



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

JANYLTON JOSADARK DAMASCENO CORRÊA

**EQUILÍBRIO E FLUTUABILIDADE DAS EMBARCAÇÕES NA REGIÃO
AMAZÔNICA**

**SANTARÉM-PA
2019**

JANYLTON JOSADARK DAMASCENO CORRÊA

**EQUILÍBRIO E FLUTUABILIDADE DAS EMBARCAÇÕES NA REGIÃO
AMAZÔNICA**

Dissertação de Mestrado submetida ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF)/Polo 49 da UFOPA Santarém, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Nilzilene Gomes de Figueiredo.

**SANTARÉM-PA
2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

- C824e Corrêa, Janylton Josadark Damasceno
 Equilíbrio e fluabilidade das embarcações na Região Amazônica / Janylton Josadark
 Damasceno Corrêa. – Santarém : UFOPA, 2019.
 162 fls.: il.
 Inclui bibliografias.
- Orientadora: Nilzilene Gomes de Figueiredo
 Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Pró-Reitoria de
 Pesquisa e Inovação Tecnológica, Instituto de Ciências da Educação, Mestrado
 Profissional em ensino de física.
1. Ensino de física. 2. Embarcações. 3. Sequência didática. I. Figueiredo, Nilzilene
 Gomes de, orient. II. Título.

CDD: 23 ed. 530

Bibliotecário-Documentalista: Williams Costa de Oliveira – CRB-2/594

JANYLTON JOSADARK DAMASCENO CORRÊA

**EQUILÍBRIO E FLUTUABILIDADE DAS EMBARCAÇÕES NA REGIÃO
AMAZÔNICA**

Orientadora:

Prof^a. Dr^a. Nilzilene Gomes de Figueiredo

Dissertação de Mestrado submetida ao Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF)/Polo 49 da UFOPA Santarém, como parte dos requisitos necessários à obtenção

Data de defesa: 07/11/2019

Aprovado, fazendo jus ao título de Mestre em Ensino de Física.

Reprovado



Dr. JOSE RICARDO E SOUZA MAFRA, UFOPA

Examinador Externo ao Programa



Dr. EDNILSON SERGIO RAMALHO DE SOUZA, UFOPA

Examinador Interno



Dra. NILZILENE GOMES DE FIGUEIREDO, UFOPA

Presidente

Prof. Dr. Licurgo Peixoto de Brito (Membro suplente interno ao MNPEF) - UFPA

Aos meus pais e meus irmãos.

À minha esposa Gedalbe, amor da minha vida...

E aos meus filhos, João e Ingrid.

AGRADECIMENTO

Agradeço em primeiro lugar à Deus por me dar forças e oportunidades para melhorar meus conhecimentos e estar sempre comigo nos momentos difíceis.

Aos meus pais, Maria de Fátima e Paulo José, que sempre ensinaram a enfrentar os desafios e não me deixaram desanimar diante das dificuldades.

Aos meus irmãos Jefferson, Paulo, Lanilson e Kleberto que me proporcionaram uma infância muito feliz e por serem meus grandes parceiros.

Agradeço à minha professora orientadora Nilzilene Gomes de Figueiredo, um ser humano incrível, a quem presto minha admiração, respeito e o reconhecimento, pois sem sua ajuda o caminho até aqui seria mais difícil.

Aos professores do mestrado, que enriqueceram meus conhecimentos e através de suas aulas me motivaram a melhorar minha prática educacional.

Aos meus colegas de curso, Roniel e Madalena, meus grandes parceiros nos estudos e nos momentos de descontração.

À minha amada esposa, minha amiga e companheira, Gedalbe, pela sua compreensão e incentivo e, principalmente, por ter me dado as minhas maiores alegrias, nossos filhos, Ingrid e João, que são minha inspiração e força.

E finalizo agradecendo o apoio da Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa no período do mestrado e a SBF (Sociedade Brasileira de Física) pelo suporte e gestão do MNPEF (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física).

RESUMO

Este trabalho apresenta uma pesquisa que teve como objetivo identificar *desafios e potencialidades* que são percebidos no desenvolvimento de uma sequência didática (SD) que tem como base uma proposta temática regionalizada orientada pelo enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Assim, foi elaborada uma SD que contém um texto motivador regionalizado com o enfoque de Santarém-PA, como proposta para se trabalhar o tema “Equilíbrio e Flutuabilidade das embarcações na região Amazônica”. Destaca-se nesse material os conteúdos de Hidrostática (princípio de Stevin, Pascal e Arquimedes), que teve sua aplicação em uma turma do segundo ano do ensino médio, de uma escola pública central de Santarém-PA. Segue-se uma abordagem qualitativa e as etapas consistiram em pesquisa bibliográfica, pesquisa de campo com a finalidade de coletar informações para elaboração da SD, aplicação e análise da proposta. Para coleta de dados da aplicação foram utilizados questionários, fotografias, gravações de vídeo, diários de bordo do pesquisador e trabalhos produzidos pelos estudantes. A proposta foi desenvolvida seguindo os três momentos do Ensino de Física Através de Temas Regionais: Apresentação, Aprofundamento e Produção-Avaliação. Observou-se que os estudantes ficaram motivados e apresentaram uma postura crítica-social despertando-os para os impactos socioambientais que são características esperadas pelo enfoque CTS. As aprendizagens adquiridas foram muito satisfatórias se comparadas ao ensino tradicional. Inserir uma prática nova, manter os estudantes motivados e interessados pela temática até o final das atividades e modificar a prática dominante do ensino tradicional se tornaram grandes desafios, porém, as potencialidades identificadas como permitir que o estudante observe implicações sociais e éticas ligadas a tecnologia; adquirir uma postura crítica e comprometida e relacionar a Física com seu cotidiano mostraram-se favoráveis no processo de ensino-aprendizagem como uma proposta que poderá servir como mais um instrumento didático para auxiliar professores nas aulas envolvendo o conteúdo da Hidrostática.

Palavras-chave: Ensino Através de Temas. CTS. Ensino de Física. Embarcações. Sequência didática.

ABSTRACT

This paper presents a research that aimed to identify challenges and potentialities that are perceived in the development of a didactic sequence (SD) based on a thematic proposal oriented by the Science, Technology and Society (CTS) approach. Thus, an SD was elaborated that contains a regionalized motivating text with the focus of Santarém-PA, as a proposal to work the theme "Balance and Floatability of Vessels in the Amazon Region". It is highlighted in this material the contents of hydrostatics (principle of Stevin, Pascal and Archimedes), which had its application in a second grade class from a central public school in Santarém-PA. This is followed by qualitative approach and the steps consisted of bibliographic research, field research with the purpose of collecting information for elaboration of DS, application and analysis of the proposal. For application data collection questionnaires, photographs, video recordings, diaries of researcher's board and work produced by the students. The proposal was developed following the three moments of Physics Teaching through Regional Themes: Presentation, Deepening and Production-Evaluation. It was observed that the students were motivated and presented a social-critical stance awakening them to the social and environmental impacts that are characteristics expected by the CTS approach. The lessons learned were very satisfactory compared to traditional teaching. Insert one practice, keep students motivated and interested in the topic until the end of the activities and modify the dominant practice of traditional teaching if challenges, however, the potentialities identified as allow the student to observe social and ethical implications linked to technology; acquire a critical and committed posture and relate Physics with their daily life were favorable in the teaching-learning as a proposal that could serve as another teaching tool to assist teachers in class involving the content Hydrostatics.

Keywords: Teaching Through Themes. CTS. Physics teaching. Vessels. Following teaching.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Força superficial atuando num líquido.....	25
Figura 2 – Orientação do vetor normal.....	25
Figura 3 – Imagem de um cubo imerso em um tanque.....	27
Figura 4 – Cilindro enchido parcialmente com água, um pistão e peso.....	29
Figura 5 – Exemplo de prensa hidráulica.....	30
Figura 6 – Corpo submerso em um líquido.....	31
Figura 7 – Direção e sentido do empuxo e do peso em uma embarcação.....	32
Figura 8 – Representação gráfica da força produzindo torque.....	34
Figura 9 – Mostra a posição de equilíbrio de um corpo sobre um líquido.....	37
Figura 10 – Mostra o processo de estabilidade de um corpo sobre um líquido.....	37
Figura 11 – Equilíbrio estável de uma embarcação.....	38
Figura 12 – Equilíbrio instável de uma embarcação.....	38
Figura 13 – Foto do laboratório para o início da proposta didática.....	56
Figura 14 – Imagem de aluno lendo uma das notícias do texto motivador fixado na parede.....	65
Figura 15 – A foto mostra a réplica da Nau de Cabral e materiais utilizados como lastro.....	70
Figura 16 – Aplicação da força.....	72
Figura 17 – Pressão d'água no casco de um barco.....	74
Figura 18 – Empuxo sobre um casco.....	75
Figura 19 – Esquema mostra CE e CG.....	77
Figura 20 – Esquema mostra como ocorre a estabilidade de um barco.....	78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AD – Avaliação das atividades

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CE – Centro de empuxo

CG – Centro de gravidade

CTS – Ciência, tecnologia e sociedade

DP – Diário de bordo do pesquisador

EFAT – Ensino de Física Através de Temas

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

LDB – Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional

MEC – Ministério da Educação

MD – Massa de maior deslocamento

MNPEF – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

PDA – Prática dominante atual

PNLD – Plano Nacional do Livro Didático

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PNE – Plano Nacional de Educação

RA – Relato dos alunos

SD – Sequência didática

SEDUC – Secretaria Estadual de Educação

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

UFOPA – Universidade Federal do Oeste do Pará

UFPA – Universidade Federal do Pará

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Caminho para a docência e o retorno para universidade.....	15
1.2 Escolha de um tema regional.....	19
2 FÍSICA DO EQUILÍBRIO E FLUTUAÇÃO DE CORPOS	22
2.1 Fluidos.....	22
2.1.1 Fluidos newtoniano e não newtonianos	22
2.2 Densidade	22
2.3 Pressão sobre um fluido.....	23
2.4 Teorema de Stevin	25
2.5 Princípio de Pascal	27
2.6 Princípio de Arquimedes	29
2.6.1 Equilíbrio de corpos flutuantes	32
3 REFERENCIAL TEÓRICO	39
3.1 Ensino através de temas	39
3.2 Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade	43
4 ASPECTOS METODOLÓGICOS	49
4.1 Tipo de pesquisa	49
4.2 Instrumento para coleta de dados	50
4.3 Etapas da pesquisa	50
4.4 Etapas do desenvolvimento da sequência didática.....	53
4.5 Conhecendo os sujeitos e a escola	54
5 RESULTADOS	62
5.1 Produto educacional	62
5.1.1 Primeira seção: introdução.....	62
5.1.2 Segunda seção: sequência didática	63
5.1.3 Terceira seção: sugestão de leituras e materiais complementares.....	63
5.1.4 Quarta seção: considerações finais	64
5.2 Aplicação da sequência didática	64
5.2.1 Primeira etapa: a apresentação do tema.....	64
5.2.2 Segunda etapa: o aprofundamento do tema	66
5.2.3 Terceira etapa: a produção/avaliação	80

