotidiano. Para melhor acompanhamento das atividades a serem desenvolvidas, os professores organizaram uma estratégia de apadrinhamento, em que cada professor se torna responsável por uma turma tendo como apoio um professor suplente, para acompanhar as ações do colega no evento e substituí-lo numa eventual necessidade.

Buscando investigar como os estudantes apreendem o conteúdo da Hidrostática ao longo do processo, é proposto aos alunos desenvolverem um seminário com o conteúdo trabalhado durante o bimestre, além de impressões e impactos decorridos em função das experiências vivenciadas na visita ao posto de combustível. Os temas propostos para a realização do Seminário são os seguintes: Princípio de Pascal, Pressão, A Física do Densímetro, Procedimentos de Segurança em Postos de Combustíveis, Processo de Destilação de Petróleo e o Uso de Celulares em Postos de Combustível e sua Periculosidade.

Pensando em uma sequência perene de ações por parte dos estudantes, deve-se respeitar a mesma estrutura dos grupos propostos na Feira de Ciências, visando a um maior aproveitamento para a organização desta ação. Vale frisar que o principal escopo de tal seminário é relacionar a atividade da visita guiada e o conteúdo de hidrostática apresentado na sala de aula.

Antes do seminário, a professora pesquisadora planeja esclarecer o que é um seminário, destacando, por exemplo, a importância da metodologia científica na elaboração de um trabalho, como funciona uma arguição oral e elementos de como deve ser feita uma apresentação oral. Deve ser enfatizada também a importância de se prepararem da melhor forma possível para responder as perguntas propostas pelos colegas. Deve-se, ainda, disponibilizar para os grupos um guia no qual critérios de como preparar um seminário deve ser informado passo a passo. Deve ser esclarecido que a apresentação de cada grupo nesse caso não deve exceder quinze minutos, estipulando ainda que, após a apresentação do grupo, serão dedicados cinco minutos para perguntas e algumas pequenas discussões.

Pretende-se formar grupos de, no máximo, cinco alunos e com assuntos previamente distribuídos entre eles. Os temas a serem preparados por cada grupo e a sequência das apresentações serão definidas por sorteio. Deve ser esclarecido aos estudantes que devem se ater aos conteúdos trabalhados na sala de aula, no posto de combustível e na feira de ciências. Para os grupos se prepararem, planejam-se duas semanas, e, para as apresentações, planejam-se duas aulas, de modo a ocorrerem três exposições por dia.

Como providências finais para a realização do Seminário, os alunos são informados que têm liberdade para a escolha dos materiais de apoio e dos recursos didáticos. No entanto, deve-se incentivar o uso de Power point, imagens, vídeos e afins. Devem ser disponibilizados aos grupos equipamentos notebook e *datashow*

para garantia da qualidade das apresentações. Obviamente, cuidados como reserva com bastante antecedência do ambiente a ser utilizado como uma sala de vídeo ou anfiteatro deve ser atentamente observada. Por conta de dificuldades muitas vezes encontradas na escola pública, os alunos devem ser incentivados a diversificarem os materiais de apoio, incitando a criatividade de cada grupo segundo suas aptidões pessoais.

5.3 O registro das ações e o processo de avaliação

Durante todo o momento de aplicação da sequência didática, estará sendo feito o registro os alunos, por meio de filmagem e fotografia. Além disso, haverá de forma recorrente manuscrito por parte dos alunos quando estes farão suas observações e responderão a questões nas avaliações a serem aplicadas. Uma avaliação formal, em que questões de aferição de conteúdos será aplicada, estruturada de forma a que os estudantes possam perceber relações e associações entre ciência e tecnologia, por meio de ações e situações práticas e reais.

Para a análise dos resultados coletados, serão utilizados recortes da teoria de Análise do Conteúdo (AC) de Bardin (2009). Esse aporte teórico se baseia na organização dos dados numa perspectiva de pesquisa qualitativa, mas também podendo ser aplicado a uma pesquisa quantitativa. É através da Análise do Conteúdo que se viabiliza relacionar elementos, estudar as opiniões e atitudes dos indivíduos, sendo de grande valia nesta etapa do trabalho. Na Análise do Conteúdo, o pesquisador evidencia sua compreensão em relação dos dados coletados; conseqüentemente, não é possível formar uma observação isenta.

Respalado nesta teoria, podemos considerar que qualquer evento educativo implica uma ação para trocar significados e sentimentos entre professores e alunos, almejando que a aprendizagem se processe de maneira mais eficaz. Este tratamento metodológico contrapõe com outras práticas usadas em sala de aula, nas quais a Física, em muitos casos, é trabalhada de maneira mecânica, organizada na transmissão de informações, a partir de apresentação de fórmulas, descrições, enunciado e leis. Assim, tais procedimentos metodológicos visam a propor uma prática em que promover o conhecimento não fique restrito à operacionalização de fórmulas e exercícios. O que se deseja nesse processo de contextualização e criticidade é buscar proporcionar a estudantes da educação básica uma formação mais ampla, voltada intencionalmente para o exercício da cidadania.

Capítulo 6

Relato da Aplicação do Produto

Para desenvolvimento de nosso produto desenvolvemos, como já apresentado, uma sequência didática (SD) como estratégia para uma aprendizagem mais efetiva do conteúdo de Hidrostática.

Conforme Zabala (1998), sequência didática é definida como

[...] um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos. (ZABALA, 1998, p. 18)

Uma SD pode, assim, ser definida como uma sucessão planejada de atividades progressivas e articuladas entre si, guiadas por um tema, um objetivo geral ou uma produção. Ou seja, são um conjunto de atividades ligadas entre si, planejadas para ensinar um conteúdo, etapa por etapa, auxiliando o professor a organizar suas atividades de ensino em função eixos temáticos. Na construção e na elaboração da nossa sequência didática, centra-se no objetivo de promover uma proposta de ensinar a Hidrostática no contexto da Teoria de Aprendizagem Significativa, usando subsídios para a criação de estratégias metodológicas, buscando uma aprendizagem mais efetiva.

Nesse processo, tomamos a Teoria de aprendizagem de Ausubel como principal foco, fazendo com que o aluno possa desenvolver suas atividades de forma mais consciente de modo a ser beneficiado com uma aprendizagem significativa, utilizando o termo tal como estabelecido por Ausubel.

6.1 Definindo um espaço para realização da atividade

Procurando aproximar o conhecimento teórico com as vivências do sujeito na comunidade, foram observados para a composição deste trabalho os espaços possíveis de conhecimento científico que circundam a escola. A seleção seria realizada segundo os que tivessem melhor relação com conteúdo do segundo ano do ensino médio. Ocorreu, após um período de observação, que o melhor

enquadramento poderia ser em um posto de combustível, dada a existência de vários desses estabelecimentos próximos à escola. A hidrostática, tão presente nos equipamentos que aparelham a dinâmica de um posto de combustível, possibilitou uma relação clara na pragmática do processo ensino e aprendizagem do alunado. Dentre a oferta de mercado os arredores da escola, há três postos de combustível, cada qual alocado em distância de fácil acesso, não havendo necessidade de transporte para os estudantes.

A primeira abordagem aconteceu no posto de combustível mais próximo, e, conversando com o responsável pelo estabelecimento, foi exposta a proposta de visita das turmas; o gerente mostrou-se interessado, porém ponderou a necessidade do aval do proprietário, que, por sua vez, não autorizou a realização da atividade. Sendo assim, foi procurado o posto seguinte, que, com sucesso, teve aprovada a visita pelo gerente após consulta ao proprietário. No entanto, algumas regras foram estipuladas para que a visita ocorresse em segurança, entre elas que a escolha do dia calhasse na data de menor movimento e que os alunos fossem divididos em grupos de até quinze pessoas, já que, segundo ele, a dimensão da pista não poderia ser disputada com um fluxo excessivo de pedestre. Tendo sido satisfeitas todas as exigências inerentes ao processo, as visitas foram agendadas uma vez por semana, sempre às terças-feiras pela manhã, quando os alunos deixariam a escola com a professora caminhando até o local da visita.

6.2 Desenvolvendo a atividade

Definidas as duas turmas do 2º ano do Ensino Médio que iriam participar da visita ao posto de combustível, conforme orientação e negociação com a supervisora da escola, foram providenciadas as últimas ações para o acontecimento da atividade. Assim, no dia 14 do mês março de 2017 transcorreu a primeira visita com primeira turma. Guiada pelo gerente do posto, a turma recebeu orientações claras do processo de entrega, armazenamento e segurança do combustível, seguida da explicação do funcionamento do maquinário e do consumo dos combustíveis disponíveis no estabelecimento. Nesta etapa, percebemos uma grande sintonia entre os alunos e o gerente. Os primeiros, motivados pela curiosidade, elaboram um grande volume de perguntas a respeito da oferta de conhecimento que lhes era

apresentada, enquanto o gerente mostrou entusiasmo pelo fato de poder transmitir os saberes de sua prática profissional.

Embora muito proveitosa, percebemos algumas dificuldades em função do excedente de alunos, em especial no que toca a organização e logística, uma vez que a turma é composta por aproximadamente 30 alunos, número que oscila ao longo do ano letivo. A ansiedade e a curiosidade os impulsionaram a não obedecer ao critério de serem divididos em dois grupos de 15 participantes desta inspeção guiada. A necessidade de deslocar todos os 30 alunos ao mesmo tempo fez-se necessário após uma reflexão da professora, pois considerou que aconteceria um prejuízo no quantitativo de aulas envolvidas se ocorresse a visita com dois grupos de 15 estudantes, tendo em vista que a visitação, pelo fato de ser realizada durante o período letivo, traria dificuldades se acontecesse durante o contraturno. A seguir encontram-se registradas fotografias da visita realizada ao posto de combustível.

Figura 14 - Alunos acompanham a explicação do funcionário do posto de combustível



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 15 – Demonstração do calibrador.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 16 – Alunos acompanham explicações sobre qualidade dos combustíveis



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 17 – Alunos acompanham funcionamento do elevador hidráulico.



Fonte: Acervo pessoal.

6.3 Dificuldades para a segunda visita

Entre as dificuldades enfrentadas na execução desta sequência didática, destacou-se a deflagração da greve nos estabelecimentos de ensino público do Estado de Minas Gerais. Não diferente, a escola em que a atividade foi proposta também se viu envolvida nos prejuízos que poderiam ocorrer por ocasião da greve. Já tendo sido agendada a visita, mesmo durante o período da greve, foi honrado o compromisso e, acreditando não necessitar de confirmação prévia, os alunos e a professora compareceram no estabelecimento. O gerente, no entanto, foi surpreendido por imprevistos de trabalho e justificou-se argumentando que, por razão da greve, acreditou que não se efetivaria a visita e, na falta de outro profissional autorizado para conduzir a visita, adiou-a para a semana seguinte. A professora resolveu, devido ao fato ocorrido que, a partir de então, confirmaria no dia anterior a realização da visita com os envolvidos.

Na semana seguinte, no dia 28 do mês de março, realizou-se a segunda visita, comparecendo metade da turma, provavelmente devido à greve. Deste modo,

a visita mediada pelo funcionário do posto de combustível para este público menor resultou em um maior aproveitamento que da turma anterior.

6.4 Impactos percebidos em razão da realização da atividade

Houve vários relatos durante as visitas, como, por exemplo, os frequentadores do estabelecimento, diziam que lamentavam, pois quando estudaram Física em suas escolas não havia tais iniciativas que poderiam ter auxiliado em muito na compreensão da matéria. Uma aluna, que a princípio estava desmotivada, relatou: *“professora, pensei que seria chato eu amei ter ido lá”*. Outra aluna, tida por introvertida, disse o seguinte: *“A visita ao posto de gasolina não nos atribuiu mais uma mera experiência em um passeio escolar, mas, sim, um novo modo de ver a Física”*. No relato de outro aluno, a visita foi considerada muito oportuna e estudante ainda afirma que *“me fez adquirir mais conhecimento sobre coisas do dia a dia”*. Por fim, um dos alunos acrescenta: *“A visita foi uma experiência inovadora... nunca esqueceremos da visita de tudo que foi observado na visita ao posto de gasolina”*.

O campo teórico da Física pareceu encontrar seu corpus pragmático durante a visita guiada; uma demonstração disso foi o fato da percepção de todos de que a física está acontecendo a todo momento. Os alunos da segunda turma a visitar o posto estiveram com tamanho interesse que associaram a figura dos frentistas e o maquinário com a matéria estudada.

Um exemplo disso deu-se especialmente quando ajudaram na calibragem de pneus de automóveis e bicicletas e procuravam a justificativa científica do maquinário e as ações mecânicas daquele processo segundo o que dizia a física, relacionando, deste modo, a disciplina com as práticas cotidianas. Comparando as duas experiências, foi de rápida percepção que seria ideal sua realização em grupos de no máximo quinze alunos, conforme o gerente havia proposto anteriormente.

Findas as visitas agendadas, cerca de quinze alunos não compareceram no posto e, em decorrência da necessidade de retomar o conteúdo, não foi agendada outra visita extra para os que não puderam comparecer. Posteriormente foi realizado um trabalho em sala que contou com um relatório elaborado pelos presentes em que deveriam sumarizar o aproveitamento, em especial sua opinião e descrição geral da visita. Na sequência, conjugando o que foi recolhido durante esse período e o

conteúdo previsto no plano de curso, no caso a hidrostática, buscou-se na aula associar teoria e prática. De modo a averiguar o conteúdo, aplicou-se uma lista de exercícios tendo sido notável a assimilação dos alunos a respeito do teorema de Pascal, em particular, no caso do elevador hidráulico existente no posto de combustível.

6.5 Feira de Ciências

Tal acontecimento tornou-se inviável na data pré-estabelecida por ocasião de licença maternidade da professora organizadora do evento. Por esta razão, houve uma antecipação de um bimestre, ou seja, segundo a programação ela ocorreria no terceiro bimestre.

A Feira de Ciências deveria abordar iniciativas de acordo com o lema: “Reinventando concepções” em conjugação com o tema: “O 5º elemento: Água, Ar, Terra, Fogo e (?)”. Nas disposições gerais da organização, a Feira foi reagendada para dia 20 de maio, sábado, das 7:30 h às 11:30 h. Sua elaboração foi dividida em seis etapas que se efetuaram em reuniões semanais para discussão da estrutura e organização da feira.

De modo a ordenar o conteúdo, foi utilizado como referência o texto “As três ecologias” de Félix Guattari (1990) e um aporte bibliográfico que segue em anexo. Os conceitos determinantes foram o de ecologia social que dispõe da ideia do ser humano integrado à natureza visando a seu progresso a partir de um desenvolvimento sustentável, porém sempre atento às suas necessidades básicas. Segundo o geógrafo anarquista Elisée Reclus, no final do século XIX e Murray Bookchin nos anos 60, os problemas ecológicos são sempre enraizados na acentuação da desigualdade social. O segundo conceito foi o de ecosofia do próprio Guattari, em especial no que tange a falta de semântica precisa do termo, mas na função da projeção de um pensamento mais aberto que foge à lógica cartesiana. Em síntese, a Feira de Ciências buscou implementar um pensamento progressista tanto nos discentes quanto na comunidade.

Dado o deferimento organizacional, a princípio duas turmas de segundo ano (203 e 204) estiveram sob custódia da professora de Física. No entanto, no ato de distribuição dos padrinhos, houve um contingente maior de professores, o que ocasionou em um excedente de padrinhos sem turmas, levando à desistência de

uma turma, no caso a 203, a pedido de um professor que já havia preparado um tema a ser trabalhado.

A opção da pesquisadora pela turma foi motivada pela atividade de visita realizada anteriormente ao posto. Deste modo, ficaria fácil compor um trabalho em que houvesse uma clara relação entre a proposta da feira ciências e os conteúdos já trabalhados. Nessa classe foi escolhido o tema do elemento água para, em função da conexão com a hidrostática, deixar os alunos livres para estabelecerem uma relação entre o que foi observado no posto de gasolina e o conteúdo abordado em sala de aula.

Para elaboração do trabalho, a classe foi dividida em seis grupos de cinco pessoas, cada um a desenvolver um experimento, a saber; prensa hidráulica, construção de um densímetro, elevador hidráulico, densidade, pressão e empuxo. Após a definição dos temas, foi solicitada para a aula seguinte uma pesquisa sobre os possíveis objetos a serem construídos em função do material a ser utilizado.

Para a construção dos experimentos, foi orientado que os grupos se dividissem segundo a vontade de cada um, não tendo havido intervenção da professora na escolha dos componentes. Feito isso, o material requerido na pesquisa apresentou-se, em suma, em recicláveis ou de baixo custo. Isso proporcionou a democratização e não segregação social de nenhum elemento do grupo; ademais, este fator foi fundamental para que todos portassem seus respectivos objetos de trabalho não tendo ocorrido nenhuma ausência.

Na fase de trabalho para montagem da feira, o espaço da sala foi dividido em setores, no qual cada grupo trabalhou harmoniosamente. O cooperativismo esteve presente em todos os grupos. A segurança e a motivação foram notórias, o que acarretou, inclusive, poucas intervenções por parte da professora na elaboração do trabalho.

Há de se destacar a questão do tempo. Como a escola estava envolvida com esse evento, percebeu-se a necessidade de um turno completo de quatro aulas para a elaboração do experimento. Deste modo, o período de produção foi de dois dias, cada um com quatro aulas, tempo suficiente para elaborar satisfatoriamente o objeto estabelecido. Durante esse momento, notou-se voluntária relação, por parte dos alunos, entre teoria e prática, fazendo-os perceber o real sentido da atividade.

Ao fim da composição dos experimentos, foi chegada a hora da Feira de Ciências. A equipe montou os experimentos na véspera, uma vez que a escola já

havia determinado a data para a preparação dos equipamentos. Nessa ocasião houve os testes e ajustes finais para evitar problemas de última hora.

A fim de aparelhar didaticamente as frentes de apresentação, os alunos espalharam cartazes explicando a sequência física por detrás de cada experimento; por esta razão, a organização seguiu uma lógica de desenvolvimento do percurso a ser experimentada pelos visitantes durante a feira. A escola iniciou as atividades às 7:30 h com a chegada dos alunos para o preparo final da feira. Contando com alguns atrasos, as equipes estavam completas às 8:00 h, quando teve início a visitação do público. O atraso dos alunos não trouxe prejuízo para o grupo responsável pela Física.

Após a organização inicial, o público, composto em especial por moradores da comunidade, chegou aos *stands* por volta das 8:00 h da manhã e começou a interação com os alunos. As visitas foram organizadas em grupos de pessoas que recorriam aos experimentos em função da curiosidade. Os alunos explicavam motivadamente, o que muito contribuiu para um bom desempenho destes, em especial, na exposição do conteúdo associado ao experimento. Em outras palavras, os discentes mostraram muito domínio da teoria e uma clara relação com os mecanismos elaborados. No auge de movimentação da feira foi notado envolvimento muito próximo entre a comunidade e os alunos; notou-se, em particular, o empenho de uma aluna tímida ao explicar intensamente os experimentos reforçando todo o aprendizado adquirido.

Consideramos, no entanto, que essa atividade pode ser considerada opcional para uma sequência didática envolvendo hidrostática, uma vez que depende do planejamento geral do calendário escolar, do envolvimento de outros professores e do corpo de gestão escolar e das possibilidades físicas e organizacionais da escola oferecer atividades abertas à comunidade.

Alguns registros da Feira de Ciências estão dispostos na sequência.

Figura 18 – Alunos apresentam a dinâmica de funcionamento de bombas hidráulicas.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 19 – Alunos explicam funcionamento do controle de qualidade de combustíveis.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 20 - Alunos executam experiências interagindo com a comunidade.



Fonte: Acervo pessoal.

6.6 Seminários

Durante o primeiro dia do seminário, um primeiro grupo expôs o tema Princípio de Pascal, contando a equipe com quatro integrantes, já que um deles não compareceu. Quanto à organização, houve pouca sintonia, o que prejudicou a apresentação do conteúdo. Não houve outro recurso didático que não fosse apenas a oralidade. Este grupo, em função de sua desorganização e despreparo, não gastou o tempo proposto, sendo sua apresentação de menos de cinco minutos, gerando um trabalho insatisfatório, em especial, quando houve perguntas por parte dos colegas, uma vez que, eles não souberam responder.

O segundo grupo tratou do tema de pressão aplicado a calibração de pneus. Este grupo contou com dois alunos que demonstraram grande domínio e organização do conteúdo. Eles selecionaram um vídeo demonstrativo relacionando calibragem em geral com a ação da Física. Houve interação com o alunado, em especial, lançando a eles perguntas e desafios interessantes. Houve menção clara

ao observado durante a visita ao posto de combustível. Este trabalho foi plenamente satisfatório e os alunos souberam administrar bem o tempo proposto.

O último dessa turma grupo apresentou o tema: “A Física do Densímetro no Posto de Combustível”. Para a abordagem deste tema, houve a elaboração de um vídeo de sequência fotográfica que unia o conteúdo proposto e o elemento lúdico. Houve grande desempenho por parte dos cinco integrantes, a ponto de, ao final da apresentação, eles se autoavaliarem quanto ao desempenho de cada um na confecção do trabalho. Vale observar que dois alunos na arguição oral se destacaram, embora tenha havido participação de todos. Este grupo não ultrapassou o tempo necessário, e respeitou o desenvolvimento do vídeo na sequência da apresentação.

Na segunda turma, o primeiro grupo tratou do tema “O Processo de Destilação do Petróleo”, contando com cinco integrantes. Este grupo teve como principal material didático figuras impressas em tamanho A4, o suficiente para uma visualização clara por toda a turma. A organização demonstrou-se muito positiva, pois, embora houvesse leituras, havia também interrupções constantes para explicações a respeito do conteúdo. Este grupo foi além do proposto, chamando atenção para assuntos interdisciplinares, como a poluição gerada pelas refinarias. Quanto ao tempo houve bastante rigor aos quinze minutos oferecidos.

O segundo grupo, composto por três integrantes, discursou sobre densímetros. Esta equipe se serviu de um pequeno vídeo que estava no celular de uma integrante. Tal fator prejudicou bastante a atividade, pois não houve interesse nem compreensão do que estava sendo expostos pelos demais alunos da turma. O conteúdo foi apresentado de forma categórica e rápida, não tendo aprofundamento em partes importantes, ocasionando, portanto, um trabalho superficial. O trabalho foi apresentado às pressas o que resultou num uso rápido do tempo, não totalizando os quinze minutos.

Por fim, o terceiro grupo que contava com cinco integrantes, apresentou o tema “Procedimentos de Segurança em um Posto de Combustível”. Os recursos que assessoraram o trabalho foram vídeo e um resumo do trabalho. Houve uma demonstração clara de uma pesquisa concisa e elaborada a respeito do tema. A participação coletiva dos integrantes trouxe propriedade à fala de cada um. Não houve deficiência na apresentação do conteúdo e todos foram capazes de colher as instruções do gerente do posto e relacioná-las aos procedimentos de segurança sem

se esquecerem da teoria associada. Os alunos utilizaram os quinze minutos de maneira suficiente.

Na aula seguinte, a primeira turma deu prosseguimento aos trabalhos. O grupo de tema “Processo de Destilação do Petróleo” tinha seis integrantes. Esta equipe confeccionou cartazes em cartolina abordando o tema a partir de organogramas esquemáticos. O conteúdo foi desenvolvido satisfatoriamente, embora houvesse timidez por parte de uma aluna, a mesma que havia se destacado na feira de ciências. O tempo, mais uma vez, mostrou-se suficiente para a apresentação.

O grupo seguinte apresentou o tema “A Segurança em Postos de Combustível”, com esta equipe contando cinco integrantes. Este grupo apresentou rapidamente, levando a perceber que apenas duas pessoas se envolveram de fato na elaboração do seminário. Os três alunos componentes apenas leram os textos selecionados para a confecção da apresentação. Não houve muita relação entre o que se apresentava e a visita ao posto. O único recurso usado foi um vídeo demonstrativo que pareceu insuficiente, pois abrangia apenas exemplos de acidentes em postos. O grupo, por apresentar rapidamente, deixou muito tempo livre ao fim.

O último grupo da primeira turma apresentou o tema “Celulares em Postos de Combustível”, sendo sua composição de cinco membros. Este grupo construiu uma apresentação em *Power Point*; entretanto, as falas estavam ordenadas de maneira que os alunos se envolveram com o trabalho. A boa construção deste seminário trouxe impactos positivos na turma, sobretudo no que tange ao diálogo e curiosidade a respeito do tema por parte dos alunos. Em função da discussão entre os alunos, o tempo foi excedido sem prejudicar o andamento da aula seguinte.

Na segunda turma, houve apenas dois trabalhos, pois o contingente de alunos que mudaram de turno ou escola prejudicou a existência de um sexto tema. O primeiro grupo, com cinco componentes, apresentou o tema “Princípio de Pascal”. O recurso usado foi oralidade e quadro negro, havendo, também, muita leitura durante a apresentação, o que ocasionou em uma analogia rasa à visita ao posto, porém prevaleceu a relação teórica com o conteúdo ministrado em sala. O grupo reproduziu o modelo tradicional de aula, tanto que ao fim da apresentação propuseram um exercício como maneira de explicar o tema. Embora tivessem se

servido de todo o tempo disponível, parte dele foi mal aproveitado, pois foi gasto muito tempo em desenhos no quadro ou na resolução do exercício.

Já o último grupo possuía cinco elementos e tratou da temática de “Celulares em Postos de Combustível”. Foi utilizado um texto de apoio, ou seja, boa parte do trabalho foi composto por uma leitura. Destacou-se que um dos alunos, tido como destaque na turma, teve baixo desempenho por ocasião da ansiedade a ponto de se desculpar ao fim da apresentação. Em função da leitura, por vezes mecânica, houve sobra de tempo e desinteresse por parte da turma em relação ao trabalho. Fotos do Seminários encontram-se na sequência.

Figura 21 – Apresentação do Seminário



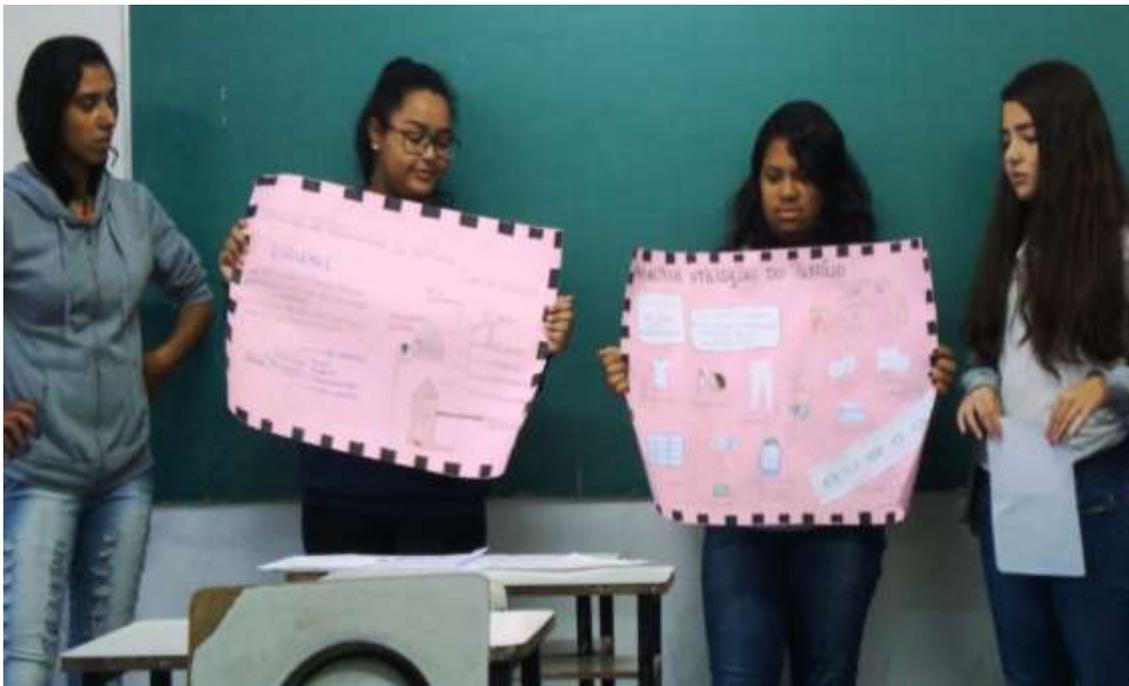
Fonte: Acervo pessoal.

Figura 22 – Apresentação do seminário utilizando o Power Point como recurso.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 23 – Apresentação do seminário com o uso de cartazes elaborados pelos alunos



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 24 – Apresentação do seminário com o uso de projeção.



Fonte: Acervo pessoal.

Após a apresentação de todos os grupos, consideramos que os seminários mostraram razoável efetividade, tendo retorno positivo de maneira geral, em especial no que se refere aos relatos de compreensão de conteúdo.

Em conclusão ao processo de aplicação do produto, notou-se a necessidade de aferir tecnicamente a retenção de conteúdo e produção de conhecimento a partir da sequência didática proposta. Para isso, foram aplicadas três questões em formato avaliativo tradicional, questões estas que seguem no Apêndice B. Tendo em vista que não é possível se basear unicamente no exame escrito como instrumento avaliativo, é necessário levar em consideração o processo como um todo, valorizando as exposições orais, as sínteses teóricas, o comprometimento e empenho do aluno, o seminário, enfim, todo o desenvolvimento cognitivo exposto em ocasiões não tradicionalmente direcionadas para a avaliação.

6.7 Impactos observados

No que se refere às razões de ordem técnica, é necessária uma atenção especial as exigências estabelecidas pela instituição. Durante a visita, se observou que sondar e respeitar as normas expostas pelo estabelecimento garante melhor aproveitamento da visita, uma vez que, planejada antecipadamente, a visita se tornará mais otimizada evitando assim desperdício de tempo. Estipular um calendário com organograma de visitas uniformiza o conteúdo a ser ministrado durante a guia. Isso irá encontrar grande valia ao evidenciar para alunos que não se trata de um passeio para fins lúdicos, mas que há um objetivo claro na visita, reforçando, assim, que a ida ao posto de combustível é também uma extensão da sala de aula, embora seja em espaço extramuros.

Do ponto de vista organizacional é necessário salientar que o aproveitamento decorre de uma boa logística e gestão dos alunos envolvidos neste processo. Como a primeira turma foi direcionada integralmente ao posto de combustíveis, não houve o controle necessário quando os ânimos se tornaram mais intensos. Deste modo, para a visita seguinte achou-se por bem remover apenas o grupo a realizar as atividades. Esta observação trouxe maior proveito ao segundo grupo por ter melhor percepção dos conteúdos apresentados.

Há de se concluir também que a valorização dos espaços não institucionalizados demonstra o reforço das teorias apresentadas na escola em função da aplicabilidade destas observadas no cotidiano. A visita levou os alunos a perceberem que, de uma maneira geral, a Física ocorre como um fenômeno natural, e, mesmo que o sujeito não domine seu conhecimento técnico, ela está sempre presente. Obviamente, foi possível levá-los à percepção de que o domínio deste conhecimento facilita a vida dos homens, pois como seria possível edificar feitos tão corriqueiros na vida humana, como o posto de combustível, se não houvesse o domínio dos princípios físicos? Essa pergunta só pode ser respondida à medida que o interesse dos alunos vai crescendo, pois segundo muitos relatos, a dinâmica de sair da escola trouxe impactos positivos quanto ao interesse e fixação do conteúdo.

Incluir tais atividades no calendário escolar traz inúmeras possibilidades de desenvolver a interdisciplinaridade. Neste contexto, o desenvolvimento dos experimentos deu-se em função da Feira de Ciências. Esse fator criou uma sequência de acontecimentos didáticos que facilitou na assimilação com a visita, relacionando os conteúdos lecionados e a criação de experimentos desenvolvidos

para a apresentação na feira de ciências. O contato com diversas áreas possibilitou uma leitura universal do conteúdo de Física.

Outra conclusão importante é considerar a realidade social do aluno. Não há como desmembrar o estudante de sua realidade. A relação ensino e aprendizagem, a nosso ver, não acontecem numa cena de descontextualização. Deste modo, utilizar o posto de combustível é inserir o aluno em algo que, mesmo que ele esteja apenas contemplando, passa a perceber relações entre o que conhece em seu cotidiano e os conhecimentos científicos estabelecidos. Neste ponto, destaca-se o poder aquisitivo do sujeito aprendiz. Para a construção dos experimentos, não foi investida grande soma de dinheiro, mas de uma maneira geral tentou-se valorizar os objetos de uso comum, uma vez que, a escola lida com uma comunidade de vulnerabilidade econômica, e assim, se não houver possibilidade de baixo custo de investimentos o ensino sempre privilegiará apenas as classes mais elitizadas.

No que se refere à atividade do seminário, observam-se dois pontos organizacionais importantes nesta aplicação. Primeiramente, tanto as duas semanas para preparar o trabalho quanto os quinze minutos de apresentação demonstraram-se suficientes para o sucesso das apresentações. Os conteúdos de cada seminário foram sorteados aleatoriamente, e isso nos levou a perceber que cada etapa tratou de um tema que gerou um panorama de domínio perceptível ou não do conteúdo, sendo, portanto, fácil aferir se o aluno construiu novos conhecimentos a partir das apresentações dos outros colegas de classe.

Por fim, a demonstração da positividade em elaborar experiências inovadoras aos alunos traz maior efeito à cognição, interesse e estímulo ao estudo da Física, gerando mais autonomia do sujeito em seu processo de aprendizagem.

Capítulo 7

Análise de resultados

De maneira geral, a escola tem se revelado como o cárcere do saber. É necessário reter o aluno durante quatro horas e vinte e cinco minutos em um espaço que, no caso das escolas públicas, está sucateado e inadequado para explorar as competências dos estudantes. Não só o espaço está superado, mas a abordagem também apresenta sinais de inadequação. A autoridade absoluta do professor entra em conflito com a indisciplina dos alunos que, por sua vez, estão em resposta ao reino do tédio que a escola tradicional se configura. Por este paradigma, é necessário instaurar uma educação que seja libertadora. No caso deste trabalho, se intencionou o ato simples de deixar os discentes livres do confinamento entre os muros da escola. Observar os espaços informais de aprendizagem trouxe uma contribuição singular para a condução do ensino, especialmente, pelo fato do posto de combustível adentrar ao cotidiano dos alunos, sendo de fácil acesso e, sobretudo, um instrumento pragmático de evidência da onipresença da Física e seu ensino como possível em qualquer lugar.

Os impactos positivos do deslocamento dos alunos ao posto de combustíveis se manifestaram logo nos primeiros instantes. Primeiramente, a euforia para ir a um estabelecimento que cotidianamente eles conheciam trouxe um olhar especial para a disciplina de Física, em primeiro lugar devido ao fato de aproximar a teoria da prática. O que impressionou os alunos foi o fato de que não se tratava de ir ao posto, mas da curiosidade por saber como ele funciona através da Física, pois o lugar não se configurava aparentemente como de interesse, já que era algo funcional e mais que visto na paisagem diária de cada um. Daí se conclui que a Física por detrás da visita era o grande atrativo.

Durante as visitas era crescente o interesse participativo que, como descrito acima no relato, trouxe alguns pequenos detalhes para a logística. A euforia que tanto reafirmava uma resposta positiva ao trabalho atrapalhou o deslocamento, pois gerava um pouco de desorganização devido aos humores alterados dos alunos. Parte disto poderia ser contido se a escola dispusesse de recursos para atender aos incentivos de ensino. Seria necessário, portanto, a presença de mais um funcionário para a organização dos grupos durante a visita.

Ressaltamos entre as impressões que a visita reforçou as relações humanas. A medida em que o gerente do posto explicava o funcionamento do maquinário, era nítido que este se sentia valorizado enquanto profissional. Houve a percepção do envolvimento dos clientes com a iniciativa, os mesmos chegando a tecer comentários acerca desta abordagem, entre os quais um dos clientes lamentou a não existência dessas iniciativas durante sua trajetória escolar. Então, é necessário perceber que além do aprendizado do conteúdo previsto, houve a possibilidade do exercício de outras inteligências e de valores dentro do âmbito social.