5.3 Potencialidades da proposta.....	87
5.3.1 Potencialidade 1: permite que o estudante observe implicações sociais e éticas ligadas a tecnologia.....	87
5.3.2 Potencialidade 2: possibilita que o estudante perceba a importância da ciência e da tecnologia.....	89
5.3.3 Potencialidade 3: faz relações entre a física e a vida cotidiana do estudante..	90
5.3.4 Potencialidade 4: permite que o estudante adquira postura crítica e comprometida.....	91
5.3.5 Potencialidade 5: o estudante sente-se atraído pela ciência.....	93
5.4 Desafios da proposta.....	94
5.5 Avaliação da proposta pelos estudantes.....	97
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	100
REFERÊNCIAS.....	103
GLOSSÁRIO.....	110
APÊNDICES.....	111
APÊNDICES A – Autorização da escola.....	112
APÊNDICES B – Questionário de caracterização do perfil da turma.....	113
APÊNDICES C – Termo de consentimento livre e esclarecido.....	115
APÊNDICES D – Avaliação das atividades desenvolvidas na proposta.....	116
APÊNDICES E - Quiz.....	119
APÊNDICES F - Avaliação.....	126
APÊNDICES G – Atividade experimental I.....	127
APÊNDICES H - Atividade experimental II.....	129
APÊNDICES I – Produto educacional.....	130
APÊNDICES J – Quadro CTS.....	160

1 INTRODUÇÃO

Em um país com dimensões continentais como o Brasil, a riqueza e diversidade cultural são notórias. Essa situação tem levado a muitas discussões sobre a importância dos currículos escolares, além de abordarem questões globais, também se aterem aos aspectos que valorizem a cultura, economia e hábitos da população local da região amazônica que tem as embarcações como o meio de transporte mais utilizado. Diante dessa realidade, em meados da década de 90 a Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional (LDB) em seu artigo 26 estabelece as bases legais que orientariam ações futuras:

Art. 26. Os currículos do ensino fundamental e médio devem ter uma base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e da clientela. (BRASIL, 1996).

Documentos posteriores à LDB, como é o caso dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2000) ressaltam a importância de abordagem de temas regionais no currículo, quando diz que a parte diversificada do currículo do ensino médio tem como seu objetivo principal “desenvolver e consolidar conhecimentos das áreas, de forma contextualizada, referindo-os a atividades das práticas sociais e produtivas” (BRASIL, 2000, p. 22-23).

O Plano Nacional da Educação (PNE) trazido pela Lei 13.005/2014 também vem reforçar essa discussão e reitera a necessidade de

[...] estabelecer e implantar, mediante pactuação interfederativa [União, Estados, Distrito Federal e Municípios], diretrizes pedagógicas para a educação básica e a base nacional comum dos currículos, com direitos e objetivos de aprendizagem e desenvolvimento dos(as) alunos(as) para cada ano do Ensino Fundamental e Médio, respeitadas as diversidades regional, estadual e local (BRASIL, 2014).

Em 2017 foi homologada pelo Conselho Nacional de Educação a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que é um “documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica” (BRASIL, 2017, p. 7). Nesse documento mais recente são indicados os deveres das

redes de ensino e das escolas de incorporarem em seus currículos temas contemporâneos de repercussão local, regional ou global.

[...] cabe aos sistemas e redes de ensino, assim como às escolas, em suas respectivas esferas de autonomia e competência, incorporar aos currículos e às propostas pedagógicas a abordagem de temas contemporâneos que afetam a vida humana em escala local, regional e global, preferencialmente de forma transversal e integradora” (BNCC, p. 19).

No entanto, ainda há carência de materiais didáticos que possam auxiliar os professores nas atividades didáticas que visem desenvolver as competências previstas, especialmente na região norte do país, com suas características peculiares amazônicas. Os livros didáticos distribuídos nas escolas pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) possuem em geral discussões mais associadas à cultura de onde são produzidos, ou seja, na região Sul e Sudeste do país. A preocupação conteudista desses livros tem sido foco de análise e preocupação por parte de alguns pesquisadores que defendem uma maior flexibilidade no currículo.

O uso do livro didático e a preocupação conteudista que se faz presente na atual conjuntura da educação, além de limitarem a flexibilidade do currículo escolar, desvinculam o que é trabalhado nas salas de aula com os problemas que os educandos enfrentam no seu cotidiano (SANTOS; HUNSCHE, 2012, p. 296).

Dessa forma, tem-se investido esforços no estado do Pará para o desenvolvimento de materiais didáticos regionalizados para o ensino de física inspirados na proposição de temas regionais de Brito (2004), como é o caso de materiais didáticos originados de trabalhos de conclusão de curso no município de Breves (COUTO; VALENTE, 2005; SOUZA, 2005), de Abaetetuba (GONÇALVES, 2006; SILVA; ABREU, 2006; SOUZA; VIERA, 2006), de Oriximiná (ANDRADE; SOUZA, 2007; SEIXAS; SERRÃO, 2007) e de Santarém (MEIRELES, 2012; BEZERRA, 2012), bem como de dissertações de mestrado, como foi o caso de Soares (2018), entre outros.

As propostas temáticas encontram sua origem nos temas geradores de Paulo Freire, que conseguiu perceber a importância do processo da aprendizagem considerando o meio o qual o sujeito está inserido. Para Freire, o contexto social do estudante deve ser o ponto de partida para o desenvolvimento do ensino: “É importante reenfatar que o tema gerador não se encontra nos homens isolados da

realidade, nem tampouco na realidade separada dos homens. Só pode ser compreendida nas relações homem-mundo” (FREIRE, 1987, p.98).

Nas propostas temáticas a lógica de organização curricular estrutura-se em temas que são selecionados do contexto em que os estudantes vivem e a partir desses temas são elencados os conteúdos a serem trabalhados na disciplina. Propostas como dos temas geradores de Freire (1987), temas para o ensino de física de Delizoicov e Angotti (2002), temas regionais de Brito (2004) e temas estruturadores do PCN+ (BRASIL, 2002) guardam entre si a valorização da interação entre professores e estudantes como fundamentais no processo de construção de conhecimento e almejam a formação cidadã. Cachapuz (1995) já dizia que as propostas temáticas são boas oportunidades para superar a fragmentação do conhecimento. Ou seja, para além do estudo do conteúdo, o ensino deve servir para a vida, para a tomada de decisão consciente, para firmar valores e atitudes em respeito ao outro, justiça social e preservação da natureza.

Quanto a ciência física que procura explicar os fenômenos da natureza e tem sido considerada fundamental para o desenvolvimento científico e tecnológico no mundo contemporâneo, esperava-se que ao chegar à escola como disciplina escolar fosse encantar os estudantes, mas tem-se visto predominantemente ao longo de vários anos que o ensino de física nas escolas tem despertado pouco interesse e para muitos é de difícil entendimento, chegando a ser comparada a um “monstro” na perspectiva do estudante (Ataíde et al, 2002). Um dos fatores principais apontados por eles é que não conseguem perceber a relação daquilo que se estuda com suas vidas e que “aulas práticas em laboratórios bem como uma maior relação com aplicações tecnológicas e o cotidiano despertariam um maior interesse pelo estudo da física” (Ataíde et al, 2002. p. 3).

Assim, a tarefa dos professores de mudar a percepção que os estudantes têm do ensino de física não tem sido fácil, mas muitos se aventuram nesse desafio de tornar as aulas mais prazerosas e significativas e isso também perpassa pela mudança de postura do professor. Ressalta-se que mesmo o professor tendo um bom domínio dos conteúdos não é o suficiente para que ele atinja seus objetivos de motivar e levar os estudantes a uma melhor aprendizagem. Vários outros saberes precisam ser mobilizados pelo professor para que o propósito seja atingido (TARDIF, 2002; DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2011 e LIBÂNEO, 2002). Além do saber de conteúdo, do saber adquirido pela experiência em sala de aula, é

fundamental, também, que o professor esteja sempre revendo suas práticas educacionais e utilize novas metodologias de ensino. Assim, o estudo, a participação em cursos de capacitação e formação continuada são fundamentais para o desenvolvimento profissional docente.

Considerando essa importância das experiências e oportunidades para a formação como professor, trago nessa introdução trechos da minha vida acadêmica e profissional relatando momentos enquanto estudante de graduação de Licenciatura Plena em Física no Campus da Universidade Federal do Pará em Santarém, o início da docência com o ingresso na rede pública de ensino, as aprendizagens no curso de especialização em Ensino de Física Ambiental e sua importância para a mudança de postura e de aprimoramento da minha didática, os reflexos que o mestrado profissional vem trazendo para minha prática pedagógica e na última seção desta introdução falo sobre a escolha do tema da dissertação, sua importância e sinalizo como os capítulos estão organizados.

1.1 Caminho para a docência e o retorno para universidade

O meu despertar pela física começou quando eu era ainda estudante do ensino médio, após conhecer acadêmicos do curso de física da Universidade Federal do Pará-UFGPA, campus de Santarém. Notei durante o ensino médio que a física vista em sala de aula não tinha muita relação com o que eu ouvia durante a conversa com os acadêmicos. Além disso, percebi que haviam professores, principalmente da área de ciências exatas, ministrando disciplinas nas quais não eram habilitados, ou seja, o professor formado em matemática ou química ministrava aulas de física. Influenciado pelos novos amigos, ao término do ensino médio no ano de 1999 prestei vestibular para o curso de Licenciatura Plena em Física para UFGPA (regime intervalar), sendo aprovado.