Quanto ao gerente, é preciso reconhecer que o conteúdo ministrado, mesmo não sendo abordado a partir de uma linguagem técnica, captou a atenção dos alunos, em particular, pela proximidade com a realidade de cada um. O aprendizado informal possibilitou a compreensão coletiva de que é possível aprender sempre mesmo quando não há diploma nas mãos de quem ensina. Deste modo, os alunos foram convidados a refletir na valorização de outros profissionais e nos aprendizados que compõe o eu-histórico de cada um.

Do ponto de vista técnico observa-se a necessidade de atenção maior quanto à segurança. O fluxo contínuo de automóveis pode prejudicar a estadia dos profissionais, clientes e alunos, ocasionando acidentes. É preciso observar as normas técnicas, já que se trata de um ambiente insalubre onde qualquer desobediência quanto ao uso de celulares, isqueiros ou objetos similares ocasiona em danos irreparáveis.

O resultado poderia se potencializar ao passo que o rendimento da visita se desse por outras disciplinas, pois contemplaria uma visão mais global da abordagem, somada ao aproveitamento maior do tempo disposto para deslocação. Ainda como benefício, seria possível nesta interdisciplinaridade compreender que a Física ocorre com todos os demais processos das áreas de conhecimento.

Findas as visitas ao posto, iniciou-se a etapa referente à Feira de Ciências. Sobre os momentos de organização do evento houve grande proveito. Havia cooperação mútua entre os indivíduos e esforço constante para estabelecer relações entre o conteúdo e a fabricação dos objetos. Houve, igualmente, a percepção das ações básicas do maquinário do posto a partir dos objetos construídos. O comportamento dos cinco grupos pode ser declarado como homogêneo, especialmente no que diz respeito ao envolvimento e retenção do conteúdo na preparação das temáticas. Do ponto de vista pedagógico também se observa um

grande desenvolvimento das habilidades de inteligência emocional particularmente, no crescimento do espírito cooperativo e nos resultados obtidos através da valorização da contribuição de cada sujeito.

Chegando o período de exposição do trabalho, as impressões a respeito de domínio do conteúdo se apresentaram de maneira efetiva, tendo por resultado uma compreensão global do assunto a ponto de romper com uma exposição dissertativa e se aproximar de um saber próprio para a produção de conhecimento. Embora de importância considerável, a Feira de Ciências pode ser, como já mencionamos, opcional, em função da limitação de tempo da carga horária da disciplina.

Buscando formalizar as percepções foi introduzido o seminário. No seminário, notou-se uma divisão de aproveitamento e desempenho em dois grupos. Para descrever esta análise é necessário ter em mente que a aplicação se deu em duas turmas. A primeira turma apresentou demasiado interesse a respeito da visita, enquanto a segunda, embora demonstrasse grande interesse, apresentou-se um pouco aquém da primeira. Chegando o seminário, o desempenho se inverteu, ou seja, aquela que tinha maior interesse no posto demonstrou-se menos proveitosa no seminário, ao passo que a de menor aproveitamento na visita foi mais satisfatória. Este fato conduziu para a percepção de diferentes maneiras de aprendizado, especialmente na retenção de alunos que apresentam maior aptidão para o pragmático e outros que melhor se inclinam para as abordagens tradicionais.

Durante a arguição oral a segunda turma trouxe discussões que excediam o ensino de Física a partir de uma ótica tradicional. Apresentaram, por sua vez, uma reflexão social a respeito dos trabalhadores e sua remuneração inadequada, ressaltaram ainda o caráter insalubre do ambiente e os riscos do trânsito humano no local.

A partir das atividades anteriormente citadas, aplicamos a avaliação, de modo que foi organizada através das respostas obtidas. As três questões abertas foram elaboradas para que o aluno pudesse expressar livremente acerca de aspectos essenciais da Hidrostática. As questões aplicadas na Avaliação encontram-se no Apêndice B.

7.1 Análise da Questão 01

Na Questão 01 os alunos tinham como objetivo relacionar o Princípio de Pascal com o funcionamento da prensa hidráulica e uma aplicação prática; eram esperados como resposta correta uma com ênfase teórica compreendendo que o aumento da pressão em certo ponto de um fluido em equilíbrio é transmitido a todos os outros pontos. E a outra de aplicação prática relacionar este Princípio à prensa hidráulica.

- Respostas corretas: 13 alunos. Este grupo foi capaz de relacionar o Princípio de Pascal ao funcionamento da prensa hidráulica, explicando seu fundamento teórico.

Figura 25 – Respostas corretas (exemplos)

pergunta do cliente? Se você consegue, faça o cálculo.

É possível um cilindro pequeno transmitir uma força para o cilindro maior, fazendo levantar um carro, pois a pressão exercida entre o líquido do cilindro menor transmite de forma integral a todos os pontos do cilindro maior.

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \frac{F_1 = 20000}{0,001} = \frac{F_2 \cdot 5}{0,76} = F_2 = 50N$$

$$A_1 = 0,001 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 0,76 \text{ m}^2$$

$$F_1 = 20.000N$$

Legenda: "É possível um cilindro pequeno transmitir uma força para o cilindro maior, fazendo levantar um carro, pois a pressão exercida entre o líquido do cilindro menor transmite de forma integral a todos os pontos do cilindro maior."

pergunta do cliente? Se você consegue, faça o cálculo,

$$\frac{F_1}{0,0004} = \frac{20000}{0,16}$$

R.: Uma pressão na região do líquido com esse embolo é transmitida a qualquer parte.

$$0,16 F_2 = 20000 \cdot 0,0004$$

$$0,16 F_2 = 8$$

$$F_2 = \frac{8}{0,16} \quad F_2 = 50N$$

Legenda: "Uma pressão na região do líquido com esse embolo é transmitido a qualquer parte".

Fonte: Acervo pessoal.

- Respostas satisfatórias: 16 alunos. A resposta é parcialmente satisfatória por responder corretamente somente a prática ou a teoria; por expor a teoria de forma confusa; ou ao deixar de responder uma ou outra parte.

Figura 26 – Resposta satisfatória (exemplo).

Uma pressão na região do líquido com esse embolo é transmitido integralmente a qualquer parte do líquido.

$$\frac{F_1}{0,0004} = \frac{20000}{0,16}$$

$$0,16 F_2 = 20000 \cdot 0,0004$$

$$0,16 F_2 = 8$$

$$F_2 = \frac{8}{0,16} \quad F_2 = 50N$$

Legenda: "Uma pressão na região do líquido com esse embolo é transmitido integralmente a qualquer ponto do líquido".

Fonte: Acervo pessoal.

- Resposta não-satisfatória (respondeu de forma confusa ou incorreta): 6 alunos.

Figuras 27 – Respostas não-satisfatórias (exemplos).

Os cilindros por sua vez tem valores de áreas diferentes, quando conectados por uma tubulação, todo o sistema é preenchido por um fluido, e com isso causa uma pressão que é capaz de levantar um carro.

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$\frac{F_1}{0,0004} = \frac{20.000}{0,16}$$

$$0,16 \cdot F_1 = 20.000 \times 0,0004$$

$$0,16 F_1 = 8$$

$$F_1 = \frac{8}{0,16} = \boxed{F_1 = 50 \text{ N}}$$

Legenda: "Os cilindros tem valores de áreas diferentes, quando conectados por uma tubulação, todo o sistema é preenchido por um fluido e com isso causa uma pressão (sic) que é capaz de levantar um carro.

pergunta do cliente? Se você consegue, faça o cálculo,

Porque o ar e a água exercem uma força da qual é capaz de levantar um carro.

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$\frac{F_1}{0,0004} = \frac{20.000}{0,16}$$

$$0,16 F_1 = 20.000 \times 0,0004$$

$$0,16 F_1 = 8$$

$$F_1 = \frac{8}{0,16} \quad F_1 = 50 \text{ N}$$

Legenda: "Porque o ar e a água exercem uma força da qual é capaz de levanta (sic) um carro".

elevar o automóvel? Você é capaz de calcular essa menor força de modo a responder a pergunta do cliente? Se você consegue, faça o cálculo.

1) O princípio de Pascal, elaborado pelo físico e matemático francês Blaise Pascal diz que qualquer alteração na pressão de um fluido é transmitida totalmente para todos os pontos do fluido.

2)

Legenda: "(1) O princípio de Pascal, elaborado pelo físico e matemático francês Blaise Pascal diz que qualquer alteração na pressão de um fluido é transmitida totalmente para todas as partes do fluido".

pergunta do cliente? Se você consegue, faça o cálculo.

As prensas hidráulicas constituem-se de um tubo preenchido por um líquido confinado entre dois êmbolos de áreas diferentes. Quando aplicamos uma força no êmbolo de área A_1 , surge uma pressão na região do líquido em contato com esse êmbolo.

$$\frac{F_1}{0,0004} = \frac{20000}{0,16}$$

$$0,16 F_1 = 20000 \cdot 0,0004$$

$$0,16 F_1 = 8$$

$$F_1 = \frac{8}{0,16}$$

$$F_1 = 50N$$

Legenda: "As prensas hidráulicas constituem-se (sic) de um tubo preenchido por um líquido confinado entre dois êmbolos de áreas diferentes. Quando aplicamos uma força no êmbolo de área A_1 , surge uma pressão na região do líquido em contato com esse êmbolo.

• Dentro desse cilindro tem um fluido e ar, com a pressão dos dois ele empurra, e assim consegue levantar os carros.

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \frac{F_1}{0,0004} = \frac{20000}{0,16} \quad 0,16F_1 = 20000 \times 0,0004 \quad F_1 = 8 \quad F_2 = 50N$$

Legenda: Dentro desse cilindro tem um fluido e ar, com a pressão dos dois ele empurra, e assim, consegue levantar os carros.

Fonte: Acervo pessoal.

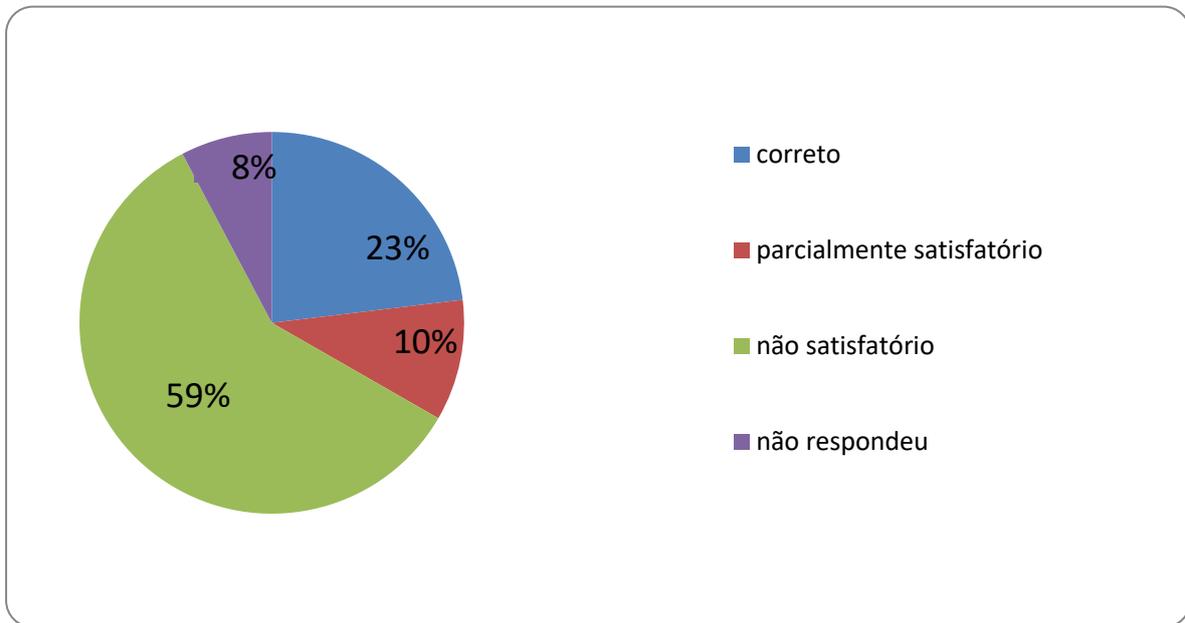
Os alunos foram capazes de relacionar o Princípio de Pascal ao funcionamento da prensa hidráulica, conseguindo executar o cálculo matemático, mas não souberam explicar o fundamento teórico do Princípio de Pascal. Do total, apenas 4 alunos não responderam a questão.

7.1.1 Gráficos de frequência das respostas (Questão 01).

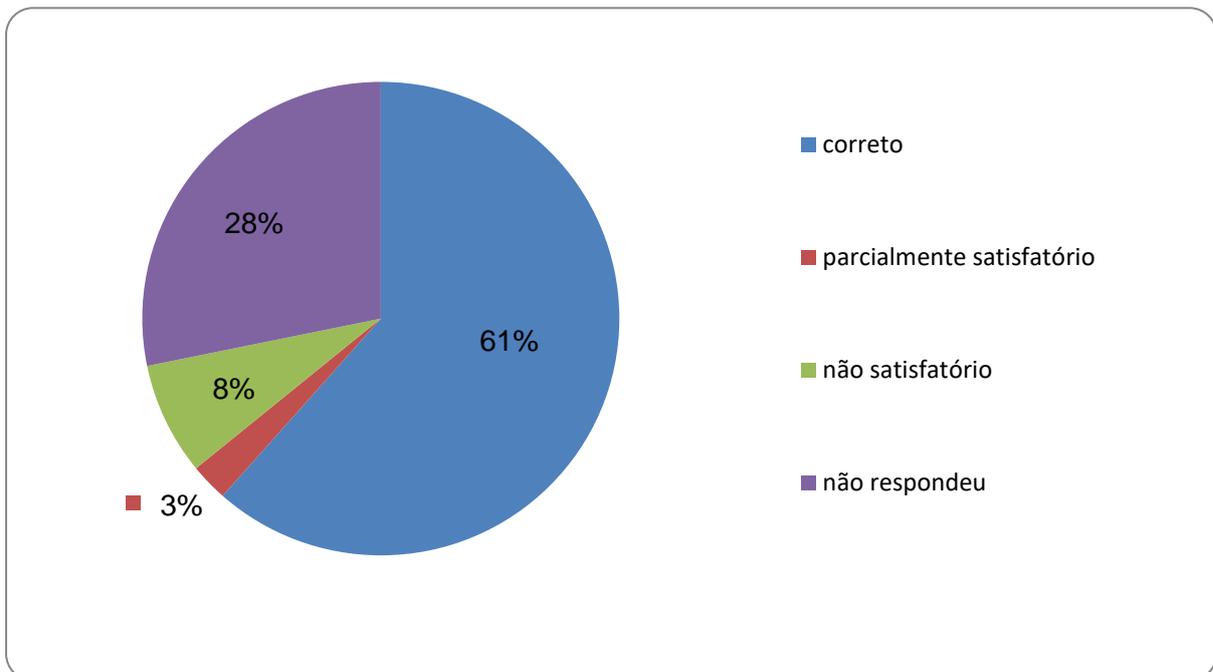
Quadro 03 – Frequência da Questão 1

	Enfoque Teórico	Aplicação Prática
Correto	9	24
Parcialmente satisfatória	4	01
Não satisfatória	23	3
Não respondeu	3	11

Fonte: Acervo pessoal.

Gráfico 01 – Questão 01: Enfoque teórico.

Fonte: Quadro 03.

Gráfico 02 - Questão 01: Aplicação prática

Fonte: Quadro 03.

7.2 Análise da Questão 02

Esta questão tinha como objetivo avaliar se o aluno sabe relacionar a pressão nos líquidos à pressão atmosférica. Foram apresentadas duas situações onde uma era relacionada ao cálculo da pressão levando em consideração a pressão atmosférica e a outra calcular a profundidade, subtraindo a pressão atmosférica. Para chegar aos resultados, os alunos fizeram uso de regra de três.

Foram consideradas respostas certas o aluno que, para o cálculo da pressão adicionasse a pressão atmosférica, e, para o cálculo da profundidade, se subtraísse a pressão atmosférica.

- Responderam aplicando regra de três para o cálculo da pressão adicionando 1atm ao cálculo e o cálculo da profundidade utilizando esquemas limitando o ar e água.

Figura 28 – Respostas da Questão 02 por “Regra de Três”

Calcule a profundidade máxima que ele como mergulhador, pode atingir.

$$\begin{array}{l}
 10 - 1 \text{ atm} + 1 \text{ atm} \\
 15 - x \\
 10x = 15 \\
 x = \frac{15}{10} \\
 x = 1,5 + 1 = 2,5 \text{ atm}
 \end{array}
 \left.
 \begin{array}{l}
 1 \text{ atm} \\
 \hline
 9 \text{ atm} = 90 \text{ m}
 \end{array}
 \right\}$$

Calcule a profundidade máxima que ele como mergulhador, pode atingir.

$$\begin{array}{l}
 10 \text{ m} = 1 \text{ atm} \\
 15 = 1,5 \text{ atm} + 1 \text{ atm superfície} \\
 \text{R. } 2,5 \text{ atm}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 1 \text{ atm} \\
 \hline
 9 \text{ atm} = 90 \text{ m}
 \end{array}$$

Calcule a profundidade máxima que ele como mergulhador, pode atingir.

$$\begin{array}{l}
 10\text{m} = 1\text{atm} \\
 15 = 1,5\text{atm} + 1\text{atm sup.} \\
 P = 2,5\text{atm}
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{l}
 1\text{atm} \\
 \hline
 9\text{atm} = 90\text{m}
 \end{array}$$

Calcule a profundidade máxima que ele como mergulhador, pode atingir.

$$\begin{array}{l}
 1^\circ \text{ dia} \\
 P_0 = 15\text{m} \\
 P_{10\text{m}} = 1\text{atm} = 10\text{m} \\
 P = 2,5\text{atm} \\
 P = 10 \\
 10\text{m} = 1\text{atm} \\
 15 = 1,5\text{atm} + 1\text{atm} \\
 P = 2,5\text{atm} \\
 1\text{atm} = 9\text{atm} \\
 \boxed{90\text{m}}
 \end{array}$$

Fonte: Acervo pessoal.

- Respondeu parcialmente satisfatório quando calculava a pressão e não calculava a profundidade ou vice e versa.