Durante o curso muitas dificuldades surgiram, pois tínhamos aulas somente nos períodos intervalares, isto é, durante as férias acadêmicas dos outros cursos regulares da universidade. Assim, o tempo era sempre muito corrido; várias disciplinas eram ministradas em pouco tempo, o que contribuiu para que muitos colegas não conseguissem concluir o curso. Minha turma foi formada com 30 estudantes, mas, apenas 13 chegaram à conclusão da licenciatura. Além do tempo corrido, outro problema que dificultou bastante a vida acadêmica era falta de

bibliografia para o curso pois, não tínhamos livros suficientes na biblioteca, nem internet e nem laboratório de física para nos auxiliar. Os professores usavam de diversas estratégias e certas vezes de improviso para nos ensinar durante as disciplinas.

Durante os quatros anos que estudei na UFPA trabalhei em cursinhos preparatório para vestibulares, o que ajudou bastante na minha prática educacional pois, apesar da graduação ser uma licenciatura, não tivemos oportunidade durante o curso de problematizar ou exercitar a docência, seja nas disciplinas ou projetos, já que estes não existiam no curso naquela ocasião.

Já no final do curso, durante o período de estágio em contato com os estudantes da rede pública, presenciei as dificuldades enfrentadas por muitos professores. Na escola havia falta de livros didático, estruturas físicas em condições precárias, estudantes desinteressados com poucas ou sem nenhuma motivação para estudar.

Contudo, isso não desanimei e aproveitei a oportunidade para colocar em prática o tema abordado em meu Trabalho de Conclusão de Curso – TCC, “Óptica no Ensino Médio: recursos didáticos”, onde destaquei a metodologia de ensino a partir de experimentos montados com materiais de baixo custo. Essa atividade levou interatividade maior entre o educando e o assunto estudado.

No ano de 2005 iniciei na função de professor por um período temporário (contrato) pela Secretaria de Educação do Estado do Pará-SEDUC e no meu primeiro ano como professor me deparei com uma realidade já observada no período do estágio; nas escolas não havia laboratório para práticas de ensino experimentais e suas estruturas eram precárias. Os desafios eram maiores do que o esperado. Encontrei, ainda, muitos estudantes com dificuldades em entender cálculos matemáticos, o que refletia logo a uma aversão à física por ser uma disciplina que, também, envolve cálculos.

Partindo dessa observação, procurei aos poucos mudar a visão de muitos estudantes, ensinando a física a partir do contexto histórico, mostrando a sua importância para a humanidade e aos poucos ia incluindo os conceitos e desenvolvendo o formalismo matemático. Dessa forma, obtive bons resultados.

Em 2007 fui aprovado no concurso público da SEDUC-PA e em fevereiro de 2019 completei 14 anos como professor efetivo da disciplina física, sendo 13 anos dedicados à mesma escola.

Durante esse tempo algumas mudanças aconteceram na educação, após várias reivindicações da classe educacional, os estudantes passaram a receber livros didáticos escolhidos pelo professor adquiridos através do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), o que trouxe uma melhoria para o ensino. Parece pouco, mas para quem só tinha como recurso didático o giz e o quadro oferecido pela escola, esse foi um avanço. Nesse período de atuação na docência também pude perceber uma redução de professores não habilitados em física que ministram a disciplina na rede estadual de ensino, reflexo da formação de professores no curso intercalar de física e de outros cursos que surgiram posteriormente, como foi o caso da Licenciatura em Física Ambiental da UFPA-Santarém.

Depois de um certo tempo, antes de ingressar na Especialização em Ensino de Física Ambiental da UFOPA, comecei a perceber que minhas aulas já não eram mais atrativas e o número de estudantes reprovados aumentava a cada ano. Por certos momentos recebi notificações do setor técnico-pedagógico para melhorar minhas metodologias de ensino, mas não conseguia perceber que precisava rever minha prática; usava o argumento que os estudantes não queriam saber de estudar. Após cursar a especialização em 2015, que tinha uma característica voltada para o ensino, pude refletir que realmente precisava de novas metodologias, mais práticas e mais dinâmicas para minhas aulas.

Além de ter que superar os muitos problemas educacionais existentes que dificultam o processo ensino-aprendizagem nas aulas de física, percebi que precisava criar novas maneiras para atrair a atenção dos estudantes, mais interessados, hoje, nas novas tecnologias de comunicação que avançam com muita rapidez e são de fácil acesso, do que no ensino em sala de aula. Entendi, que a aquisição do “novo” podia atrair a atenção dos educandos, refletindo na aprendizagem. Sobre esse aspecto de mudanças na sociedade e necessidade de mudanças nas atitudes e metodologias de ensino dos professores na atualidade, Libâneo (2002) ressalta:

Há uma exigência visível de mudança na identidade profissional e nas formas de trabalho dos professores. O tipo de trabalho convencional do professor está mudando em decorrência das transformações no mundo do trabalho, na tecnologia, nos meios de comunicação e informação, nos paradigmas do conhecimento, nas formas de exercício da cidadania, nos objetivos de formação geral que hoje incluem com mais força a sensibilidade, a criatividade, a solidariedade social, a qualidade de vida, o

reconhecimento da diversidade cultural e das diferenças, a preservação do meio ambiente. (LIBÂNEO, 2002, p. 34)

Assim, em 2015 com curso de Especialização de Ensino de Física Ambiental e o contato com os professores do curso consegui melhorar minha prática de ensino e descobri novos conhecimentos que me inspiraram a buscar novas estratégias. Ainda na especialização encontrei professores que viam o ensino de física de uma forma diferente da qual estava habituado, conheci o Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) que estava voltado a uma perspectiva do ensino de ciências que tentava romper com a forma descontextualizada e acrítica com que geralmente os conteúdos são trabalhados, valorizando a contextualização, a criticidade, o diálogo e as inter-relações entre C, T e S. O retorno à universidade para formação continuada me trouxe um novo olhar sobre o ensino de física e minha prática docente.

No ano de 2016, motivado pelos novos ensinamentos adquiridos e querendo aprender mais, fiz minha inscrição para o processo seletivo do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da UFOPA, sendo aprovado para a turma de 2017. Nessa fase, percebi cada vez mais o quanto é importante a formação continuada. Era eminente as mudanças naquele novo curso, pois havia um diferencial na fala dos professores. Eles mostravam-se preocupados com o desenvolvimento do ensino de física na educação básica, oposto ao que eu ouvia na graduação, quando predominava a ênfase apenas no conteúdo para ser professor de física. Na fala de Libâneo (2002, p.35) “Ainda perdura nas universidades a ideia de que a formação de professores depende apenas da posse dos saberes disciplinares. Ou seja, persiste a velha fórmula: para ensinar física, basta você saber física”. Essa fala do autor reflete o que vivi enquanto estudante de graduação, mas o mestrado começava a me apresentar outras possibilidades.

A postura dos professores do mestrado me levava a reflexões sobre a necessidade de rever minha prática docente, conhecer novos conceitos e metodologias. Das diversas aprendizagens sobre práticas de ensino adquiridas durante o mestrado, destaco o Ensino de Física Através de Temas (EFAT), metodologia desenvolvida nessa dissertação. Enquanto pesquisador e aplicador da proposta pude legitimar o que aprendi e analisar seus desafios e potencialidades no processo de ensino-aprendizagem.

1.2 Escolha de um tema regional

O ensino-aprendizagem sob uma temática regionalizada ganha um caráter motivador por poder explorar sob novas perspectivas para o estudante um contexto no qual ele já está inserido. Para Luckesi (1994, p. 15) “O que importa é que o professor, junto com os estudantes, parta da prática social vivida para, através do estudo e reflexão, chegar a um patamar crítico de compreensão dessa prática social”. Essa relação do conteúdo com o cotidiano do estudante pode estimulá-lo a buscar entender o que acontece à sua volta e atribuir significado para a ciência.

Dispor para o estudante um assunto de física a começar de um contexto familiar torna o caminho para o saber claro e menos complicado. Cria-se uma relação dinâmica na qual o professor executa o processo de ensinar de maneira conjunta com o estudante, permitindo uma ampliação em suas capacidades cognitivas. O método EFAT possibilita também a articulação com outros métodos de ensino, como o ensino por investigação, o método experimental e o enfoque CTS.

Um dos principais objetivos do Movimento CTS na educação é a *alfabetização científica e tecnológica*. Devemos assim entender por alfabetização científica e tecnológica não apenas saber ler e escrever, mas sim saber desenvolver esta leitura e escrita permitindo ao aluno lidar com problemas de caráter científico, tecnológico e, também levando-o ao pensamento crítico e independência intelectual (AIKENHEAD, 1987 apud ALENCAR, 2006). Outro objetivo educacional importante em uma proposta balizada pelo enfoque CTS é a “conscientização dos estudantes para perceberem os problemas sociais e ambientais decorrentes dos impactos gerados pela Ciência e Tecnologia” (MORAES; ARAÚJO, 2012, p. 58). Considerando o leque de possibilidades que há para o desenvolvimento de uma proposta com essas características, concordamos com Moraes e Araújo (2012) quando indicam que a abordagem temática tem esse potencial, pois,

[...] permite que sejam levados para a sala de aula assuntos atuais, relacionados a problemas locais ou globais, possibilitando que os alunos reflitam sobre diferentes pontos de vista e se posicionem, avaliando criticamente aspectos positivos e negativos inerentes ao tema em estudo. Em outras palavras, devemos levar o mundo real para dentro dos espaços escolares, para que a aprendizagem se torne algo prazeroso e os conteúdos abordados façam sentido aos estudantes (p. 92)

Assim, esse trabalho tem como objetivo geral identificar *desafios e potencialidades* que são percebidos no desenvolvimento de uma sequência didática que tem como base uma proposta temática regionalizada orientada pelo enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Para atingir esse fim, foi elaborada uma sequência didática (SD) que faz parte do produto educacional que consiste em um material instrucional para os professores e que contém um texto motivador regionalizado com o enfoque de Santarém-PA, como proposta para abordagem do tema “Equilíbrio e fluabilidade das embarcações na região amazônica”. Uma sequência didática é “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais que tem um princípio e um fim conhecido tanto pelos professores quanto pelos estudantes” (ZABALA, 1998, p. 18).

Acredita-se que estudar os princípios de Stevin, Pascal e Arquimedes por meio de uma abordagem temática regional partindo do entendimento do equilíbrio e da fluabilidade das embarcações que navegam na região amazônica pode favorecer a aprendizagem no ensino de física por ser contextualizada com a realidade do estudante santareno. Distancia-se, assim, de um ensino tradicional pautado na memorização dos conteúdos, ausência de diálogos e focado apenas no livro didático.

Na proposta de desenvolvimento do tema são apresentadas situações reais conhecidas dos estudantes, que geram o que Delizoicov, Angotti, Pernambuco (2011) chamam de problematização inicial e tem como objetivo gerar discussões que provoquem o estudante a expor seus conhecimentos acerca do assunto a ponto de criar nele a necessidade de aquisição de novas aprendizagens.

O levantamento bibliográfico realizado na busca por trabalhos que abordassem o tema das embarcações na perspectiva da hidrostática para o ensino médio mostrou que ainda são muito escassos. Em geral encontramos produções na área de Engenharia Naval, mas que não tem como foco o ensino para a educação básica. No foco da educação encontramos, por exemplo, apenas o trabalho de conclusão de curso de Martha Lidiane Mendes Gonçalves (GONÇALVES, 2006), intitulado: ensino de ciências através de temas: a física presente na navegação e na construção naval em Abaetetuba que foi defendido em 2006 no curso de Licenciatura em Ciências da UFPA. A autora desenvolve seu trabalho baseada na proposta temática de Brito (2004) e propõe a apresentação do tema, a partir de um

texto motivador em seguida, um segundo texto de aprofundamento usando o conteúdo da Hidrostática para responder as perguntas levantadas no primeiro texto. A diferença na proposta de Gonçalves (2006) é que a autora apresenta um material didático com foco na flutuabilidade, no entanto, durante sua pesquisa não aplicou com estudantes, enquanto na proposta desta dissertação apresento o foco no equilíbrio e flutuabilidade com análise da aplicação da proposta aos estudantes do ensino médio.

A proposta de ensino ocorreu em 20 aulas tendo alunos do segundo ano do ensino médio como público alvo, a estratégia de ensino foi orientada pelas três etapas de Brito (2004). Com apresentação do tema, por meio de um texto motivador criado a partir de informações locais da região, destacando a construção das embarcações, curiosidades e notícias de acidentes náuticos; na segunda etapa de aprofundamento, onde se aborda os conceitos físicos, foi desenvolvida com auxílio de estratégias como o ensino por investigação e experimentação e na etapa final com a produção/avaliação onde os estudantes tiveram a oportunidade de aumentar seu conhecimento através da pesquisa bibliográfica, de campo concluindo com a socialização aos colegas e professor.

Esta dissertação está estruturada em seis capítulos. No primeiro apresentou-se a Introdução que teve o propósito de situar o leitor sobre as inspirações da proposta e objetivos; No capítulo 2, apresentam-se a Física do equilíbrio e a flutuação dos corpos mostrando os conceitos físicos necessário para explicação do equilíbrio e flutuabilidade das embarcações; No capítulo 3 os Referenciais teóricos que fundamentaram a pesquisa com um breve histórico do movimento CTS, mostrando sua origem, e sua contribuição enquanto enfoque para o ensino de física. O ensino de física através de temas relatando seu surgimento motivado a partir dos temas geradores de Paulo Freire; O capítulo 4 é dedicado aos Aspectos metodológicos da pesquisa e do desenvolvimento da sequência didática onde pode ser visto os instrumentos utilizados para coleta de dados, as etapas da pesquisa e todo desenvolvimento da sequência didática; No capítulo 5 apresenta-se Os resultados do trabalho, composto pela apresentação das seções da sequência didática, descrição da aplicação e análise mostrando as potencialidades em forma de categorias e os desafios que surgiram durante a aplicação da proposta e o capítulo 6 é dedicado às Considerações finais.

2 FÍSICA DO EQUILÍBRIO E FLUTUAÇÃO DE CORPOS

Nesse capítulo serão abordados os princípios físicos de hidrostática que nos ajudam a compreender o equilíbrio e flutuação de corpos sobre líquidos, tais como as embarcações. Daremos destaque para os conceitos de densidade, pressão, Princípios de Stevin, Pascal e Arquimedes, centro de massa e de gravidade e Torque.

2.1 Fluidos

Fluidos são substâncias cujas principais características é escoar quando estão sobre a aplicação de uma tensão de cisalhamento e possuem a capacidade de tomar a forma do recipiente que os contém, como os líquidos e gases. Os gases não têm forma e nem volume definido, assim, quando dispostos em um recipiente ocupam todo seu espaço. O líquido, por sua vez, não tem forma própria, entretanto, seu volume é definido tendo apenas a capacidade de moldar-se ao recipiente que se encontra.

2.1.1 Fluido newtoniano e não Newtoniano

Um fluido newtoniano é um fluido cuja viscosidade é constante mesmo com diferentes taxas de cisalhamentos e seguem as leis de Newton. Elementos como gás, água e o ar podem servir como exemplo para esse tipo de fluido. Um fluido não newtoniano sua viscosidade é inconstante e apresenta dificuldade em escoar como a pasta dental que escoar no tubo sobre pressão, mas não consegue escoar quando está sem a tampa do tubo.

2.2 Densidade

Teoricamente a densidade é uma relação matemática da massa pelo volume de determinado elemento. Consideremos um fluido no qual isolaremos um pequeno elemento infinitesimal ΔV do seu volume no entorno desse ponto mediremos sua massa Δm . Assim, podemos definir sua densidade μ num ponto de um fluido por:

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

Na equação (1) dm representa a massa e dV o volume, dados em quilograma (kg) e metros cúbicos (m^3), respectivamente, no Sistema Internacional de Unidades (SI).

No caso de termos a mesma densidade em diferentes partes do corpo, ou seja, dm/dV ser constante, então a densidade pode ser encontrada por:

$$\mu = \frac{m}{V} \quad \text{(Equação 2)}$$

É importante ressaltar que além da densidade existe outra grandeza física a massa específica que possui unidades de medidas igual, porém diferem-se pelo fato da densidade se relacionada a materiais heterogêneo e a massa específica com substância homogênea.

2.3 Pressão sobre um fluido

Dizemos que um fluido está em equilíbrio quando cada ponto seu está em repouso, para isso, é necessário que as forças resultantes que agem em cada ponto sejam nulas. As forças que atuam sobre um meio contínuo podem ser classificadas como volumétricas e superficiais. “As forças volumétricas são forças de longo alcance, como a gravidade, que atuam em todos os pontos do meio, de tal forma que a força resultante sobre um elemento de volume é proporcional ao volume”. (NUSSENZVEIG, 2002, p.3). Podemos entender forças volumétricas como forças que agem sem contato com o líquido como a própria força gravitacional, a elétrica e a centrífuga. Dessa forma, a ação da força gravitacional Δf sobre um elemento infinitesimal ΔV em torno de um ponto de densidade μ pode ser assim definida:

$$\Delta f = \Delta m g$$

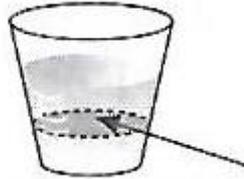
Assim, como $\Delta m = \mu \cdot \Delta V$, temos:

$$\Delta f = \mu g \Delta v \quad \text{(Equação 3)}$$

Sendo g a aceleração da gravidade

As forças superficiais são força de interação entre corpos delimitados por uma superfície. Consideremos uma superfície líquida recebendo a força da coluna líquida acima e transmitindo essa força para coluna líquida abaixo. (Figura 1)

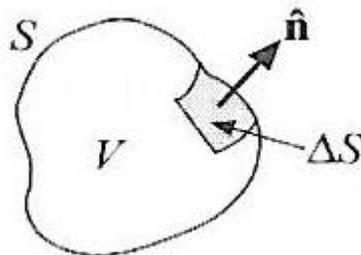
Figura 1 - Força superficial atuando no líquido



Fonte: Moysés Nussenzveig (2011).

Consideremos um elemento dessa superfície ds sobre a ação dessa força Δf que é proporcional a área em contato. A razão dessa força sobre a superfície corresponde a uma tensão e seu valor também depende da inclinação do elemento de superfície. Como pode ser analisado na Figura 2 a seguir:

Figura 2 - Orientação do vetor normal



Fonte: Moysés Nussenzveig (2011)

Adotemos uma secção vertical Δs de uma superfície sendo a força de atuação orientada pelo vetor unitário \mathbf{n} da normal a Δs , adotemos \mathbf{n} na direção externa uma componente positiva de tensão e no sentido contrário uma componente \mathbf{n} negativo, uma pressão. Essa situação pode ser considerada para um fluido em equilíbrio recebendo uma força superficial sobre um elemento de superfície ds assim:

$$df = -Pnds,$$

Em módulo, temos:

$$P = \frac{df}{ds} = \lim_{\Delta s \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta f}{\Delta s} \right) \quad \text{(Equação 4)}$$

onde P é a pressão

Isso significa que a pressão é igual à taxa de variação da força em cada elemento infinitesimal de área. Se essa força for constante em cada elemento infinitesimal de área e tiver na mesma direção de **nds** (ou perpendicular à superfície), teremos uma pressão constante e podemos escrever

$$P = \frac{F}{A} \quad \text{(Equação 5)}$$

Essa é uma equação que costumamos encontrar em livros de ensino médio para representar a pressão, mas observe que é um caso particular, apesar de dar conta de explicar diversos fenômenos cotidianos.

2.4 Teorema de Stevin

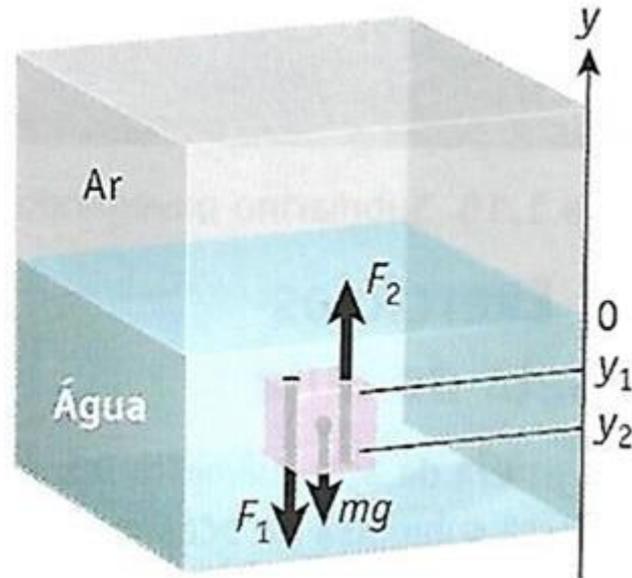
Um dos grandes colaboradores para o desenvolvimento do estudo da hidrostática foi Simon Stevin um dos primeiros a explicar a pressão exercida sobre um líquido e mostrar que ela não depende da forma do recipiente, mas da altura da coluna do líquido no seu interior. Ele contribuiu com outras áreas do conhecimento e também se aventurou como inventor.