Figura 29 – Resposta satisfatória à Questão 02.

$$\begin{array}{l}
 10 \rightarrow 1\text{atm} \\
 15 \rightarrow x \\
 x \cdot 10 = 15 \\
 x = \frac{15}{10} \\
 x = 1,5 + 1\text{atm da superfície} \\
 x = 2,5\text{atm}
 \end{array}$$

Fonte: Acervo pessoal.

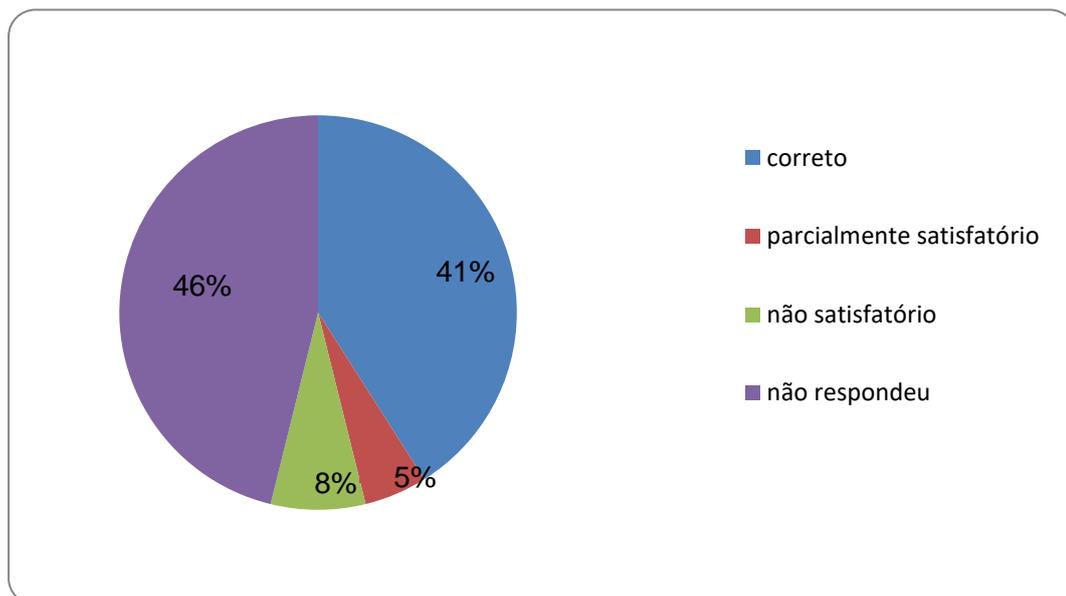
7.2.1 Gráficos de frequência das respostas (Questão 02)

Quadro 04 - Questão 02

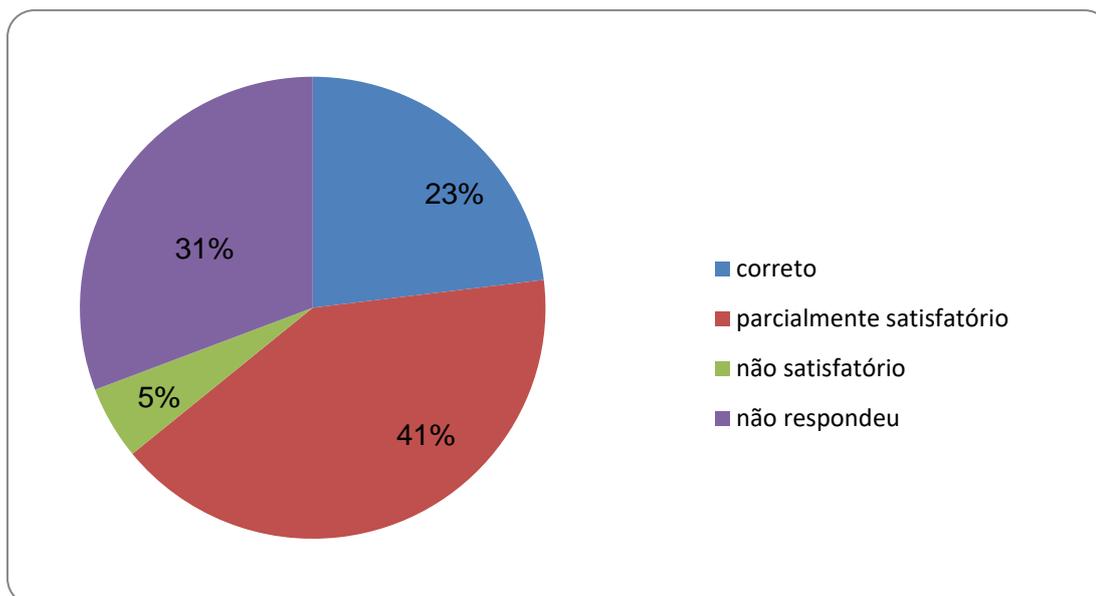
	Cálculo da Pressão	Cálculo da Profundidade
Correto	16	9
Parcialmente satisfatória	2	16
Não satisfatória	3	2
Não respondeu	18	12

Fonte: Acervo Pessoal.

Gráfico 03 – Questão 02: Cálculo da Pressão



Fonte: Quadro 04.

Gráfico 04 – Questão 02: Cálculo da Profundidade

Fonte: Quadro 04.

7.3 Análise da Questão 03

Em função da visita ao posto, considerava-se que os estudantes poderiam relacionar de modo satisfatório o funcionamento do densímetro com o conceito de empuxo. Nossa proposta de avaliação pode ter sido insuficiente para o que se desejava medir. Surgiram, em sua maioria, menções relativas à densidade, mas aparentemente a relação entre densidade e empuxo, embora intimamente relacionadas, não foram contempladas nas respostas. Como apareceu explícita apenas a ideia de densidade, acreditamos que os alunos só relacionaram com algo que afunda ao invés de expor a relação entre densidade e flutuação. Parece que a avaliação de conceitos como empuxo merece melhor atenção. Os alunos responderam de forma muito limitada.

Assim, o fato dessa questão não ter atingido razoavelmente seu objetivo nos leva a refletir sobre a necessidade de uma alternativa para se cobrar os conceitos associados. Percebemos que termos técnicos como “densímetro”, “proveta” e “marca de referência” podem ter sido a causa de uma espécie de resistência à interpretação da situação proposta. Por outro lado, os conhecimentos apresentados aos alunos no posto de combustível, associados à densidade e à flutuação, bem

possivelmente deveriam ser tratados nas aulas regulares de forma que os estudantes pudessem associar os conceitos científicos com os equipamentos reais disponíveis no posto.

Figura 30 – Exemplos de respostas da Questão 03.

afunda de forma diferente navegando no rio e depois no mar?
 R: Chego a conclusão de que a gasolina foi alterada.
 Existe uma diferença na densidade.

Legenda: “Chego a conclusão de que a gasolina foi alterada. Existe uma diferença na densidade”.

afunda de forma diferente navegando no rio e depois no mar?
 As densidades contidas nas águas e na gasolina são diferentes.

Legenda: “As densidades contidas nas águas e na gasolina são diferentes”.

• Eu chego a conclusão que a gasolina sofreu alguma alteração.
 • O barco afunda mais ou menos por conta da densidade da água.
 Dependendo a gasolina está mais leve do que deveria.

Legenda: “Eu chego a conclusão que a gasolina sofreu alguma alteração; O barco afunda mais ou menos por conta da densidade da água. Dependendo a gasolina está mais leve do que deveria”.

Sim. Pois a densidade da água ou alguma substância (gasolina, outros) faz que a densidade mude entre eles.
 fazendo afunda menos, ou pouco.

Legenda: “Sim. Pois a densidade da água ou alguma substâncias (gasolina, outros) faz que (sic) a densidade mude entre eles. Fazendo afunda menos ou pouco”.

afunda de forma diferente navegando no rio e depois no mar?
 R: Chego a conclusão de que a gasolina foi alterada.
 Existe uma diferença na densidade.

Legenda: "Chego a conclusão de que a gasolina foi alterada; Existe uma diferença na densidade".

afunda de forma diferente navegando no rio e depois no mar?
 Sim, a densidade. Quando um corpo está exposto a uma substância ele pode afundar ou boiar em consequência da densidade. Quanto maior o volume menor a densidade, quanto menor o volume maior a densidade. Sendo assim se um corpo é mais denso que o outro a tendência é que isso afunde e o outro boia (sic).

Legenda: "Sim, a densidade. Quando um corpo está exposto a uma substância ele pode afundar ou boiar em consequência da densidade. Quanto maior o volume menor a densidade, quanto menor o volume maior a densidade. Sendo assim se um corpo é mais denso que o outro a tendência é que isso afunde e o outro boia (sic)".

A Gasolina foi adulterada. A densidade da água doce para salgada varia

Legenda: "A gasolina foi adulterada. A densidade da água doce para salgada varia".

R: Chego a conclusão de que a gasolina foi alterada.
 Existe uma diferença na densidade

Legenda: "Chego a conclusão de que a gasolina foi alterada. Existe uma diferença na densidade".

Sim, a densidade

Legenda: "Sim, a densidade".

Fonte: Acervo pessoal.

As manifestações dos estudantes relativas à questão 3 nos leva a considerar que nas atividades da sequência didática que o assunto "flutuação" deve ser apresentado de forma experimental. Uma atividade em que os estudantes possam manipular um densímetro e utilizar outros objetos que possam flutuar ou afundar, de forma regular ou não, certamente pode fazer com que eles percebam como densidade e flutuação estão intimamente relacionados. Além disso, termos técnicos não muito usualmente utilizados no vocabulário dos estudantes quando introduzidos, devem ser cuidadosamente apresentados e discutidos. De fato, para entender o conceito de empuxo e, de forma mais ampla, o Princípio de Arquimedes, julgamos precisar de mais discussão e maior cuidado na apresentação desses conceitos que, sem dúvida, constituem novidade para muitos.

Em nossa pesquisa, o resultado pouco expressivo da Questão 03 da avaliação nos despertou para a necessidade de propor na sequência didática uma aula mais detalhada sobre flutuação. Nesse sentido, consideramos fundamental desenvolver uma atividade experimental, incluindo a discussão teórica, de um episódio demonstrativo por vídeos com objetos flutuando ou afundando na água, por exemplo. Também incluiríamos atividades em que os próprios alunos manipulem objetos de diferentes pesos, densidades e formas, que afundem ou flutuem na água ou outros líquidos. Sendo esse assunto não muito trivial, nos parece ser realmente adequado tratamento diferenciado nesse caso.

Dessa maneira, a Questão 03 da avaliação pode ser mantida, porém com algumas pequenas alterações no texto.

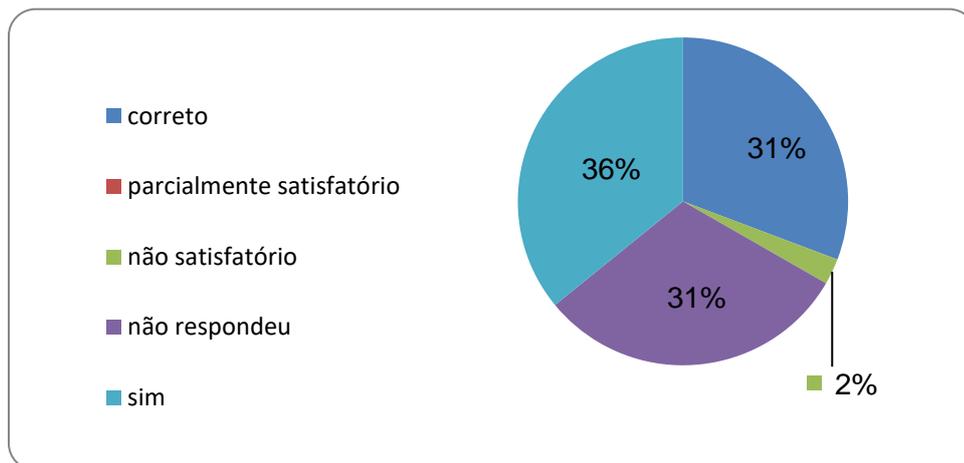
7.3.1 Gráficos de frequência das respostas (Questão 03)

Quadro 05 – Questão 03

	Reconhecer Combustível Adulterado	Relacionar funcionamento densímetro com o empuxo
Correto	12	0
Parcialmente satisfatória	0	21
Não satisfatória	1	12
Não respondeu	12	06
SIM	14	-

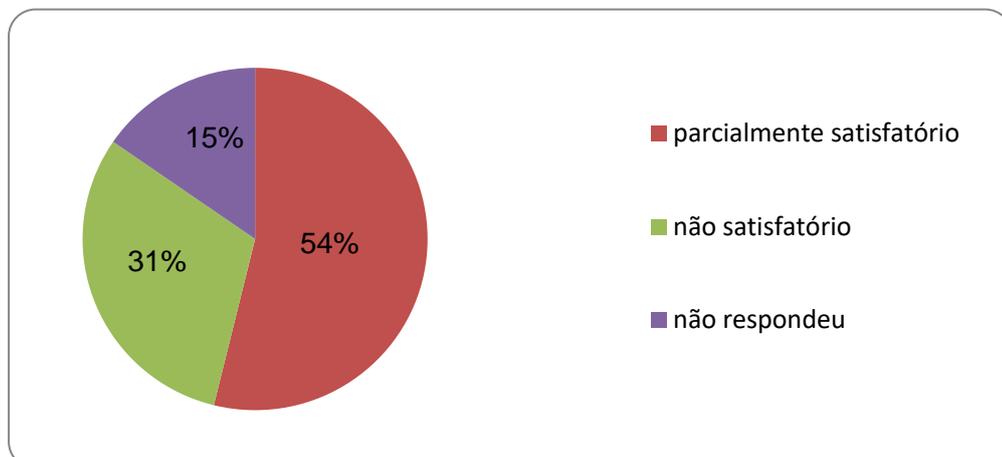
Fonte: Acervo pessoal.

Gráfico 05 – Questão 03: Combustível adulterado



Fonte: Quadro 05

Gráfico 06 - Questão 03: Funcionamento densímetro e o empuxo



Fonte: Quadro 05

Capítulo 8

Considerações Finais

Buscamos nesta pesquisa colaborar por meio de uma nova perspectiva para alcançar uma melhor relação entre ensino e aprendizagem no ensino da Hidrostática. Ao pensarmos em interrelacionar os espaços alternativos do cotidiano que são parte do contexto social do aluno com o ambiente escolar, almejamos motivar, despertar curiosidade e otimizar o processo educacional, proporcionando uma aprendizagem mais efetiva do tema em questão.

A ideia de utilizar um posto de combustível como espaço não-formal de ensino auxiliar nos pareceu bastante interessante. Embora seja fundamental a apresentação do conteúdo da disciplina na sala de aula, nos parece importante contextualizar o conhecimento escolar em uma situação de realidade prática. Assim, a visita guiada no posto de combustível colaborou para que os estudantes se interessassem, e até se entusiassem, em aprender mais e melhor o conteúdo de Hidrostática. O fato de esse evento despertar a atenção das pessoas que presenciaram a atividade, quando foram feitas perguntas sobre o que estava acontecendo e os consequentes elogios à iniciativa, aparentemente proporcionou um estímulo para aumentar o interesse dos estudantes.

As observações dos alunos após a visita mostrou o quanto uma ação como essa pode acarretar comportamentos diferenciados durante as aulas subsequentes. Alguns alunos, antes apáticos, passaram a se interessar mais sobre os conhecimentos tratados, demonstrando maior curiosidade e mais dinamismo no processo de aprendizado como um todo.

A Feira de Ciências da escola e os seminários apresentados pelos grupos para exposição de assuntos relacionados à Hidrostática aconteceram de forma diferenciada. Não foram apenas um sequência de repetições de fórmulas e descrições padrão. Pudemos observar efetiva participação dos estudantes e até de seus familiares na Feira, ocasião em que assuntos do dia a dia foram discutidos para ressaltar que os conteúdos tratados na escola se mostrassem importantes para as situações cotidianas. Na apresentação dos seminários, na maioria dos casos, pudemos verificar uma boa articulação dos grupos, sendo possível perceber um trabalho bem estruturado por equipe.

De fato, pode-se considerar, à título de conclusão, que estratégias alternativas de ensino, principalmente aquelas que extrapolam o ambiente escolar e buscam associar a escola e o ambiente real do aluno, podem contribuir de maneira bastante diferenciada para proporcionar um resultado educacional mais efetivo. É importante que o estudante perceba que os conteúdos abordados na escola fazem parte de sua realidade. Quanto mais próximo de sua vivência, maior probabilidade de alcançar uma aprendizagem melhor.

Destacamos também que a avaliação também cumpre importante função no processo como um todo. Além de relatórios, discussões e apresentações, que devem certamente ser valorizados inclusive para a computação de pontos escolares, julgamos recomendável (inclusive pela prática histórica) a aplicação de uma avaliação formal. Recomenda-se, no entanto, que essa avaliação tenha uma característica integradora com o conteúdo a ser cobrado, como, por exemplo, buscando contextualizar uma situação do cotidiano para abordagem do conceito a ser avaliado.

Esperamos que este trabalho possa fazer que tanto os alunos quanto os professores percebam a importância da escola como pedra fundamental de construção do conhecimento. Que os alunos possam cobrar abordagens diferenciadas e que os professores possam proporcionar uma educação mais prazerosa e integradora, para que ensino-aprendizagem possam compor um quadro de efetivo componente da educação em sua forma mais ampla.

Referências Bibliográficas

APRENDIZAGEM. Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa [on-line]. Disponível em: <<https://dicionariodoaurelio.com/aprendizagem>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

_____. Wikipedia [site]. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Aprendizagem>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

ARANTES, V. A. **Educação formal e não-formal**. São Paulo: Summus, 2008.

AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

_____; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Trad.: Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, LDA, 2009.

BRASIL. LEI Nº 9.394, de 20 de Dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília: D.O.U, 1996.

_____. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. **PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC-SEMTEC, 2002.

CALDAS, G. Mídia, Educação Científica e Cidadania: a experiência das revistas Eureka e ABC das Águas. In: AMORIM; PINTO; GISNALDO (Org.). **Divulgação Científica e Práticas Educativas**. Curitiba: Ed.CRV, 2010.

FERROCIOLI, L.; SAMPAIO, F. F. Informação, Ciência, Tecnologia e Inovação Curricular em Cursos de Licenciatura. In: **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 8, n.1, 2001.

FREIRE, P. **A importância do ato de ler: em três artigos que se completam**. São Paulo: Cortez, 2006.

_____. **Pedagogia do oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

_____. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 43ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

_____. **Educação como prática da Liberdade**. São Paulo: Paz e Terra, 1980.

GARCIA, V. A. Um sobrevôo: o conceito de educação não-formal. In: PARK, M. B & FERNANDES, R. S.(Orgs). **Educação Não-Formal – Contextos, percursos e sujeitos**. Campinas: Unicamp/CMU; Editora Setembro, 2005.

GUATTARI, F. **As três ecologias**. Trad. Maria Cristina F. Bittencourt. São Paulo: Papius, 1990.

JACOBUCCI, D. F. C. Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. In: **Em Extensão**. Uberlândia, v. 7, p. 55-66, 2008.

MAINWARING, S. **Igreja Católica e Política no Brasil**. São Paulo: Brasilien, 1989.

- MARANDINO M. et al. A Educação Não Formal e a Divulgação Científica: o que pensa quem faz? In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**. ENPEC, 4, 2004, Bauru. Atas... Bauru, 2004. Disponível em: <http://paje.fe.usp.br/estrutura/geenf/textos/oquepensa_trabcongresso5.pdf>. Acesso em: 30 mai 2018.
- MORAES, J. U. P.; ARAÚJO, M.S.T. **O ensino de Física e o enfoque CTS**: caminhos para uma educação cidadã. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012.
- MOREIRA, I. C. A Popularização da ciência e tecnologia no Brasil. In: **Nodo Sur de la Red Pop**. Ciencia, Tecnologia y Vida Cotidiana: Reflexiones y Propuestas Del Nodo Sur de la Red Pop. Uruguay, 2008.
- MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.
- _____. **Metodologia de pesquisa em ensino** / Marco Antônio Moreira. – São Paulo : Editora Livraria da Física, Cap.1, p. 11-70, 2011.
- _____. **Aprendizagem Significativa**: a teoria e textos complementares / Marco Antônio Moreira. – São Paulo : Editora Livraria da Física, Cap.1, p. 13-52, 2011.
- _____. **Teoria de aprendizagem** / Marco Antônio Moreira – São Paulo: EPU, Cap.9, p. 139-149, 2011.
- _____; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2001.
- _____., _____. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.
- PERRENOUD, P. **Dez novas competência para ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física básica**. v. 2, 3. ed., 2ª reimpressão. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2000.
- PIAGET, J. **Seis estudos de psicologia**. 24ª ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2005.
- QUEIROZ, G. et al. Construindo saberes da mediação na educação em museus de ciências: o caso dos mediadores do museu de astronomia e ciências afins/ Brasil. In: **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, 2002.
- SCORTEGAGNA, P. A.; OLIVEIRA, R.C.S. Educação de Jovens e Adultos no Brasil: Uma Análise Histórico-Crítica. In: **Revista Eletrônica de Ciências da Educação**, Campo Largo, v. 5, n. 2, Nov. 2006. Disponível em: <www.periodicosibepes.org.br/index.php/reped/article/view/287 >. Acesso em: 08 abr. 2014.
- VIEIRA, V.; BIANCONI, M.L. & DIAS, M. Espaços Não-Formais de Ensino e o Currículo de Ciências. In: **Ciência & Cultura**. v.57, n.4, Out/Dez., 2005.
- VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1998.

APÊNDICE A

Questionário

- 1) Como sabemos que o combustível é de qualidade? Como é mantida a qualidade dos combustíveis que ficam armazenados no posto?
- 2) Por que é usado um densímetro nas bombas de combustíveis? Como funciona o densímetro para os combustíveis?
- 3) Por que não pode usar celular no posto de combustível?
- 4) Qual a diferença entre a gasolina aditivada e a comum? É verdade que a gasolina comum já vem misturada com álcool? E a aditivada?
- 5) O que é feito com óleo trocado? Como funciona o elevador hidráulica e o que tem dentro dos canos que suportam o elevador?
- 6) Como é recebido os combustíveis, como são armazenados e como é visto o nível dos combustíveis? Qual a validade dos tanques subterrâneos? Com que frequência são feitas vistorias técnicas nos tanques de combustíveis?
- 7) Quantas libras pega um pneu de bicicleta, moto, automóvel, caminhão? Por que é diferente em cada caso? Qual a unidade completa da pressão (está escrito no aparelho)?
- 8) Quais os cuidados que devem tomar para manusear os combustíveis? Vocês usam algum equipamento de segurança?
- 9) O que evapora mais rápido: álcool ou gasolina? Por quê?
- 10) O que não se deve fazer em um posto de combustíveis?

APÊNDICE B

Questões da Avaliação

QUESTÃO 1



O elevador hidráulico, muito usado em postos de gasolina e oficinas mecânicas para lavagem e manutenção de veículos, basicamente constitui-se de dois cilindros com áreas de valores diferentes, vedados por pistões móveis, sendo que esses dois cilindros são conectados por uma tubulação e todo o sistema é preenchido por um fluido. O Princípio de Pascal afirma que “a pressão exercida sobre a parte de um líquido

transmite-se de forma integral a todos os pontos”.

- Um cliente do posto pergunta como é possível um cilindro tão pequeno “transmitir” uma força para o cilindro maior, de modo a levantar um carro. O que você responderia para o cliente?

- O cliente, lendo o manual do posto que visitamos, verifica que o êmbolo menor do elevador hidráulico tem área igual a 4 cm^2 ($0,0004 \text{ m}^2$), e que a área do êmbolo maior é igual a 1600 cm^2 ($0,16 \text{ m}^2$). Ele diz pra você que o automóvel dele, a ser elevado, tem peso de 20.000 N , e quer saber qual o menor valor da força que deve ser aplicada ao êmbolo menor para conseguir elevar o automóvel? Você é capaz de calcular essa menor força de modo a responder a pergunta do cliente? Se você consegue, faça o cálculo.

QUESTÃO 2



Lucas Germano após concluir o Ensino Médio obteve um emprego como mergulhador profissional na Petrobras. No seu primeiro dia de trabalho, seu chefe solicitou que mergulhasse em uma área do mar onde a profundidade era avaliada em 15m. Lembrando das aulas de Hidrostática na escola, Lucas sabia que quanto mais fundo chegasse maior seria a pressão sobre o seu corpo e, com isso, poderia causar alguns efeitos colaterais, como a circulação sanguínea que poderia ser alterada conforme fosse aumentando sua profundidade. Para um melhor desempenho em seu mergulho, Lucas resolveu calcular a pressão que seria exercida em seu corpo, sabendo que na superfície da água a pressão é um atmosfera (1atm) e que a cada dez metros (10m) a pressão é aumentada em um atmosfera (1atm). Após o cálculo, Lucas conclui que, se chegasse a profundidade total, seu corpo sofreria que pressão? Sabendo que um mergulhador pode suportar uma pressão máxima de 10 vezes a pressão atmosférica de 1 atm, calcule a profundidade máxima que ele como mergulhador, pode atingir.

QUESTÃO 3

Um cliente chega ao posto de combustível e pede para que seja feito o teste do densímetro para a gasolina. Quando o funcionário coloca o densímetro na proveta, a marca de referência não coincide com as especificações das normas vigentes. O funcionário se assusta ao observar que o densímetro afunda um pouco. Se você é o cliente, e baseado nas aulas sobre hidrostática, a que conclusão você chega? Por outro lado, sabe-se que um barco, quando navega num rio (água doce) também afunda um pouco. Esse mesmo barco quando navega no mar (água salgada) afunda menos. Existe alguma coisa em comum entre o densímetro do posto de combustível e o barco que afunda de forma diferente navegando no rio e depois no mar?

APÊNDICE C

Produto Educacional - Sequência didática

“Ensino de Hidrostática no cotidiano dos Postos de Combustíveis”

1. Introdução

Em conformidade com o PCN +(2002), qualquer maneira de conhecimento acontece separado com base em mecanismos, fazendo com que esses mecanismos representem uma maneira real do que se pretende transmitir ao nosso aluno. Segundo o PCN+ Ensino Médio (2002), é fundamental que se estabeleça o diálogo entre conhecimento, professores e alunos para que todo o processo de conhecimento possa fazer sentido para os jovens, buscando sempre por estratégias que auxiliem esse diálogo.

O aluno, quando chega à escola, parte de conhecimentos pré-estabelecidos que podem auxiliar na argumentação dos conteúdos a ser desenvolvidos. Através destes conhecimentos o professor deve buscar suas estratégias. Uma sequência didática (SD) pode ser definida como uma sucessão planejada de atividades progressivas e articuladas entre si, guiadas por um tema, um objetivo geral ou uma produção. Ou seja, são um conjunto de atividades ligadas entre si, planejadas para ensinar um conteúdo, etapa por etapa, auxiliando o professor a organizar suas atividades de ensino em função eixos temáticos. Conforme Zabala (1998, p.18), sequência didática é definida como “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”.

A construção e elaboração da nossa sequência didática está centrada no objetivo de promover uma proposta de ensinar a Hidrostática no contexto da Teoria de Aprendizagem Significativa, usando subsídios para a criação de estratégias metodológicas para uma aprendizagem mais efetiva. No processo, a Teoria de Aprendizagem de Ausubel será o principal foco, fazendo com que o aluno possa desenvolver suas atividades posteriormente de forma significativa. O objetivo é fazer com que o aluno organize o conhecimento de maneira significativa, contextualizando fatos que podem vivenciar no seu dia a dia.

A sequência didática foi aplicada nas turmas 203 e 204, do segundo ano do Ensino Médio de uma escola estadual. A aplicação foi dividida em 10 aulas, observando que as aulas 4 e 5, 8 e 9 são aulas concatenadas somando 100 min e as aulas 1, 2, 3, 6, 7 e 10 serão de 50 min.

2. Estrutura da sequência didática

Quadro 06 - Distribuição dos conteúdos e atividades por encontro.

Aula/Tempo	Conteúdos trabalhados em cada momento	Atividades realizadas
Aula 1 – 50 min	Levantamento dos conhecimentos prévios	Aplicação de um questionário contendo perguntas relacionadas ao conteúdo estudado na Hidrostática
Aula 2 – 50 min	Pressão e densidade	Utilização de experimentos
Aula 3 – 50 min	Pressão em líquidos Teorema Stevin	Utilização do simulador PhET
Aula 4 – 50 min Aula 5 – 50 min	Visita ao posto de combustível	Identificação de objetos existente no posto de combustíveis relacionados com os conteúdos estudados
Aula 6 – 50 min	Vasos comunicantes e Princípio de Teorema de Pascal	Utilização de experimentos
Aula 7 – 50 min	Princípio de Arquimedes	Utilização do simulador PhET
Aula 8 – 50 min Aula 9 – 50 min	Seminário	Apresentação de cada grupo com tema associado a Hidrostática.
Aula 10 – 50 min	Avaliação	Aplicação de três questões envolvendo cobrança formal de conteúdo com aspectos do cotidiano

Fonte: Acervo pessoal.

3. Descrição da sequência didática

3.1 – Aula 1

A aula 1 tem como objetivo levantar os conhecimentos prévios sobre Hidrostática, sendo estes fatores importantes para novas aprendizagens.

De acordo com o PCN+, para que aconteça um eficaz diálogo pedagógico é indispensável estar concentrado em observar a forma de pensar dos alunos, levando o professor a um planejamento que seguirá para o desenvolvimento das aulas a serem ministradas. De nada adianta coletar informações se elas não servirem como guia para orientar atividades, agrupamentos e intervenções", defende Tania Beatriz Iwaszko Marques, docente da UFRGS.

O conhecimento prévio dos alunos constitui um amplo esquema de interpretação, necessitando ser estimulado durante todo o processo de ensino-aprendizagem, pois é a partir deles estabelece relações entre seus conhecimentos sobre um assunto e o que está aprendendo sobre ele. Para Ausubel, "O fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Descubra isso e ensine-o de acordo".

Foi aplicado um questionário onde os alunos responderiam as seguintes perguntas:

- 1) Por que o líquido (refrigerante) sobe pelo canudinho?
- 2) Por que ao mergulhar corpos em líquidos uns afundam e outros ficam boiando na superfície?
- 3) Por que quando mergulhamos em grandes profundidades ocorrem problemas de respiração, mesmo com equipamentos de mergulho?
- 4) Como um avião a jato, ou mesmo a hélice, consegue voar? Que força o mantém no ar?
- 5) Qual a diferença entre nadar em um rio de água doce e no mar?
- 6) Por que os esquimós utilizam um sapato com sola em forma de raquete de tênis?

Após a leitura do questionário o professor deverá organizar os recursos a serem inseridos nas aulas expositivas como filmes, simulações, textos em analogia com o que irá apresentar os conteúdos, partindo do geral para o particular.

3.2 Aula 2 – Pressão e densidade

Nesta aula destacamos a importância da contextualização do conteúdo a ser trabalhado como elemento primordial para uma aprendizagem significativa e, conseqüentemente, os experimentos que podem levar a uma melhor compreensão da ciência por parte de alunos, que muitas vezes não conseguem associar o que está sendo ensinado ao seu cotidiano. Atividades experimentais desencadeiam interações sociais entre professor/aluno e aluno/aluno através de discussões e levantamento de hipóteses para explicar fenômenos científicos, promovendo a elaboração de conceitos e estabelecimento de relações entre os conceitos científicos e espontâneos, fundamentais para o aprendizado. As atividades serão pensadas de forma que os alunos não só realizarão experimentos como também irão investigar fenômenos através dos mesmos.

Segundo o PCN+, é indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física. É com a experimentação que o aluno desenvolve seus conhecimentos, ou seja, manuseando o experimento o aluno pode desenvolver seu próprio conhecimento científico e assim facilitar a compreensão dos conceitos existentes. Contudo, essa experimentação não deve seguir uma lista de procedimentos impostos. Deve ser livre para assim o aluno não ficar restrito que com aquilo que só pode ser realizado tais experimentos.

Para o estudo da Hidrostática pode-se fazer um experimento no qual alguns objetos afundam ou não em substâncias como, por exemplo, água. A partir disso, o aluno pode observar que quando um objeto afunda, a pressão sobre ele vai aumentando conforme a profundidade, verificando assim a Lei de Stevin. Deixando que o aluno faça essa experimentação livre e desenvolva os conceitos, princípios, etc., que se observa com o experimento.

3.3 Aula 3 – Pressão em Líquidos: Teorema de Stevin

O uso orientado e bem planejado das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) pode ser de extrema relevância para a aprendizagem significativa por parte dos alunos. E é neste sentido que procuraremos responder a seguinte questão: “Como o uso das TIC pode contribuir para o ensino de Hidrostática no Ensino Médio?”

A utilização das novas tecnologias da informação e comunicação no processo educacional só é justificada se de fato contribuir para a melhoria e o crescimento na qualidade do ensino e da aprendizagem. A aplicação da tecnologia deve estar em constante avaliação para que se verifique a melhoria na construção do conhecimento por parte do aluno, o que de outra forma não justifica o uso dessas novas práticas (ANDRADE, 2015). A aprendizagem vai além da pura memorização e deve ser baseada em atividades onde o aprendiz envolva-se cognitivamente. O conhecimento precisa ser construído e reconstruído para ter efeito duradouro e não ser simplesmente implementado ou transferido.

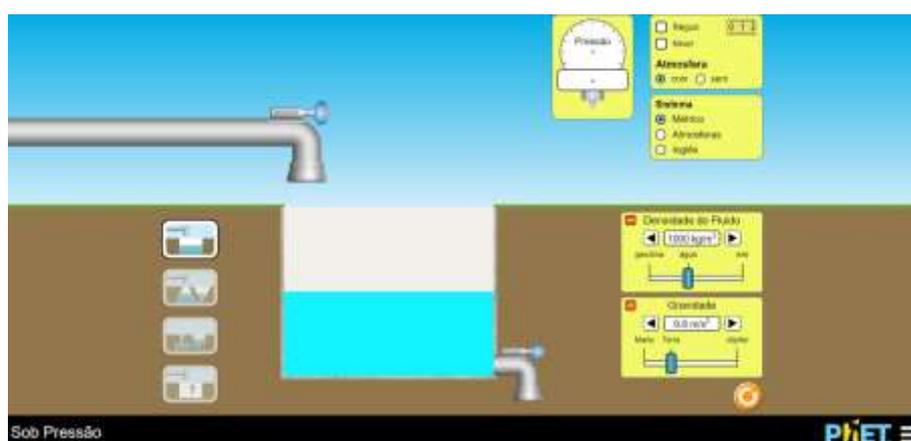
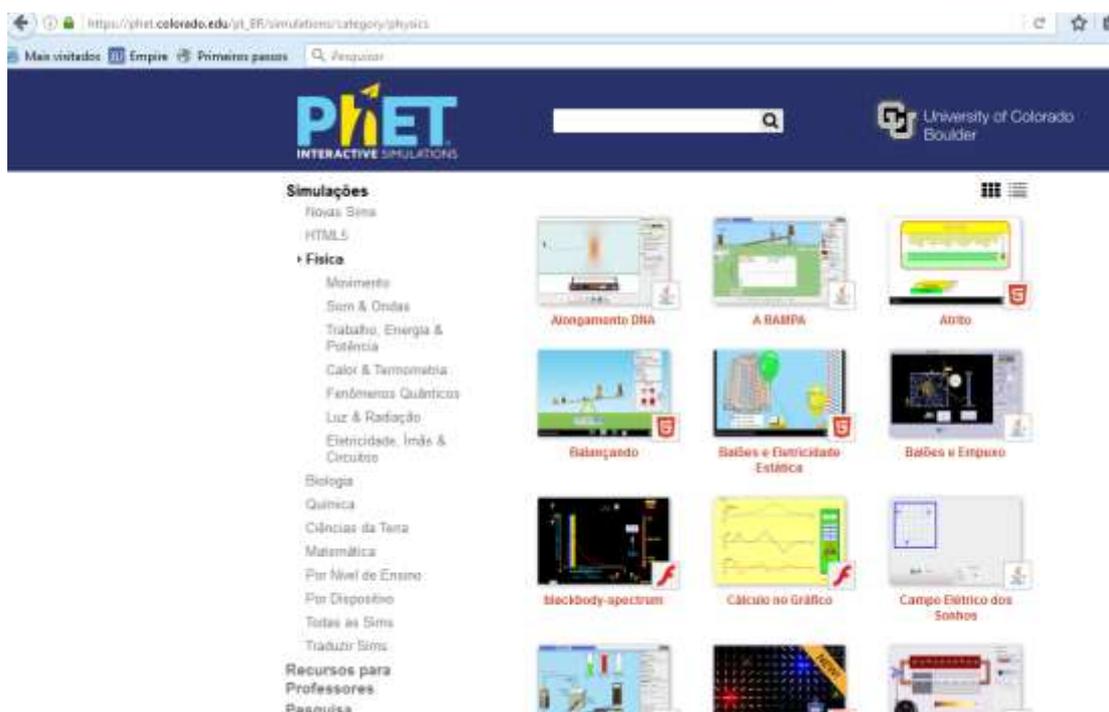
Simulações computacionais estão acima das simples animações. Elas englobam classes de tecnologia do vídeo à realidade virtual que podem ser classificadas em certas categorias gerais, baseadas fundamentalmente no grau de interatividade entre o aprendiz e o computador. Experimentos perigosos ou realizações muito caras ou fenômenos muito lentos/extremamente rápidos estão dentro da classe de eventos bastante adequados para simulações computacionais.