O Físico, matemático e engenheiro militar Simon Stevin (1548-1620) nasceu em Bruges, nos países baixos (hoje Bélgica), notabilizou-se como engenheiro militar. Estudou os números fracionários e queda livre de corpos com diferentes massas, constatando a igualdade de suas acelerações, e o propôs alguns inventos, como a carroça movida a vela. Uma de suas funções era inspecionar a condições de segurança dos diques holandeses, o que o levou a importantes conclusões sobre hidrostática. (DOCA, RICARDO HELOU, 2016, p. 265)

Para chegarmos ao teorema de Stevin vamos analisar a situação mostrada na Figura 3. Um tanque aberto, sob a ação da atmosfera, contém um líquido e nele está imerso um cubo onde sua face superior está a uma profundidade y_1 e a face inferior a uma profundidade y_2 . As forças que atuam na direção vertical para baixo são **F1** exercida pela coluna d'água na parte superior do cubo e o peso do cubo mg e **F2** a

força que age na base inferior de baixo para cima. As forças que atuam nos lados verticais do cubo por simetria se anulam.

Figura 3 - Imagem de um cubo imerso em um tanque



Fonte: Bauer, Westfall e Dias (2013)

Considerando o cubo em equilíbrio estático (repouso) a Primeira lei de Newton nos indica que a resultante das forças é nula, assim:

$$F_2 - F_1 - mg = 0 \quad \text{(Equação 6)}$$

Como a pressão pode ser considerada constante em cada face do cubo e considerando A_1 e A_2 áreas das faces superior e inferior do cubo, podemos escrever F_1 e F_2 em função da pressão e da área da seguinte forma:

$$F_1 = P_1 A_1 \quad \text{(Equação 7)}$$

$$F_2 = P_2 A_2 \quad \text{(Equação 8)}$$

Sendo $A_1 = A_2 = A$ (mesma área superior e inferior) e como já sabemos da definição de pressão que

$$m = \mu V \quad \text{(Equação 9)}$$

Substituiremos F_1 , F_2 e m na equação 4. Assim, teremos:

$$P_2 A_2 - P_1 A_1 - \mu V g = 0 \quad \text{(Equação 10)}$$

Fazendo $\Delta y = y_1 - y_2$ (altura do cubo), então podemos dizer que o volume do cubo é dado por $V = \Delta y A$. Assim, obtemos:

$$P_2 A = P_1 A + \mu A (y_1 - y_2) g \quad (\div A)$$

$$P_2 = P_1 + \mu g (y_1 - y_2)$$

$$P_2 = P_1 + \mu g \Delta y$$

$$\Delta P = \mu g \Delta y$$

(Equação 11)

Essas são equações que representam o Princípio de Stevin enunciado no início desta seção que indicam que a variação de pressão em um fluido depende da diferença de altura, da aceleração gravitacional e da densidade do fluido. Uma outra forma de ver pela equação anterior é que a pressão em um nível 2 é igual a uma pressão 1 mais a pressão hidrostática ($\mu g \Delta y$). Essa pressão 1 seria a pressão atmosférica.

2.5 Princípio de Pascal

Em certas situações do dia-a-dia é possível perceber o princípio de Pascal como por exemplo o ato de abrir a porta de uma sala toda fechada é possível ouvir o vibrar do forro ou das janelas de vidro. Isso acontece devido ao aumento da pressão no ar contido na sala quando a porta é aberta. Esse é um de muitos exemplos desse princípio em nosso cotidiano, mas, quem foi Pascal? Blaise Pascal foi um físico, matemático, filósofo e teólogo francês que viveu entre 1632 e 1662, em Clermont-Ferrand.

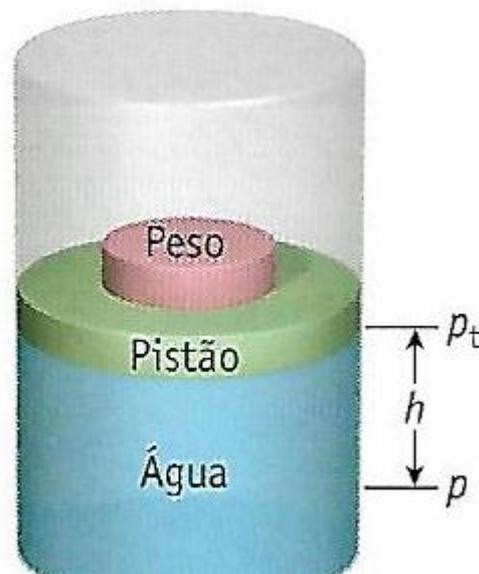
Foi um notável cientista, escritor e teólogo do século XVII. Quando pesquisava a física dos fluidos, Pascal acabou inventando a prensa hidráulica, que utiliza a pressão hidráulica para multiplicar forças. Foi ele também quem inventou a seringa. A projeção de Pascal iniciou-se a partir de seu comentário sobre experimentos de Evangelista Torricelli com barômetro. Pascal indagou sobre qual força mantinha uma coluna de mercúrio no tubo, e o que preenchia o espaço no tubo acima do mercúrio...Pascal realizou novos experimentos e veio a concluir que, de fato, acima da coluna de mercúrio há um vácuo apenas parcial do tubo de um barômetro. (REWITT, 2011, p. 231)

Uma das aplicações mais conhecidas do princípio de Pascal é o sistema de elevador hidráulico, máquina destinada para erguer grandes massas. É um sistema mecânico que funciona por meio da variação de pressão de um líquido. Pois

segundo Pascal “[...] se produzirmos uma variação de pressão num ponto de um líquido em equilíbrio, essa variação se transmite a todo líquido, ou seja, todos os pontos do líquido sofrem a mesma variação de pressão” (NUSSENZVEIG, 2002, p. 8).

Vamos demonstrar a partir de um cilíndrico parcialmente cheio de d’água com um pistão e sobre ele um peso (Figura 4).

Figura 4 - Cilindro enchido parcialmente com água com um pistão e um peso



Fonte: Bauer, Westfall e Dias (2013)

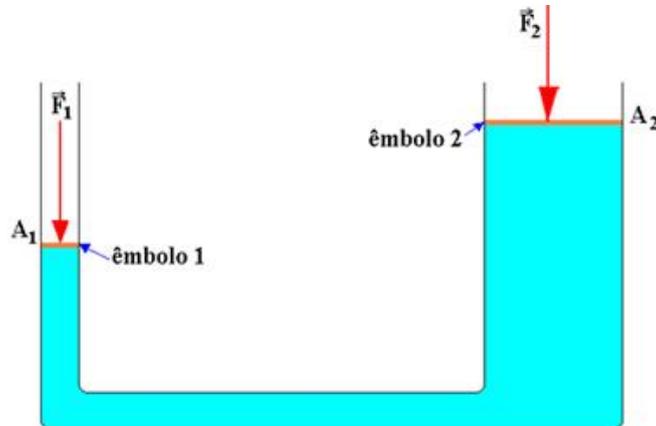
Além da pressão exercida pelo peso do corpo sobre o pistão, existe a pressão exercida pelo ar sobre o pistão (pressão atmosférica). Representaremos essas pressões por P_t e a pressão P na profundidade h . Considerando o fluido incompressível e aumentando a massa, ou seja, um acréscimo de peso sobre o pistão haverá uma variação da pressão ΔP na coluna líquida h resultante da variação da pressão ΔP_t ocasionada pelo ar e do aumento de peso sobre o pistão, pois a densidade da água e a profundidades não sofrem variações, dessa forma podemos relacionar:

$$\Delta P_t = \Delta P$$

Podemos, também, observar esse princípio em uma prensa hidráulica. Consideremos uma força externa F_1 sendo aplicada de cima para baixo sobre a área A_1 de um êmbolo. Um líquido incompressível confinado entre as áreas A_1 e A_2

recebe essa variação de pressão e transmite ao êmbolo A_2 conforme vemos na Figura 5.

Figura 5 - Exemplo de prensa hidráulica



Fonte: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/prensa-hidraulica.htm>

É importante ressaltar que a força F_1 é menor que F_2 , entretanto, por meio da variação de pressão no interior do líquido ela consegue mover o êmbolo de área A_2 . Numa linguagem matemática podemos expressar temos:

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

(Equação 12)

2.6 Princípio de Arquimedes

Existem vários relatos sobre Arquimedes e nas pesquisas bibliográficas consultadas muitas histórias estão ligadas à sua cidade de origem, Siracusa. Considerado um gênio, principalmente, pelos feitos teóricos descobertos em sua época e que servem ainda hoje, para explicação de fenômenos como: a flutuação de objetos sobre um líquido. Veja um pouco sobre esse grande gênio:

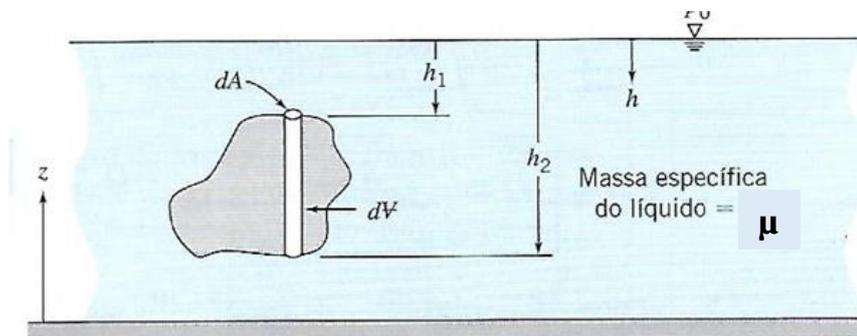
Arquimedes (287 a.C.-212 a. C.) nasceu em Siracusa, na ilha da Sicília, cidade que na época pertencia à Magna Grécia. Em viagem de estudos a Alexandria (Egito), conheceu Euclides e seus discípulos, tornando-se entusiasta de sua obra. Determinou a área da superfície esférica, obteve com precisão o centro de gravidade de várias figuras planas, construiu engenhos bélicos de notável eficiência e também um parafuso capaz de elevar a água de poços e estudou o mecanismo das alavancas. O que realmente o celebrou, no entanto, foi a reformulação da lei do Empuxo. Morreu em plena atividade na Primeira Guerra Púnica, durante o massacre

realizado pelos romanos por ocasião da tomada de Siracusa. (DOCA, RICARDO HELOU, 2016, p. 275)

Se um corpo estiver imerso em um líquido ou parcialmente flutuando sobre ele, haverá uma força no sentido vertical agindo de baixo para cima devido à pressão do líquido. “Quando um corpo está total ou parcialmente submerso em um fluido, uma força de empuxo F exercida pelo fluido age sobre o corpo. A força é dirigida para cima e tem um módulo igual ao peso mg do fluido deslocado pelo corpo”. (HALLIDAY; RESNICK, 2012. p. 68).