Entre as propostas e ferramentas didática mais significativas destacamos as principais modalidades de uso do computador no ensino de Física: tutoriais, uso de vídeos, aquisição de dados, simulação e modelagem computacional. Um dos projetos mais conhecidos em nível mundial é projeto PhET (*Interactive Simulations*)⁸ da Universidade do Colorado, nos Estados Unidos, que mantém uma plataforma virtual com diversas simulações na área de Física, Química e Biologia. Fundado em 2002 pelo vencedor do Prêmio Nobel Carl Wieman, o projeto PhET - Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder - cria simulações interativas gratuitas de Matemática e Ciências. Assim, as PhET baseiam-se em extensa pesquisa em educação e envolvem os alunos através de um ambiente intuitivo (estilo jogo), no qual os alunos aprendem através da exploração e da descoberta.

⁸ Home page: https://phet.colorado.edu/pt_BR/.

As simulações são desenvolvidas buscando maior interatividade do aluno com o objeto de estudo e são disponibilizadas gratuitamente podendo ser usadas *online* ou baixadas num computador pelo endereço eletrônico <<https://phet.colorado.edu>>.

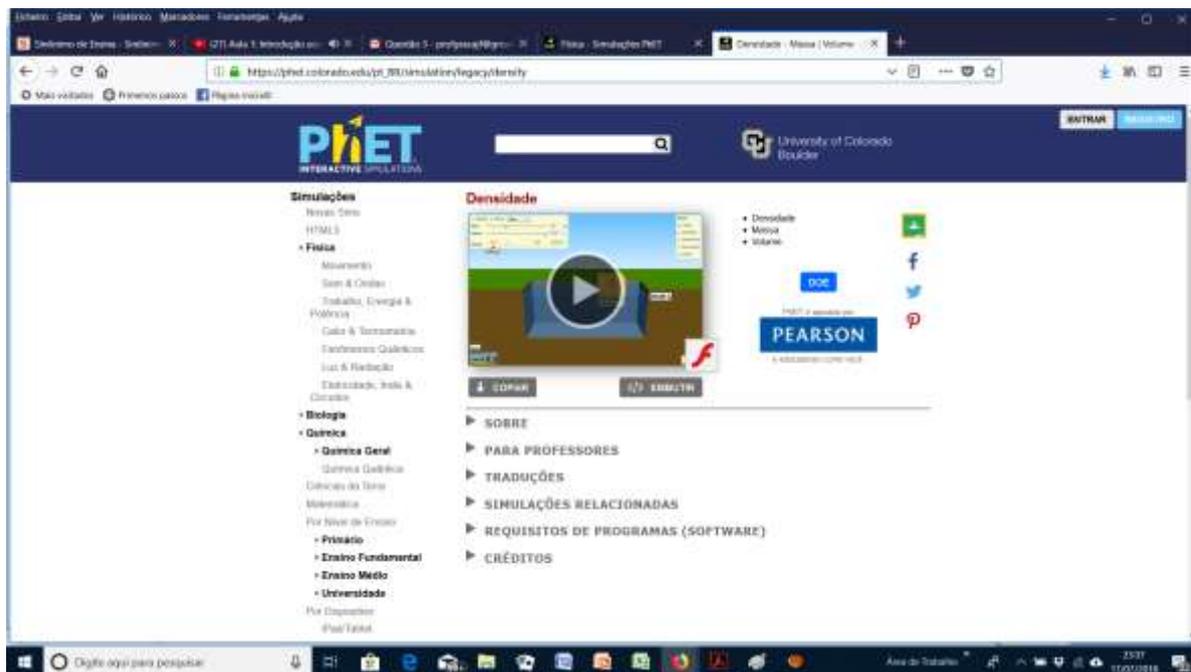
Figura 31 – Simulador PhET



Fonte: Site PhET/Acervo pessoal.

Podemos trabalhar com este simulador, utilizando o *link* <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/density>.

Figura 32 – Simulador de Densidade



Fonte: PhET/Acervo pessoal.

O professor deverá baixar o simulador através do *link* <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/density>. A utilização do Simulador tem o objetivo trabalhar conceitos fundamentais de densidade relacionando a massa e o volume de um corpo, de modo a facilitar a compreensão dos alunos despertando maior prazer em aprender.

3.5 Aulas 4 e 5 – Visita ao posto de combustível

A teoria da aprendizagem de Ausubel propõe que os conhecimentos prévios dos alunos sejam valorizados para que possam construir estruturas mentais utilizando como meio mapas conceituais, que permitem descobrir e redescobrir outros conhecimentos, caracterizando uma aprendizagem prazerosa e eficaz (PELIZZARI, 2002).

Para que ocorra a aprendizagem significativa o aluno deve associar ou ligar o novo conhecimento ao que já existe em sua estrutura cognitiva, ou seja, os seus conhecimentos prévios. Todavia, para que essa aprendizagem ocorra existem dois pontos cruciais que devem ser levados em consideração. O primeiro é que o aluno precisa estar disposto a aprender, deve existir esse interesse por parte do aluno, caso contrário ele jamais chegará a uma aprendizagem significativa. O segundo ponto diz respeito ao material a ser aprendido. De acordo com Ausubel, esse material deve ser potencialmente significativo para o aprendiz, de modo que possa se relacionar de forma substantiva e não-arbitrária à ideias correspondentes e relevantes que se situem dentro do domínio da capacidade humana de aprender.

As aulas tradicionais já não são a única forma de exposição de conteúdo e novas possibilidades devem ser experimentadas para contribuir com a aprendizagem dos alunos. Nessa direção os espaços não-formais educativos possibilitam observações que não são possíveis dentro de uma sala de aula, além da curiosidade que esses espaços despertam nos alunos (COSTA, 1999).

Os espaços não-formais têm se tornado uma importante estratégia para a educação científica e construção do conhecimento, já que as escolas por si só não são capazes de educar cientificamente e transmitir todo o conhecimento científico ao aluno. Assim, esses espaços se tornam de fundamental importância no ensino-aprendizagem dos mesmos. As aulas em espaços não-formais favorecem a observação e a problematização dos fenômenos de uma forma mais concreta (CUNHA, 2009). Além de proporcionar um ambiente alternativo de ensino-aprendizagem, esses espaços podem contribuir para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa, pois podem servir como organizadores prévios nesse processo de ensino.

Na educação formal utilizar cenários além dos muros da escola com o objetivo de ampliar, auxiliar e desenvolver aprendizagens é uma prática muito pouca

explorada como estratégia de ensino-aprendizagem. Para que se alcance resultados significativos, em termos de aprendizagem, é necessário boa compreensão das funções, do funcionamento e das potencialidades, dos diferentes espaços não-formais para a educação formal. Os espaços não-formais são instrumentos importantes e úteis para auxiliar de maneira positiva a construção do conhecimento. Sendo pouco utilizados e explorados, é possível transformá-los em locais que favoreça a geração de oportunidades para enriquecer as aulas, motivando os alunos para novas aprendizagens

Optamos pela visita guiada a um posto de Combustível próximo a escola. Foram preparados os trâmites legais para a autorização dos responsáveis, tendo em vista o deslocamento dos alunos para o espaço exterior à escola. Satisfeitos os dispositivos legais, pelos quais os pais ou responsáveis ficaram cientes e autorizaram os estudantes a participarem da atividade, as visitas foram estabelecidas segundo um cronograma.

Antes da visita é muito importante o conhecimento prévio do professor sobre o local, as pessoas envolvidas e o melhor trajeto a ser executado. Sugerimos ir caminhando até um posto próximo da escola, pois o transporte pode inviabilizar sua execução dependendo da proposta planejada. Por se tratar de um local de alta periculosidade e ser um ambiente insalubre, medidas de segurança foram necessárias para viabilizar o êxito do evento. É de grande importância considerá-los em todos os aspectos, podendo se possível pedir o auxílio de outros professores nesta atividade.

3.6 Aula 6 – Vasos comunicantes e Princípio de Teorema de Pascal

O objetivo desta aula é entender o que são vasos comunicantes e suas utilidades e compreender o Princípio de Pascal e sua utilização.

De modo resumido, os objetivos são:

- Compreender o que é um vaso comunicante.
- Conhecer o funcionamento de um vaso comunicante.
- Entender que aumentando a pressão em um ponto do líquido ele será distribuído por todo o líquido.
- Compreender o funcionamento de uma prensa e de um freio hidráulico.

Sugerimos que seja aplicada aos alunos uma atividade experimental na qual eles desenvolvam uma prensa hidráulica ou um braço mecânico com material de baixo custo, a partir de um planejamento prévio.

3.7 Aula 7 – Flutuação, Empuxo e Princípio de Arquimedes

Para o desenvolvimento do Princípio de Arquimedes podemos utilizar o experimento em que se colocam diversos objetos para afundarem e/ou flutuarem. Quando o objeto afunda, o aluno verifica se a força que ele aplica com o objeto imerso é menor do que a força aplicada com ele fora da água no momento em que tira o objeto de dentro d'água. Neste procedimento o aluno pode identificar que a água também provoca uma força que, somada a dele, torna mais fácil mover o objeto dentro d'água; verifica também que quando o objeto está dentro d'água, o aluno move um peso d'água que é igual ao peso do objeto. Isso ajuda o aluno a contextualizar o porquê um submarino não afundar se submerso no mar.

A partir desta experiência, o objetivo é fazer com que o aluno organize esse conhecimento significativamente. Ele pode desenvolver o conceito de força de empuxo provocada pela água para mover o objeto, aplicando ao desenvolvimento do conteúdo o contexto histórico da época dessa verificação, assim como permite contextualizar fatos que podemos verificar no dia a dia como, por exemplo, o funcionamento de um submarino.

Uma das maiores dificuldades no uso das TIC com alunos do Ensino Médio tem sido estimular o uso da informática como instrumento cognitivo de aprendizagem nas aulas de Física, visto que, na maioria das vezes, os alunos utilizam esses recursos apenas como forma de entretenimento ou para comunicação, visto ser cada dia mais raro um aluno de escola pública não dispor de um *smartphone* e não ter acesso à alguma rede social. O uso de simulações interativas pode ser uma alternativa complementar, considerando que a maioria das escolas dispõem de laboratório de informática, mas não possuem laboratório didático para o ensino de Física.

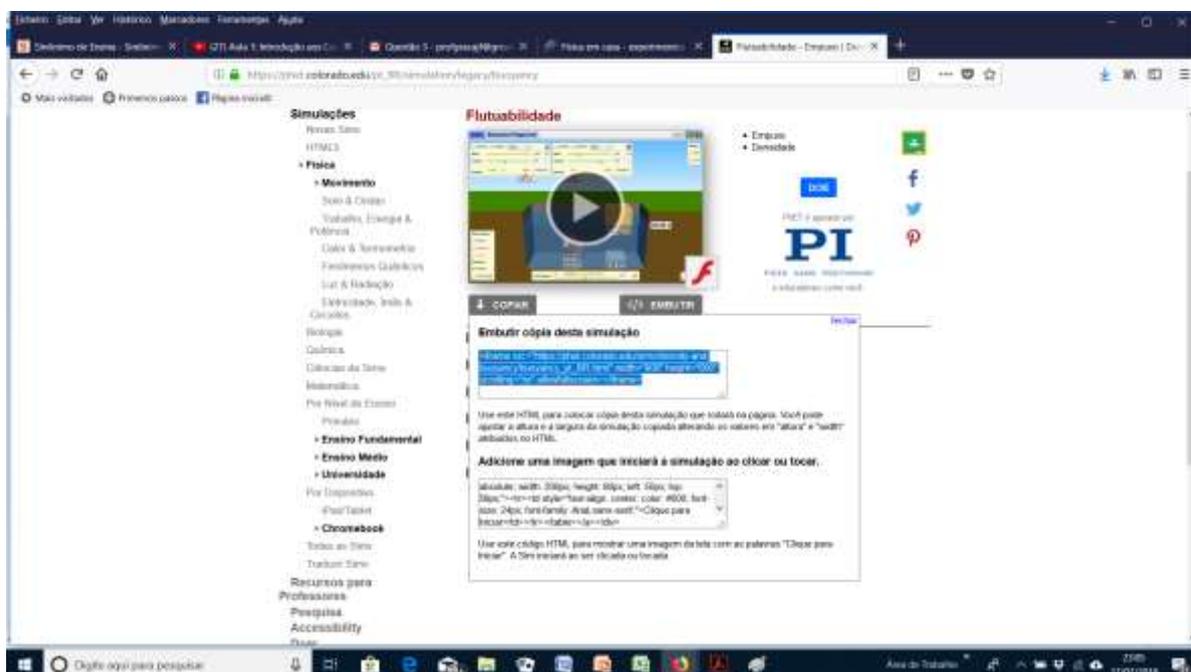
Figura 33– Simulador PhET (densidade)



Fonte: PhET/Acervo pessoal

O professor deverá baixar o simulador no *site* <<https://phet.colorado.edu>>, descrever o simulador e o modo de utilizá-lo. Deve providenciar alguns *notebooks*, dividir os alunos em grupos e propor atividades de manuseio do simulador.

Figura 34 – Página simulador PhET



Fonte: PhET/Acervo pessoal

Tentamos de forma objetiva abordar a aplicação do uso de simulação no contexto de sala de aula. Sabemos que a utilização das novas tecnologias na prática dos professores de Física é um desafio que perpassa questões que vão desde a

formação inicial e continuada do professor nesse campo até questões relacionadas às estruturas e aos recursos disponíveis em cada realidade escolar. Compreendemos que o uso das tecnologias na educação não é a solução definitiva para os problemas, como a falta de interesse e motivação dos alunos, que enfrentamos no dia a dia do ofício de ensinar. Entretanto, observamos que a utilização de práticas diferenciadas e mais envolventes podem contribuir para que o ensino seja mais eficaz e que consiga levar o aluno a um melhor desenvolvimento de suas habilidades intelectuais e cognitivas.

3.8 Aulas 8 – 9 Seminários

Entre as dificuldades que os alunos geralmente apresentam está a de se expressarem de maneira coerente e inteligível. Uma estratégia para trabalhar esse tipo de dificuldade é o desenvolvimento de alguns temas na forma de seminário. Por exemplo, a proposição de um seminário com o título “Organismos transgênicos: perigo para o planeta ou solução para a fome do mundo?” dá oportunidade aos alunos de pesquisarem diferentes fontes, visitar instituições, entrevistar especialistas, organizar as suas ideias, realizar julgamentos críticos e exercitar posturas éticas. Além disso, ensina-lhes a ordenar as ideias para poder expor e defendê-las perante os colegas, a ouvir críticas e debatê-las. A apresentação de um seminário propicia a utilização de material audiovisual, da criatividade na confecção de cartazes e transparências e o desenvolvimento da escrita, pois devem ser produzidos textos para serem apresentados ao professor e aos colegas.

Os seminários terão como objetivo relacionar os conteúdos e as práticas cotidianas sobre o tema em questão, no nosso caso a Hidrostática. Este objetivo foi frisado constantemente durante a aula de orientação para que não houvesse divergências entre a proposta didática desta intervenção com o aprendizado adquirido durante as aulas expositivas, bem como com as experiências vivenciadas na visita ao posto de combustível. Os temas propostos foram: Princípio de Pascal, Pressão, A Física do Densímetro, Procedimentos de Segurança em Postos de Combustíveis, Processo de Destilação de Petróleo e o Uso de Celulares em Postos de Combustível e sua Periculosidade.

Para a realização do seminário, tentou-se respeitar a mesma estrutura dos grupos propostos na Feira de Ciências, visando maior aproveitamento do conteúdo em detrimento do tempo disponível. Vale frisar que o principal escopo deste seminário foi relacionar a atividade da visita guiada e o conteúdo sobre Hidrostática apresentado nas aulas ministradas.

O Seminário deve seguir o seguinte rito:

- Introdução pelo professor do assunto e apresentação da equipe;
- apresentação do seminário pelo grupo guiando-se pelo roteiro;
- das tarefas a serem cumpridas no dia;
- explicação, discussão e demonstração;
- síntese de toda a reflexão;

- abertura pelo coordenador do grupo da discussão geral (participação da sala);
- síntese final de responsabilidade do professor.

3.10 Aula 10 - Avaliação Formal

A avaliação é uma obrigação didática indispensável e frequente do ofício do educador. Ela deve acompanhar passo-a-passo o processo de ensino e aprendizagem. É uma tarefa complexa que não se resume a realização de provas e atribuição de notas (LIBÂNEO, 1990, p. 195).

A avaliação aplicada aos alunos será nos moldes da teoria de David Ausubel, onde o aluno precisará ter uma aprendizagem significativa além das utilizações de fórmulas, muito comum no estudo da Física. Deverá saber os conceitos existentes, para avaliar a contextualização dos conceitos além das aplicações que envolvam fórmulas matemáticas – selecionadas de acordo com a necessidade de conhecimento dos conceitos para sua resolução.

Em conclusão ao processo de aplicação do produto, notou-se a necessidade de aferir tecnicamente a retenção de conteúdo e produção de conhecimento a partir da sequência didática proposta.

Avaliação do Processo Educacional desenvolvido na Sequência Didática

A avaliação será processual e realizada ao longo de todo o processo de aplicação da sequência didática, de maneira permanente com o envolvimento dos discentes nas tarefas propostas e atividades realizadas durante a sequência. O objetivo da avaliação aqui é manter um controle sobre os objetivos da sequência e sobretudo captar informações no decorrer da aplicação, advindas dos estudantes a respeito do sentido que os mesmos vão atribuindo ao conhecimento trabalhado para que seja útil em novas investidas previstas no currículo sobre o tema geral. Para isto, são sugeridas três questões em formato avaliativo formal, dispostas nas próximas páginas.

Tendo em vista que não é possível se basear unicamente no exame escrito como instrumento avaliativo, é necessário levar em consideração o processo como um todo, valorizando as exposições orais, as sínteses teóricas, o comprometimento e o empenho do aluno, o seminário, enfim, todo o desenvolvimento cognitivo exposto em ocasiões não tradicionalmente direcionadas para a avaliação.

QUESTÃO 1



O elevador hidráulico, muito usado em postos de gasolina e oficinas mecânicas para lavagem e manutenção de veículos, basicamente constitui-se de dois cilindros com áreas de valores diferentes, vedados por pistões móveis, sendo que esses dois cilindros são conectados por uma tubulação e todo o sistema é preenchido por um fluido. O Princípio de Pascal afirma que “a pressão exercida sobre a parte de um líquido

transmite-se de forma integral a todos os pontos”.

- Um cliente do posto pergunta como é possível um cilindro tão pequeno “transmitir” uma força para o cilindro maior, de modo a levantar um carro. O que você responderia para o cliente?

- O cliente, lendo o manual do posto que visitamos, verifica que o êmbolo menor do elevador hidráulico tem área igual a 4 cm^2 ($0,0004 \text{ m}^2$) e que a área do êmbolo maior é igual a 1600 cm^2 ($0,16 \text{ m}^2$). Ele diz pra você que o automóvel dele, a ser elevado, tem peso de 20.000 N , e quer saber qual o menor valor da força que deve ser aplicada ao êmbolo menor para conseguir elevar o automóvel? Você é capaz de calcular essa menor força de modo a responder a pergunta do cliente? Se você consegue, faça o cálculo.

QUESTÃO 2



Lucas Germano após concluir o Ensino Médio obteve um emprego como mergulhador profissional na Petrobras. No seu primeiro dia de trabalho, seu chefe solicitou que mergulhasse em uma área do mar onde a profundidade era avaliada em 15m. Lembrando das aulas de Hidrostática

na escola, Lucas sabia que quanto mais fundo chegasse maior seria a pressão sobre o seu corpo e, com isso, poderia causar alguns efeitos colaterais, como a circulação sanguínea que poderia ser alterada conforme fosse aumentando sua profundidade. Para um melhor desempenho em seu mergulho, Lucas resolveu calcular a pressão que seria exercida em seu corpo, sabendo que na superfície da água a pressão é um atmosfera (1atm) e que a cada dez metros (10m) a pressão é aumentada em um atmosfera (1atm). Após o cálculo, Lucas conclui que, se chegasse a profundidade total, seu corpo sofreria que pressão? Sabendo que um mergulhador pode suportar uma pressão máxima de 10 vezes a pressão atmosférica de 1 atm, calcule a profundidade máxima que ele como mergulhador, pode atingir.

QUESTÃO 3



Um cliente chega ao posto de combustível e pede para que seja feito o teste da densidade para verificação da qualidade da gasolina. Quando o funcionário coloca o densímetro na proveta, ele se assusta ao observar que o densímetro afunda um pouco mais do que devia. Se você é o cliente, e baseado nas aulas sobre hidrostática, a que conclusão você chega quanto à densidade (e, portanto, a qualidade) da gasolina? Sabe-se que um barco, quando colocado a navegar num rio (água doce) afunda pouco mais do que quando colocado a navegar no mar (água salgada). Existe algo em comum entre o densímetro do posto de combustível e o barco que afunda de forma diferente navegando no rio e depois no mar?

Referências Bibliográficas dos Apêndices

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. **PCN+**: Ensino Médio - Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC-SEMTEC, 2002.

FERROCIOLI, L.; SAMPAIO, F. F. Informação, Ciência, Tecnologia e Inovação Curricular em Cursos de Licenciatura. In: **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 8, n.1, 2001.

PEDUZZI, Luiz O. Q. Sobre a resolução de Problemas no ensino da Física. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.14, nº3, 1997.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

APÊNDICE D

PRODUTO EDUCACIONAL

ENSINO DE HIDROSTÁTICA NO COTIDIANO DOS POSTOS DE COMBUSTÍVEIS

Produto Educacional elaborado por Maria das Graças de Oliveira a partir da Dissertação “A Física onde os olhos não alcançam: Uma proposta para o Ensino de Hidrostática no cotidiano dos Postos de Combustíveis”, apresentada ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 24 - UFJF/IF-Sudeste-MG, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Prezado Professor:

Este produto educacional apresenta uma Sequência Didática destinada a desenvolver o ensino de Hidrostática estimulando a percepção dos estudantes sobre o conteúdo de forma mais próxima aos elementos do seu cotidiano. A estratégia foi desenvolvida a partir da visita a um posto de combustíveis e de seus desdobramentos.

Esperamos que este manual contribua para que o tema em pauta seja trabalhado de forma mais significativa para os educandos.

1. Introdução

Em conformidade com o PCN +(2002), qualquer maneira de conhecimento acontece separado com base em mecanismos, fazendo com que esses mecanismos represente uma maneira real do que se pretende transmitir ao nosso aluno. Segundo o PCN+ Ensino Médio (2002), é fundamental que seja estabelecido o diálogo entre conhecimento, os professores e alunos para que todo o processo de conhecimento possa fazer sentido para os jovens, buscando sempre estratégias que auxiliem esse diálogo.

O aluno quando chega à escola já parte de conhecimentos pré-estabelecidos que podem auxiliar na argumentação dos conteúdos a serem desenvolvidos. Através destes conhecimentos o professor deve buscar suas estratégias. Uma sequência didática (SD) pode ser definida como uma sucessão planejada de atividades progressivas e articuladas entre si, guiadas por um tema, um objetivo geral ou uma produção. Ou seja, são um conjunto de atividades ligadas entre si, planejadas para ensinar um conteúdo, etapa por etapa, auxiliando o professor a organizar suas atividades de ensino em função eixos temáticos. Conforme Zabala (1998, p.18), sequência didática é definida como “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”.

A construção e elaboração da nossa sequência didática está centrada no objetivo de promover uma proposta de ensinar a Hidrostática no contexto da Teoria de Aprendizagem Significativa, usando subsídios para a criação de estratégias metodológicas para uma aprendizagem mais efetiva. Para nosso processo, a Teoria

de Aprendizagem de Ausubel será o principal foco, fazendo com que o aluno possa desenvolver suas atividades posteriormente de forma significativa. A partir de então, o objetivo é fazer com que o aluno organize o conhecimento de maneira significativamente, contextualizando fatos que podemos vivenciar no seu dia a dia.

A sequência didática foi aplicada nas turmas 203 e 204, do segundo ano do Ensino Médio da Escola Estadual Nyrce Villa Verde Coelho de Magalhães. A aplicação foi dividida em 10 aulas, observando que as aulas 4 e 5, 8 e 9 são aulas concatenadas somando 100 min e as aulas 1, 2, 3, 6, 7 e 10 serão de 50 min.

2. Estrutura da sequência didática

Quadro A - Distribuição dos conteúdos e atividades por encontro.

Aula/Tempo	Conteúdos trabalhados em cada momento	Atividades realizadas
Aula 1 – 50 min	Levantamento dos conhecimentos prévios	Aplicação de um questionário contendo perguntas relacionadas ao conteúdo estudado na Hidrostática
Aula 2 – 50 min	Pressão e densidade	Utilização de experimentos
Aula 3 – 50 min	Pressão em líquidos Teorema Stevin	Utilização do simulador PhET
Aula 4 – 50 min Aula 5 – 50 min	Visita ao posto de combustível	Identificação de objetos existente no posto de combustíveis relacionados com os conteúdos estudados
Aula 6 – 50 min	Vasos comunicantes e Princípio de Teorema de Pascal	Utilização de experimentos
Aula 7 – 50 min	Princípio de Arquimedes	Utilização do simulador PhET
Aula 8 – 50 min Aula 9 – 50 min	Seminário	Apresentação de cada grupo com tema associado a Hidrostática.
Aula 10 – 50 min	Avaliação	Aplicação de três questões envolvendo cobrança formal de conteúdo com aspectos do cotidiano

Fonte: Acervo pessoal.

3. Descrição da sequência didática

3.1 – Aula 1

A aula 1 tem como objetivo levantar os conhecimentos prévios sobre Hidrostática, sendo estes fatores importantes para novas aprendizagens.

De acordo com o PCN+, para que aconteça um eficaz diálogo pedagógico é indispensável estar concentrado em observar a forma de pensar dos alunos, levando o professor a um planejamento que seguirá para o desenvolvimento das aulas a serem ministradas. De nada adianta coletar informações se elas não servirem como guia para orientar atividades, agrupamentos e intervenções", defende Tania Beatriz Iwaszko Marques, docente da UFRGS.

O conhecimento prévio dos alunos constitui um amplo esquema de interpretação, necessitando ser estimulado durante todo o processo de ensino-aprendizagem, pois é a partir deles estabelece relações entre seus conhecimentos sobre um assunto e o que está aprendendo sobre ele. Para Ausubel, "O fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Descubra isso e ensine-o de acordo".

Foi aplicado um questionário onde os alunos responderiam as seguintes perguntas:

- 1) Por que o líquido (refrigerante) sobe pelo canudinho?
- 2) Por que ao mergulhar corpos em líquidos uns afundam e outros ficam boiando na superfície?
- 3) Por que quando mergulhamos em grandes profundidades ocorrem problemas de respiração, mesmo com equipamentos de mergulho?
- 4) Como um avião a jato, ou mesmo a hélice, consegue voar? Que força o mantém no ar?
- 5) Qual a diferença entre nadar em um rio de água doce e no mar?
- 6) Por que os esquimós utilizam um sapato com sola em forma de raquete de tênis?

Após a leitura do questionário o professor deverá organizar os recursos a serem inseridos nas aulas expositivas como filmes, simulações, textos em analogia com o que irá apresentar os conteúdos, partindo do geral para o particular.

3.2 Aula 2 – Pressão e densidade

Nesta aula destacamos a importância da contextualização do conteúdo a ser trabalhado como elemento primordial para uma aprendizagem significativa e, conseqüentemente, os experimentos que podem levar a uma melhor compreensão da ciência por parte de alunos, que muitas vezes não conseguem associar o que está sendo ensinado ao seu cotidiano. Atividades experimentais desencadeiam interações sociais entre professor/aluno e aluno/aluno através de discussões e levantamento de hipóteses para explicar fenômenos científicos, promovendo o surgimento de conceitos e estabelecem relações entre os conceitos científicos e espontâneos, fundamentais para o aprendizado. As atividades serão pensadas de forma que os alunos não só realizarão experimentos como também irão investigar fenômenos através dos mesmos.

Segundo o PCN+, é indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física. É com a experimentação que o aluno desenvolve seus conhecimentos, ou seja, manuseando o experimento o aluno pode desenvolver seu próprio conhecimento científico e assim facilitar a compreensão dos conceitos existentes. Contudo, essa experimentação não deve seguir uma lista de procedimentos impostos. Deve ser livre para assim o aluno não ficar restrito que com aquilo que só pode ser realizado tais experimentos.

Para o estudo da Hidrostática pode-se fazer um experimento no qual alguns objetos afundam ou não em substâncias como, por exemplo, água. A partir disso, o aluno pode observar que quando um objeto afunda, a pressão sobre ele vai aumentando conforme a profundidade, verificando assim a Lei de Stevin. Deixando que o aluno faça essa experimentação livre e desenvolva os conceitos, princípios, etc., que se observa com o experimento.

3.3 Aula 3 – Pressão em Líquidos: Teorema de Stevin

O uso orientado e bem planejado das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) pode ser de extrema relevância para a aprendizagem significativa por parte dos alunos. E é neste sentido que procuraremos responder a seguinte questão: “Como o uso das TIC pode contribuir para o ensino de Hidrostática no Ensino Médio?”

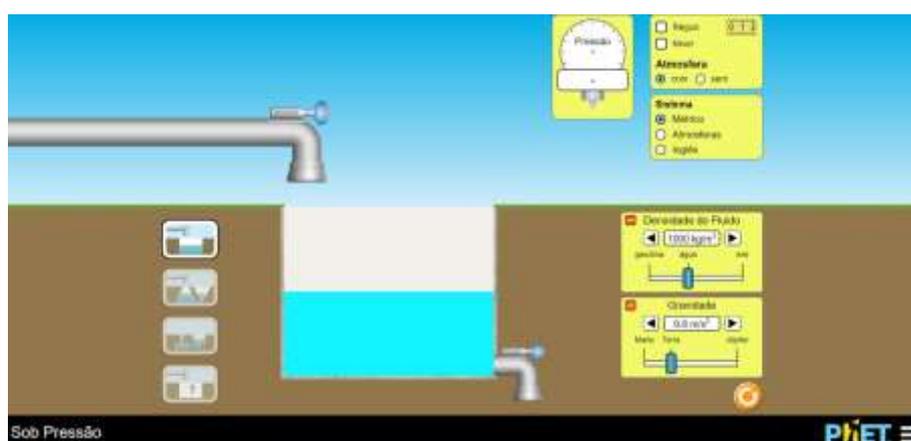
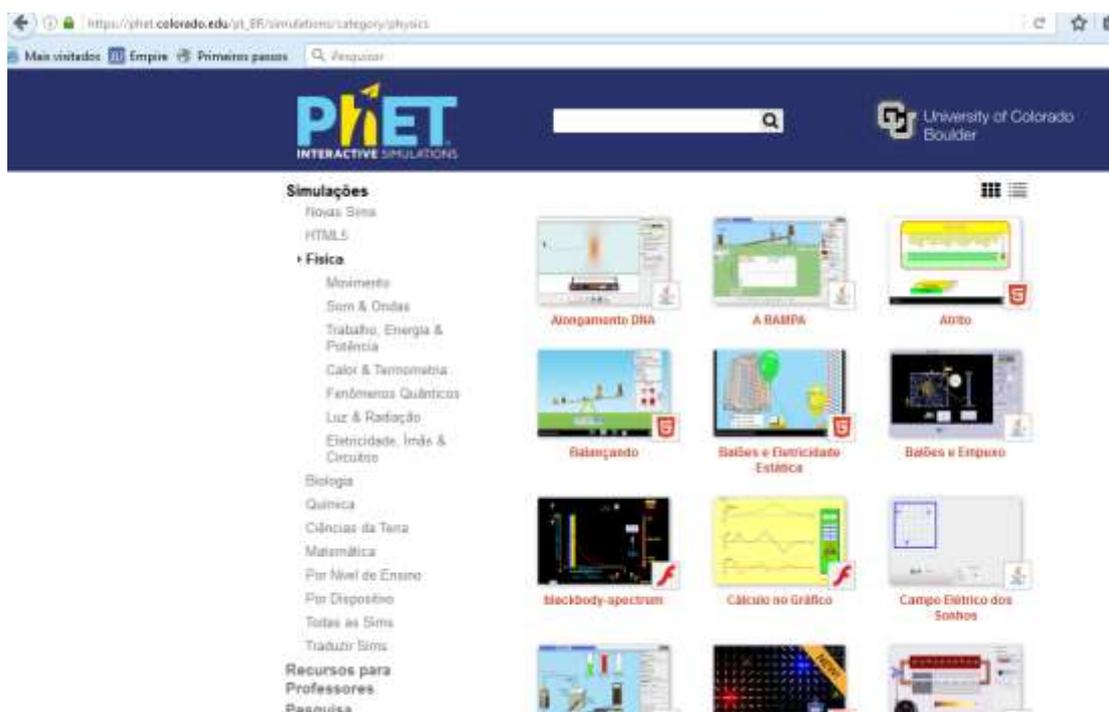
A utilização das novas tecnologias da informação e comunicação no processo educacional só é justificada se de fato contribuir para a melhoria e o crescimento na qualidade do ensino e da aprendizagem. A aplicação da tecnologia deve estar em constante avaliação para que se verifique a melhoria na construção do conhecimento por parte do aluno, o que de outra forma não justifica o uso dessas novas práticas (ANDRADE, 2015). A aprendizagem vai além da pura memorização e deve ser baseada em atividades onde o aprendiz envolva-se cognitivamente. O conhecimento precisa ser construído e reconstruído para ter efeito duradouro e não ser simplesmente implementado ou transferido.

Simulações computacionais estão acima das simples animações. Elas englobam classes de tecnologia do vídeo à realidade virtual que podem ser classificadas em certas categorias gerais, baseadas fundamentalmente no grau de interatividade entre o aprendiz e o computador. Experimentos perigosos ou realizações muito caras ou fenômenos muito lentos/extremamente rápidos estão dentro da classe de eventos bastante adequados para simulações computacionais.

Entre as propostas e ferramentas didática mais significativas destacamos as principais modalidades de uso do computador no ensino de Física: tutoriais, uso de vídeos, aquisição de dados, simulação e modelagem computacional. Um dos projetos mais conhecidos em nível mundial é projeto PhET (*Interactive Simulations*) da Universidade do Colorado, nos Estados Unidos, que mantém uma plataforma virtual com diversas simulações na área de Física, Química e Biologia. Fundado em 2002 pelo vencedor do Prêmio Nobel Carl Wieman, o projeto PhET - Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder - cria simulações interativas gratuitas de Matemática e Ciências. Assim, as PhET baseiam-se em extensa pesquisa em educação e envolvem os alunos através de um ambiente intuitivo (estilo jogo), no qual os alunos aprendem através da exploração e da descoberta.