Veremos como calcular essa força devido a pressão hidrostática, chamada empuxo (E). Consideremos que um corpo foi imerso em um líquido e existe um volume que esse corpo ocupa dentro do líquido. Vamos pegar um volume cilíndrico infinitesimal dV desse volume total ocupado pelo corpo no líquido. Esse volume infinitesimal possui uma área de secção transversal dA e o líquido tem massa específica μ (Ver figura 6).

Figura 6 - Corpo submerso num líquido em repouso



Fonte: Fox, Mcdonald e Pritchard (2014)

Lembrando da lei de Stevin da seção anterior $P_2 = P_1 + \mu g \Delta y$, que para esse caso podemos escrever: $P_2 = P_1 + \mu g (h_2 - h_1)$.

Se multiplicarmos ambos os lados da equação pelo elemento infinitesimal da área pela secção transversal dA , temos:

$$P_2 \cdot dA = P_1 dA + \mu g (h_2 - h_1) dA$$

$$P_2 \cdot dA - P_1 dA = g \mu (\Delta h \cdot dA)$$

Observe que $\Delta h = h_2 - h_1$ é a altura do cilindro infinitesimal e dA o elemento infinitesimal de área da base desse cilindro. Portanto, $dV = \Delta h \cdot dA$ é o elemento

infinitesimal desse cilindro. Sabendo também que $dF=P.dA$, da equação da Pressão, Substituímos:

$$dF_2 - dF_1 = g\mu dV$$

Integrando ambos os lados da equação, temos:

$$\int (dF_2 - dF_1) = \int g\mu dV$$

$$F_2 - F_1 = g\mu \int dV$$

$F_2 - F_1$ é a diferença de força que surge entre os pontos inferior e superior, o que dá origem a uma força resultante, que é o que chamamos de **Empuxo (E)**. Podemos então escrever:

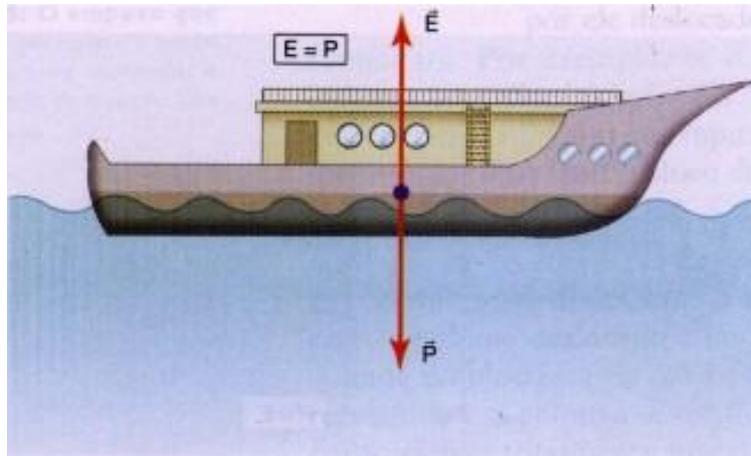
$$E = g\mu V_{LD}$$

(Equação 13)

Observe que o empuxo depende da massa específica do líquido, da aceleração gravitacional e do volume do líquido deslocado pelo corpo.

Até aqui discutimos conceitos que são fundamentais para compreendermos como uma embarcação se mantém flutuando. Em síntese, sabemos que existe uma força chamada empuxo que age no sentido vertical ascendente que é contrária à força peso e essa força depende da densidade do líquido e volume de água deslocado pela embarcação. Para que a embarcação se mantenha em repouso, flutuando sobre a água, o módulo do Empuxo deve ser o mesmo da força peso (P). Em outras palavras, a força resultante deve ser nula para que ele flutue (Ver figura 7). A densidade da embarcação também vai influenciar, pois ela não pode ter densidade maior do que o líquido, pois iria afundar. Todos esses aspectos precisam ser levados em conta na construção de uma embarcação.

Figura 7-Direção e sentido do Empuxo e do peso em uma embarcação



Fonte: www.mundovestibular.com.br/uploadedfiles/interspire/3.jpg

Por isso, as embarcações construídas para viajarem pelos rios da Amazônia precisam tomar alguns cuidados para navegarem no mar, onde a massa específica do líquido é maior e pode provocar maior empuxo e, portanto, comprometer o equilíbrio da embarcação. Na próxima seção vamos discutir sobre a importância da posição do centro de massa e de empuxo para manter o equilíbrio da embarcação.

2.6.1 Equilíbrio de corpos flutuantes

Para que um objeto se mantenha em equilíbrio sobre um líquido é necessário que além da força resultante seja nula e para que ele não vire, o torque resultante também deverá ser nulo.

Quando uma força age em corpo, ou um par de forças, como é o caso do peso e do empuxo nas embarcações, elas podem produzir um efeito de rotação, dependendo da posição em que atuam no corpo, produzindo o que chamamos de **torque**. Torque é uma grandeza física vetorial que está relacionada à ação de girar ou torcer. Ele depende da força aplicada (\vec{F}) e da posição onde essa força está sendo aplicada em relação ao eixo de rotação (\vec{r}) e é definido como o produto vetorial entre essas duas grandezas. O produto vetorial representa a rotação do primeiro vetor sobre o segundo vetor.

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

(Equação 14)

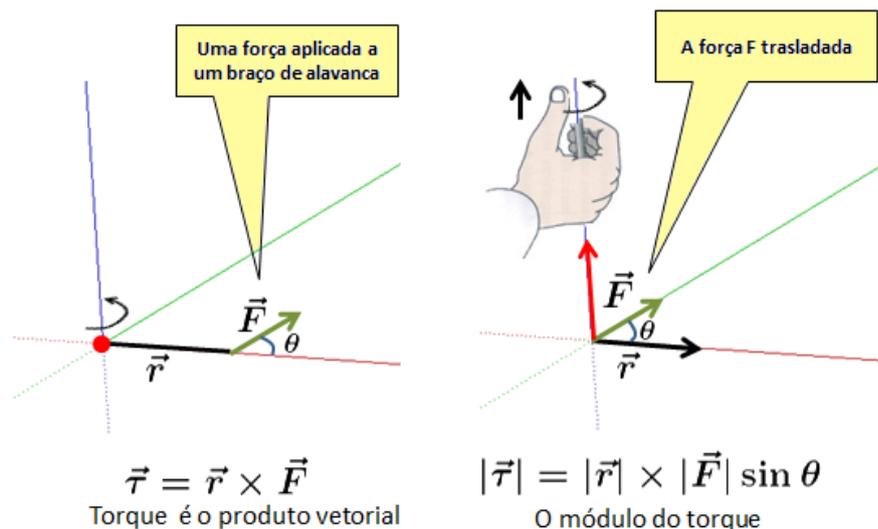
Em módulo o torque pode ser escrito como:

$$\tau = rF \cdot \text{sen}\theta$$

(Equação 15)

Onde θ é o ângulo entre r e F (ver figura 8).

Figura 8: Representação gráfica da força produzindo torque.

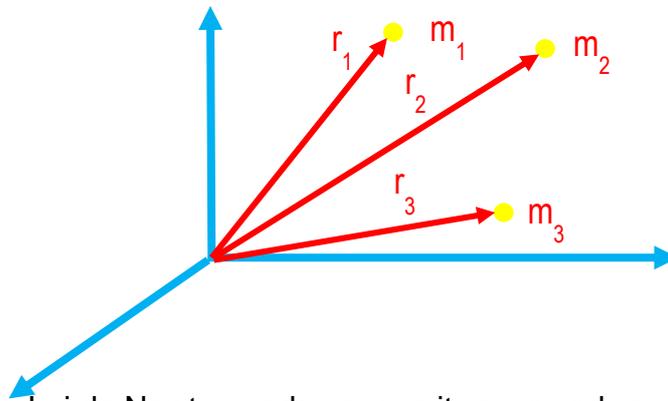


Fonte: <https://ap.imagensbrasil.org/images/2017/02/01/figgeral.png>

Existem dois pontos muito importantes a ser considerado no corpo que flutua: o centro de gravidade e o centro de empuxo. O **centro de gravidade é onde atua a força gravitacional (peso)** e o **centro de empuxo é onde atua o empuxo**.

Para saber o centro de gravidade de um corpo, podemos usar as equações do centro de massa, pois apesar de serem conceitualmente diferentes, nos casos de embarcações que estamos analisando, a gravidade não muda em todas as partes do corpo, como veremos adiante.

Para demonstrar, usaremos a ideia de do centro de massa e a 2ª Lei de Newton para um sistema de partículas.