As simulações são desenvolvidas buscando maior interatividade do aluno com o objeto de estudo e são disponibilizadas gratuitamente podendo ser usadas *online* ou baixadas num computador pelo endereço eletrônico <<https://phet.colorado.edu>>.

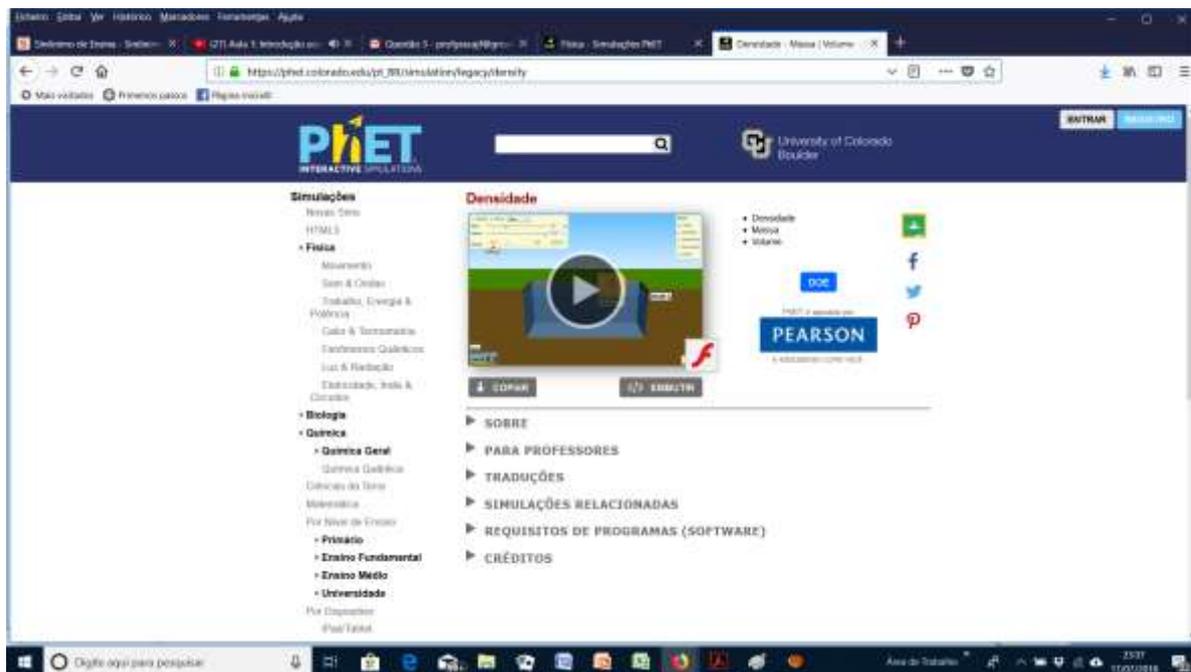
Figura A – Simulador PhET



Fonte: Site PhET/Acervo pessoal.

Podemos trabalhar com este simulador, utilizando o *link* <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/density>.

Figura B – Simulador de Densidade



Fonte: PhET/Acervo pessoal.

O professor deverá baixar o simulador através do *link* <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/density>. A utilização do Simulador tem o objetivo trabalhar conceitos fundamentais de densidade relacionando a massa e o volume de um corpo, de modo a facilitar a compreensão dos alunos despertando maior prazer em aprender.

3.5 Aulas 4 e 5 – Visita ao posto de combustível

A teoria da aprendizagem de Ausubel propõe que os conhecimentos prévios dos alunos sejam valorizados para que possam construir estruturas mentais utilizando como meio mapas conceituais, que permitem descobrir e redescobrir outros conhecimentos, caracterizando uma aprendizagem prazerosa e eficaz (PELIZZARI, 2002).

Para que ocorra a aprendizagem significativa o aluno deve associar ou ligar o novo conhecimento ao que já existe em sua estrutura cognitiva, ou seja, os seus conhecimentos prévios. Todavia, para que essa aprendizagem ocorra existem dois pontos cruciais que devem ser levados em consideração. O primeiro é que o aluno precisa estar disposto a aprender, deve existir esse interesse por parte do aluno, caso contrário ele jamais chegará a uma aprendizagem significativa. O segundo ponto diz respeito ao material a ser aprendido. De acordo com Ausubel, esse material deve ser potencialmente significativo para o aprendiz, de modo que possa se relacionar de forma substantiva e não-arbitrária à ideias correspondentes e relevantes que se situem dentro do domínio da capacidade humana de aprender.

As aulas tradicionais já não são a única forma de exposição de conteúdo e novas possibilidades devem ser experimentadas para contribuir com a aprendizagem dos alunos. Nessa direção os espaços não-formais educativos possibilitam observações que não são possíveis dentro de uma sala de aula, além da curiosidade que esses espaços despertam nos alunos (COSTA, 1999).

Os espaços não-formais têm se tornado uma importante estratégia para a educação científica e construção do conhecimento, já que as escolas por si só não são capazes de educar cientificamente e transmitir todo o conhecimento científico ao aluno. Assim, esses espaços se tornam de fundamental importância no ensino-aprendizagem dos mesmos. As aulas em espaços não-formais favorecem a observação e a problematização dos fenômenos de uma forma mais concreta (CUNHA, 2009). Além de proporcionar um ambiente alternativo de ensino-aprendizagem, esses espaços podem contribuir para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa, pois podem servir como organizadores prévios nesse processo de ensino.

Na educação formal utilizar cenários além dos muros da escola com o objetivo de ampliar, auxiliar e desenvolver aprendizagens é uma prática muito pouca

explorada como estratégia de ensino-aprendizagem. Para que se alcance resultados significativos, em termos de aprendizagem, é necessário boa compreensão das funções, do funcionamento e das potencialidades, dos diferentes espaços não-formais para a educação formal. Os espaços não-formais são instrumentos importantes e úteis para auxiliar de maneira positiva a construção do conhecimento. Sendo pouco utilizados e explorados, é possível transformá-los em locais que favoreça a geração de oportunidades para enriquecer as aulas, motivando os alunos para novas aprendizagens

Optamos pela visita guiada a um posto de Combustível próximo a escola. É necessário preparar os trâmites legais para a autorização dos responsáveis, tendo em vista o deslocamento dos alunos para o espaço exterior à escola. Satisfeitos os dispositivos legais, pelos quais os pais ou responsáveis ficaram cientes e autorizaram os estudantes a participarem da atividade, as visitas foram estabelecidas segundo um cronograma.

Antes da visita é muito importante o conhecimento prévio do professor sobre o local, as pessoas envolvidas e o melhor trajeto a ser executado. Sugerimos ir caminhando até um posto próximo da escola, pois o transporte pode inviabilizar sua execução dependendo da proposta planejada. Por se tratar de um local de alta periculosidade e ser um ambiente insalubre, medidas de segurança foram necessárias para viabilizar o êxito do evento. É de grande importância considerá-los em todos os aspectos, podendo se possível pedir o auxílio de outros professores nesta atividade.

3.6 Aula 6 – Vasos comunicantes e Princípio de Teorema de Pascal

O objetivo desta aula é entender o que são vasos comunicantes e suas utilidades e compreender o Princípio de Pascal e sua utilização.

De modo resumido, os objetivos são:

- Compreender o que é um vaso comunicante.
- Conhecer o funcionamento de um vaso comunicante.
- Entender que aumentando a pressão em um ponto do líquido ele será distribuído por todo o líquido.
- Compreender o funcionamento de uma prensa e de um freio hidráulico.

Sugerimos que seja aplicada aos alunos uma atividade experimental na qual eles desenvolvam uma prensa hidráulica ou um braço mecânico com material de baixo custo, a partir de um planejamento prévio.

3.7 Aula 7 – Flutuação, Empuxo e Princípio de Arquimedes

Para o desenvolvimento do Princípio de Arquimedes podemos utilizar o experimento em que se colocam diversos objetos para afundarem e/ou flutuarem. Quando o objeto afunda, o aluno verifica se a força que ele aplica com o objeto imerso é menor do que a força aplicada com ele fora da água no momento em que tira o objeto de dentro d'água. Neste procedimento o aluno pode identificar que a água também provoca uma força que, somada a dele, torna mais fácil mover o objeto dentro d'água; verifica também que quando o objeto está dentro d'água, o aluno move um peso d'água que é igual ao peso do objeto. Isso ajuda o aluno a contextualizar o porquê um submarino não afundar se submerso no mar.

A partir desta experiência, o objetivo é fazer com que o aluno organize esse conhecimento significativamente. Ele pode desenvolver o conceito de força de empuxo provocada pela água para mover o objeto, aplicando ao desenvolvimento do conteúdo o contexto histórico da época dessa verificação, assim como permite contextualizar fatos que podemos verificar no dia a dia como, por exemplo, o funcionamento de um submarino.

Uma das maiores dificuldades no uso das TIC com alunos do Ensino Médio tem sido estimular o uso da informática como instrumento cognitivo de aprendizagem nas aulas de Física, visto que, na maioria das vezes, os alunos utilizam esses recursos apenas como forma de entretenimento ou para comunicação, visto ser cada dia mais raro um aluno de escola pública não dispor de um *smartphone* e não ter acesso à alguma rede social. O uso de simulações interativas pode ser uma alternativa complementar, considerando que a maioria das escolas dispõem de laboratório de informática, mas não possuem laboratório didático para o ensino de Física.

Figura C – Simulador PhET (densidade)



Fonte: PhET/Acervo pessoal

O professor deverá baixar o simulador no *site* <<https://phet.colorado.edu>>, descrever o simulador e o modo de utilizá-lo. Deve providenciar alguns *notebooks*, dividir os alunos em grupos e propor atividades de manuseio do simulador.

Figura D – Página simulador PhET



Fonte: PhET/Acervo pessoal

Tentamos de forma objetiva abordar a aplicação do uso de simulação no contexto de sala de aula. Sabemos que a utilização das novas tecnologias na prática dos professores de Física é um desafio que perpassa questões que vão desde a

formação inicial e continuada do professor nesse campo até questões relacionadas às estruturas e aos recursos disponíveis em cada realidade escolar. Compreendemos que o uso das tecnologias na educação não é a solução definitiva para os problemas, como a falta de interesse e motivação dos alunos, que enfrentamos no dia a dia do ofício de ensinar. Entretanto, observamos que a utilização de práticas diferenciadas e mais envolventes podem contribuir para que o ensino seja mais eficaz e que consiga levar o aluno a um melhor desenvolvimento de suas habilidades intelectuais e cognitivas.

3.8 Aulas 8 – 9 Seminários

Entre as dificuldades que os alunos geralmente apresentam está a de se expressarem de maneira coerente e inteligível. Uma estratégia para trabalhar esse tipo de dificuldade é o desenvolvimento de alguns temas na forma de seminário. Por exemplo, a proposição de um seminário com o título “Organismos transgênicos: perigo para o planeta ou solução para a fome do mundo?” dá oportunidade aos alunos de pesquisarem diferentes fontes, visitar instituições, entrevistar especialistas, organizar as suas ideias, realizar julgamentos críticos e exercitar posturas éticas. Além disso, ensina-lhes a ordenar as ideias para poder expor e defendê-las perante os colegas, a ouvir críticas e debatê-las. A apresentação de um seminário propicia a utilização de material audiovisual, da criatividade na confecção de cartazes e transparências e o desenvolvimento da escrita, pois devem ser produzidos textos para serem apresentados ao professor e aos colegas.

Os seminários terão como objetivo relacionar os conteúdos e as práticas cotidianas sobre o tema em questão, no nosso caso a Hidrostática. Este objetivo foi frisado constantemente durante a aula de orientação para que não houvesse divergências entre a proposta didática desta intervenção com o aprendizado adquirido durante as aulas expositivas, bem como com as experiências vivenciadas na visita ao posto de combustível. Os temas propostos foram: Princípio de Pascal, Pressão, A Física do Densímetro, Procedimentos de Segurança em Postos de Combustíveis, Processo de Destilação de Petróleo e o Uso de Celulares em Postos de Combustível e sua Periculosidade.

Para a realização do seminário, tentou-se respeitar a mesma estrutura dos grupos propostos na Feira de Ciências, visando maior aproveitamento do conteúdo em detrimento do tempo disponível. Vale frisar que o principal escopo deste seminário foi relacionar a atividade da visita guiada e o conteúdo sobre Hidrostática apresentado nas aulas ministradas.

O Seminário deve seguir o seguinte rito:

- Introdução pelo professor do assunto e apresentação da equipe;
- apresentação do seminário pelo grupo guiando-se pelo roteiro;
- das tarefas a serem cumpridas no dia;
- explicação, discussão e demonstração;
- síntese de toda a reflexão;

- abertura pelo coordenador do grupo da discussão geral (participação da sala);
- síntese final de responsabilidade do professor.

3.10 Aula 10 - Avaliação Formal

A avaliação é uma obrigação didática indispensável e frequente do ofício do educador. Ela deve acompanhar passo-a-passo o processo de ensino e aprendizagem. É uma tarefa complexa que não se resume a realização de provas e atribuição de notas (LIBÂNEO, 1990, p. 195).

A avaliação aplicada aos alunos será nos moldes da teoria de David Ausubel, onde o aluno precisará ter uma aprendizagem significativa além das utilizações de fórmulas, muito comum no estudo da Física. Deverá saber os conceitos existentes, para avaliar a contextualização dos conceitos além das aplicações que envolvam fórmulas matemáticas – selecionadas de acordo com a necessidade de conhecimento dos conceitos para sua resolução.

Em conclusão ao processo de aplicação do produto, notou-se a necessidade de aferir tecnicamente a retenção de conteúdo e produção de conhecimento a partir da sequência didática proposta.

Avaliação do Processo Educacional desenvolvido na Sequência Didática

A avaliação será processual e realizada ao longo de todo o processo de aplicação da sequência didática, de maneira permanente com o envolvimento dos discentes nas tarefas propostas e atividades realizadas durante a sequência. O objetivo da avaliação aqui é manter um controle sobre os objetivos da sequência e sobretudo captar informações no decorrer da aplicação, advindas dos estudantes a respeito do sentido que os mesmos vão atribuindo ao conhecimento trabalhado para que seja útil em novas investidas previstas no currículo sobre o tema geral. Para isto, são sugeridas três questões em formato avaliativo formal, dispostas nas próximas páginas.

Tendo em vista que não é possível se basear unicamente no exame escrito como instrumento avaliativo, é necessário levar em consideração o processo como um todo, valorizando as exposições orais, as sínteses teóricas, o comprometimento e o empenho do aluno, o seminário, enfim, todo o desenvolvimento cognitivo exposto em ocasiões não tradicionalmente direcionadas para a avaliação.

QUESTÃO 1



O elevador hidráulico, muito usado em postos de gasolina e oficinas mecânicas para lavagem e manutenção de veículos, basicamente constitui-se de dois cilindros com áreas de valores diferentes, vedados por pistões móveis, sendo que esses dois cilindros são conectados por uma tubulação e todo o sistema é preenchido por um fluido. O Princípio de Pascal afirma que “a pressão exercida sobre a parte de um líquido

transmite-se de forma integral a todos os pontos”.

- Um cliente do posto pergunta como é possível um cilindro tão pequeno “transmitir” uma força para o cilindro maior, de modo a levantar um carro. O que você responderia para o cliente?

- O cliente, lendo o manual do posto que visitamos, verifica que o êmbolo menor do elevador hidráulico tem área igual a 4 cm^2 ($0,0004 \text{ m}^2$) e que a área do êmbolo maior é igual a 1600 cm^2 ($0,16 \text{ m}^2$). Ele diz pra você que o automóvel dele, a ser elevado, tem peso de 20.000 N , e quer saber qual o menor valor da força que deve ser aplicada ao êmbolo menor para conseguir elevar o automóvel? Você é capaz de calcular essa menor força de modo a responder a pergunta do cliente? Se você consegue, faça o cálculo.

QUESTÃO 2



Lucas Germano após concluir o Ensino Médio obteve um emprego como mergulhador profissional na Petrobras. No seu primeiro dia de trabalho, seu chefe solicitou que mergulhasse em uma área do mar onde a profundidade era avaliada em 15m. Lembrando das aulas de Hidrostática

na escola, Lucas sabia que quanto mais fundo chegasse maior seria a pressão sobre o seu corpo e, com isso, poderia causar alguns efeitos colaterais, como a circulação sanguínea que poderia ser alterada conforme fosse aumentando sua profundidade. Para um melhor desempenho em seu mergulho, Lucas resolveu calcular a pressão que seria exercida em seu corpo, sabendo que na superfície da água a pressão é um atmosfera (1atm) e que a cada dez metros (10m) a pressão é aumentada em um atmosfera (1atm). Após o cálculo, Lucas conclui que, se chegasse a profundidade total, seu corpo sofreria que pressão? Sabendo que um mergulhador pode suportar uma pressão máxima de 10 vezes a pressão atmosférica de 1 atm, calcule a profundidade máxima que ele como mergulhador, pode atingir.

QUESTÃO 3



Um cliente chega ao posto de combustível e pede para que seja feito o teste da densidade para verificação da qualidade da gasolina. Quando o funcionário coloca o densímetro na proveta, ele se assusta ao observar que o densímetro afunda um pouco mais do que devia. Se você é o cliente, e baseado nas aulas sobre hidrostática, a que conclusão você chega quanto à densidade (e, portanto, a qualidade) da gasolina? Sabe-se que um barco, quando colocado a navegar num rio (água doce) afunda pouco mais do que quando colocado a navegar no mar (água salgada). Existe algo em comum entre o densímetro do posto de combustível e o barco que afunda de forma diferente navegando no rio e depois no mar?

Referências Bibliográficas

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. **PCN+**: Ensino Médio - Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC-SEMTEC, 2002.

FERROCIOLI, L.; SAMPAIO, F. F. Informação, Ciência, Tecnologia e Inovação Curricular em Cursos de Licenciatura. In: **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 8, n.1, 2001.

PEDUZZI, Luiz O. Q. Sobre a resolução de Problemas no ensino da Física. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.14, nº3, 1997.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2000.