A segunda Lei de Newton pode ser escrita para cada partícula como:

$$\vec{f}_i = m_i \frac{d^2 \vec{r}_i}{dt^2}$$

Mas $\sum \vec{f}_i = \vec{F}_R$, então:

$$\vec{f}_i = m_i \frac{d^2 \vec{r}_i}{dt^2}$$

$$\sum \vec{f}_i = \frac{d^2 (\sum m_i \vec{r}_i)}{dt^2}$$

$$\vec{F}_R = \frac{d^2 (\sum m_i \vec{r}_i)}{dt^2}$$

$$M \cdot \vec{a}_{cm} = \frac{d^2 (\sum m_i \vec{r}_i)}{dt^2}$$

$$\vec{a}_{cm} = \frac{d^2 (\sum m_i \vec{r}_i)}{dt^2} \frac{1}{M}$$

$$\frac{d^2 \vec{r}_{cm}}{dt^2} = \frac{d^2 (\sum m_i \vec{r}_i)}{dt^2} \frac{1}{M}$$

$$\vec{r}_{cm} = \frac{(\sum m_i \vec{r}_i)}{M}$$

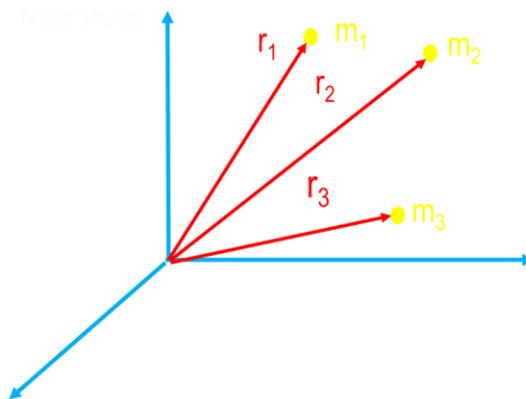
(Equação 16)

Essa expressão é uma média ponderada que pode ser expressa por:

$$\vec{r}_{cm} = \frac{m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2 + m_3 \vec{r}_3 + \dots + m_N \vec{r}_N}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_N}$$

(Equação 17)

Para N partículas, podemos escrever:



$$\vec{r}_{cm} = x_{cm} \hat{i} + y_{cm} \hat{j} + z_{cm} \hat{k}$$

$$x_{cm} = \frac{(\sum m_i x_i)}{M}$$

$$y_{cm} = \frac{(\sum m_i y_i)}{M}$$

$$z_{cm} = \frac{(\sum m_i z_i)}{M}$$

Para corpos maciços (distribuição contínua), podemos escrever:

$$x_{CM} = \frac{1}{M} \int x \, dm$$

$$y_{CM} = \frac{1}{M} \int y \, dm$$

$$z_{CM} = \frac{1}{M} \int z \, dm$$

A definição de Centro de gravidade, pode ser expressa por:

$$\vec{r}_{cg} = \frac{(\sum p_i \vec{r}_i)}{P}$$

$$\vec{r}_{cg} = \frac{(\sum m_i g \vec{r}_i)}{M \cdot g}$$

Se g for constante em qualquer posição r_i do corpo, então podemos escrever:

$$\vec{r}_{cg} = \frac{(\sum m_i \vec{r}_i)}{M}$$

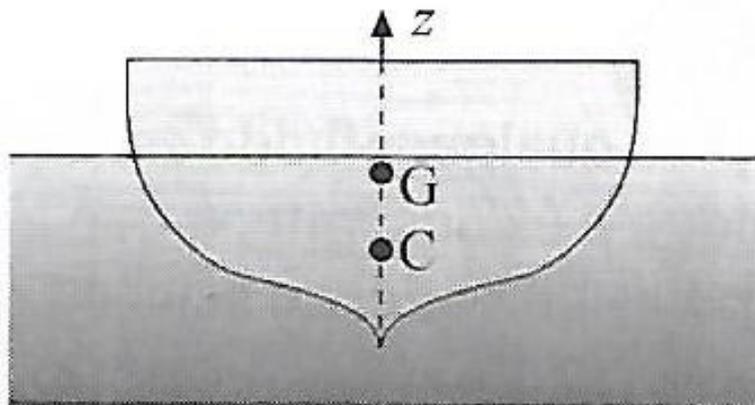
O que podemos concluir que:

$$\vec{r}_{cg} = \vec{r}_{cm} \quad \text{(Equação 18)}$$

Dependendo da posição em que estão esses pontos geométricos (centro de gravidade e de empuxo), o equilíbrio pode ser **instável** ou **estável**.

Para que uma embarcação esteja em equilíbrio, o centro de gravidade G do corpo e o centro de empuxo C devem estar na mesma vertical. (Figura 9)

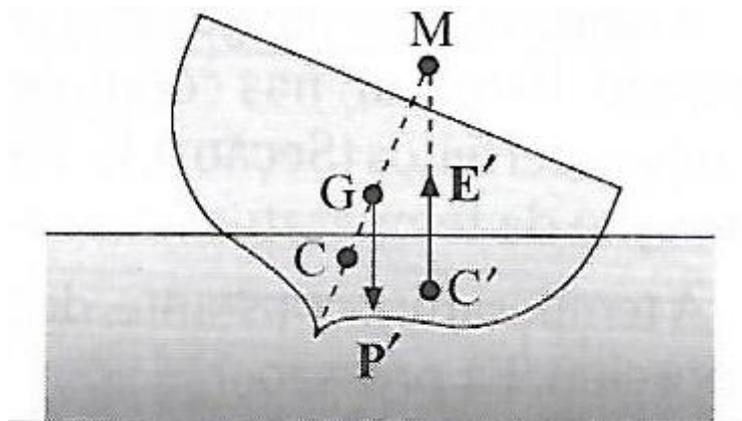
Figura 9 - Mostra a posição de equilíbrio de um corpo sobre um líquido



Fonte: Moisés Nussenzveig (2011)

Porém, isso não basta! Para que o corpo mantenha estabilidade do equilíbrio com movimento giratório do corpo o líquido se desloca mudando de forma e surge um novo centro de empuxo C'. (Figura 10)

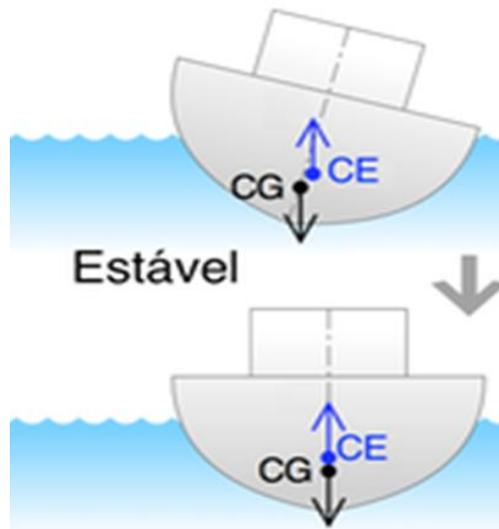
Figura 10 - Mostra o processo de estabilidade de um corpo sobre um líquido



Fonte: Moisés Nussenzveig (2011)

Para a embarcação não desequilibrar e “vir a pique”, o centro de gravidade deve sempre estar abaixo do centro de empuxo, pois o equilíbrio é estável, e o torque atua no sentido de restaurar o equilíbrio (Ver figura 11)

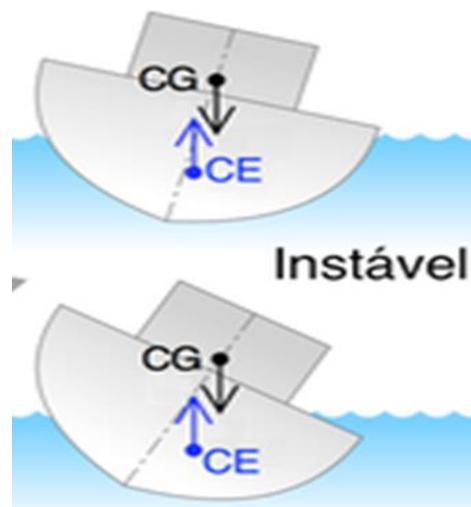
Figura 11- Equilíbrio estável de uma embarcação.



Fonte: http://masimo.es.pro.br/fisica/Media/24_med_hr.png. Com adaptações.

Se o centro de gravidade estiver acima do centro de empuxo o equilíbrio é instável, pois surge um torque que leva a embarcação a virar.

Figura 12- Equilíbrio instável de uma embarcação.



Fonte: http://masimo.es.pro.br/fisica/Media/24_med_hr.png. Com adaptações.

Nesse capítulo foi possível verificar os conceitos sobre densidade, fluidos newtonianos, não newtonianos, o teorema de Steven, os princípios de Pascal e Arquimedes necessários para o entendimento de objetos flutuantes sobre líquidos, como as embarcações. No capítulo seguinte será mostrado o referencial teórico do Ensino de Física Através de Temas (EFAT) e do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) que orientaram a construção dessa dissertação.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse capítulo serão apresentados de forma mais aprofundada o ensino de física através de temas e a abordagem no ensino de física que representam os referenciais teóricos que fundamentam essa dissertação.

3.1 Ensino através de temas

O ensino através de temas surge no ano 1970 a partir das ideias de Paulo Freire com os temas geradores, um método que contrapunha o ensino daquela época, o ensino tradicional. A “Educação libertadora” vista no seu livro Pedagogia do Oprimido (FREIRE, 1987) discute uma nova forma de educação que relaciona o ensino com o contexto social do indivíduo, dando autonomia e voz para o sujeito em aprendizagem. Acreditava-se não na transmissão de conhecimento, mas no ensino por meio de trocas de saberes aonde se considerava as diferenças do sujeito e sua história de vida. Conforme relata Reis (2006, p.10).

A esse processo, Paulo Freire chamou de processo de conscientização, isto é, ao se aprofundarem no conhecimento da realidade, realidade vivida, real e concretamente pelos sujeitos, os educandos têm as possibilidades de emergir no conhecimento de sua própria condição, de sua própria vida.

Freire acreditava que o ensino deveria sofrer rupturas com o tradicional, o educando deveria ser valorizado, dando o destaque, também, ao meio ao qual ele está inserido. Assim, ele poderia desenvolver seu senso crítico e criar consciência da sua função na sociedade. O método criado por Freire inspirou outros pesquisadores da área de ensino como Demétrio Delizoicov e José André Angotti que também desenvolveram uma teoria voltada para o ensino através de temas.

Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011, p. 165).

Os temas geradores foram idealizados como um objeto de estudo que compreende o fazer e o pensar, o agir o refletir, a teoria e a prática, pressupondo um estudo da realidade em que emerge uma rede de relações entre situações significativas individual, social e histórica, assim como uma rede de relações que orienta a discussão, interpretação e representação dessa realidade.

Dessa forma, desenvolveram um método voltada para o ensino de física de forma contextualizada, esses autores publicaram livros com a proposta de melhorias das práticas pedagógicas dos professores o que chamou a atenção do Ministério da Educação (MEC) que passou a incorporar à coleção de livros que habilitava os professores para o magistério.

Os subsídios referidos originaram os livros da denominada Coleção Magistério – 2º grau, que foram publicados a partir do final dos anos 1980. Publicado, em primeira edição em 1990, o livro Física (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990a) constituiu a série Formação Geral, que subsidiava o ensino das disciplinas do Núcleo Comum; e o livro “Metodologia do Ensino de Ciências” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990b), a série Formação do Professor, que subsidiava o ensino das disciplinas da Habilitação Magistério. Ambos os livros propunham e usaram a dinâmica didático-pedagógica, que ficou conhecida como os “Três Momentos Pedagógicos” (3MP), em sintonia com a perspectiva, do que, posteriormente, denominou-se, abordagem temática (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002). (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014, p. 618)

Os autores apresentavam uma proposta temática desenvolvida em três momentos: o primeiro *Problematização inicial*; o segundo de *Organização do conhecimento* e o *terceiro de Aplicação do conhecimento* (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992) com as seguintes características:

1-Problematização inicial, nesse momento são apresentadas para o estudante situações reais relacionadas com o tema, a intenção é de provocar o estudante a expor seu pensamento diante do problema levantado e fazê-lo sentir necessidade de adquirir novos conhecimentos. “Para os autores, a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão, e fazer com que ele sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém! ”. (MUENCHEN, DELIZOICOV, 2014, p. 620). Essa etapa deve deixar o estudante com “sede” de aprender. É importante que o professor aproveite para explorar os conhecimentos prévios dos estudantes e levá-lo a questionar e a buscar a solução para suas dúvidas.

2-Organização do conhecimento, nesse momento o professor fará a explanação dos conceitos físicos para responder os questionamentos do primeiro momento. Ele poderá utilizar sua dinâmica pedagógica para desenvolver suas aulas na tentativa de esclarecer as dúvidas dos estudantes.

3-Aplicação do conhecimento, “momento que se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo estudante, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento”. (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014, p. 4). A partir desses três momentos espera-se que o estudante consiga fazer ligações dos conceitos físicos adquirido durante a aplicação da proposta para saber responder situações que não estejam ligadas a problematização inicial.

Outro pesquisador, professor Licurgo Brito, também desenvolveu trabalho temático inicialmente em um Curso de Licenciatura Plena em Ciências Naturais da Universidade Federal do Pará - UFPA, no município de Breves, interior do Estado do Pará, porém com temas regionais. Aonde posteriormente serviu como inspiração para o ensino de física. Após ter observado nesse curso as dificuldades dos estudantes para entender conceitos simples de física e matemática. (BRITO, 2004).

Em sua opinião alguns fatores na temática regional podem contribuir para o ensino-aprendizagem. Os saberes locais e a própria região devem ser considerados.

O reconhecimento dos saberes locais, assim como da importância de sua distribuição geográfica são exemplos de valores a serem considerados estruturalmente pela educação em um novo paradigma. Nesse sentido, o Paradigma Emergente de Boaventura Souza Santos aponta o valor desse reconhecimento. (BRITO; PALHETA, 2008)

Brito, ainda destaca características que favorecem o ensino por meio de temas como: transversalidade, permite o uso de conteúdo específicos de acordo com a necessidade do tema. Contrariando o ensino tradicional, onde os assuntos devem seguir uma sequência didática como se existisse o tempo certo para se estudar cada conteúdo; Interdisciplinaridade, aonde o professor pode relacionar o conteúdo de física com as de outras disciplinas, proporcionando, assim, para o estudante adquirir conhecimento de outras áreas; Contextualização, os conteúdos são abordados de forma contextualizada, havendo sempre ligação com o cotidiano do estudante e o fortalecimento da cidadania, os temas são criados levando-se em conta o contexto sócio, econômico e cultural dos estudantes. (BRITO, 2004)

E ainda, segundo Gomes (2007) os estudantes podem propor temas, para serem trabalhados nas aulas, todavia, sob a orientação do professor para não fugir

do currículo escolar. Além, disso, os temas podem abordar um conteúdo inteiro, um tópico apenas ou toda uma disciplina.

Podemos, dessa maneira, evidenciar que o ensino através de temas protagoniza o estudante e promove o diálogo necessário entre a educação e sua realidade. Acredita-se, então, que através dessa abordagem de forma mais regionalizada, a partir daquilo que o estudante conhece, contribuirá de maneira mais efetiva para sua assimilação cognitiva. Para Ausubel esses novos conceitos são anexados aos conhecimentos que o estudante já tem sobre aquele assunto. O que ele chamou de aprendizagem significativa, "...que ocorre quando novas informações ancora-se em subsunçores relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende". (MOREIRA; MASINI, 2016, p. 17).

Quanto ao desenvolvimento da proposta, essa ocorre em três momentos: Apresentação, Aprofundamento e Produção-Avaliação. Conforme apresenta (BRITO; GOMES, 2007):

1-Apresentação do tema, pode acontecer por meio de palestra, vídeo, trecho de reportagem, textos, ou outros recursos ligados com o contexto do estudante e o que o leve à busca do conhecimento científico. Entretanto, essa fase acontece sem a exploração dos conceitos físicos, a intenção é de motivar, criar no estudante curiosidades a partir do seu contexto. Ainda nessa fase eles são orientados a relacionarem os questionamentos não entendidos e outros pontos que lhe chamaram à atenção.

2-Aprofundamento, nesse momento o professor faz a conexão dos conceitos científicos com os questionamentos da etapa de apresentação; desenvolve-se o conhecimento, contudo, sem esgotar as aplicações desse conceito para ser ainda trabalhado no terceiro momento.

3-Produção/avaliação, nessa etapa os estudantes sob a orientação do professor fazem pesquisas bibliográficas, de campo, elaboram textos, exposições, vídeos e outros. Espera-se uma construção mútua de conhecimentos, trocas de saberes e que estejam conectadas com o currículo escolar.

Nota-se que os autores perceberam as mudanças que a educação deveria passar, com um ensino de maior significado e contextualizado, voltado para uma melhor formação cidadã. Conforme já mencionava o PCN (BRASIL, 2000) que defende um ensino voltado para a cidadania e a BNCC (BRASIL, 2017), destacando

em suas competências gerais, características favoráveis com a proposta temática deles.

No novo cenário mundial, reconhecer-se em seu contexto histórico e cultural, comunicar-se, ser criativo, analítico-crítico, participativo, aberto ao novo, colaborativo, resiliente, produtivo e responsável requer muito mais do que o acúmulo de informações. Requer o desenvolvimento de competências para aprender a aprender, saber lidar com a informação cada vez mais disponível, atuar com discernimento e responsabilidade nos contextos das culturas digitais, aplicar conhecimentos para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões, ser proativo para identificar os dados de uma situação e buscar soluções, conviver e aprender com as diferenças e as diversidades. (BRASIL, 2017, p.14).

Justifica-se, então, a escolha do ensino temático regionalizado, por oferecer propriedades que possibilitam o fortalecimento do processo ensino-aprendizagem. Traz um ambiente, de contexto familiar, de discussões, de criticidade, interações de conhecimentos e dá um maior significado para o ensino de física.

Outro aspecto relevante da proposta é que, na medida em que são colocados em pauta assuntos relacionados ao ambiente cultural do estudante, as discussões poderão desenvolver a sua sensibilidade para tomar decisões responsáveis e ter postura crítica perante as várias questões que fazem parte do nosso mundo, tais como: efeito estufa, violência, papel da ciência na sociedade, ética, bem estar e tecnologia. Essas são algumas das principais finalidades do ensino médio, segundo a LDB . Entendemos que dessa forma o ensino de Física passa a ter um sentido mais abrangente, realista e com função social mais ampla. (BRITO; GOMES, 2007, p. 2-3)

Espera-se que o uso dessa estratégia orientada pelo enfoque CTS propicie para o processo ensino-aprendizagem resultados favoráveis.

3.2 Movimento ciência, tecnologia e sociedade

Esse movimento surgiu no século XX logo após a segunda guerra mundial nos países da Europa e da América do Norte, com a necessidade para discutir os possíveis impactos causados pelo avanço da ciência e da tecnologia (MORAES; ARAÚJO, 2012).

Nos Estados Unidos, segundo Bazzo et al, (2003, p. 121) criou-se grandes expectativas entorno do desenvolvimento técnico-científico. “Era uma época de intenso otimismo acerca das possibilidades da ciência-tecnologia, por isso a necessidade de apoio incondicional”. Sua origem, nesse país, foi motivada pelas consequências sociais frutos dos produtos tecnológicos como: o lançamento da

bomba atômica sobre as cidades japonesas, o lançamento do satélite Soviético Sputnik e o fracasso americano na guerra do Vietnã. (MORAES; ARAÚJO, 2012) e ainda segundo eles, isso gerou um movimento social que impulsionou o governo Norte Americano a mudar o foco de estudo da ciência e da tecnologia voltado para indústria armamentista a investimentos na reforma curricular na área de ciências com um ensino voltado para o conhecimento técnico-científico.

Na Europa o CTS contrapõe aos motivos norte-americanos, o movimento tinha ênfase maior na ciência, na explicação da origem e das mudanças das teorias científicas, ou seja, na ciência como processo (STRIEDER, 2012). Havia um direcionamento mais para a investigações acadêmicas do que para as ações de natureza educativa. Buscava-se investigar quais as consequências que o desenvolvimento científicos e tecnológicos trouxeram à sociedade.

No Brasil, como em outros países da América latina, as reflexões sobre o movimento CTS só ganharam maior notoriedade nos anos de 1960-1970 Invernizzi e Fraga (2007). No ano de 1990 na cidade de Brasília, com a realização da Conferência Internacional Ensino de Ciências para o século XXI: ACT – Alfabetização em Ciência e Tecnologia, o movimento a nível nacional ganhou uma maior importância. (MORAES; ARAÚJO, 2012).

No campo educacional brasileiro o movimento atua considerando os contextos de cada lugar e tem sido tema de estudo para muitos pesquisadores que analisam o movimento no Brasil.

[...] ao discutir a evolução da inovação educacional dos currículos de ciências no Brasil no período de 1950 a 1985, assinala que, na década de setenta, os mesmos começaram a incorporar uma visão de ciência como produto do contexto econômico, político e social. Já na década de oitenta, a renovação do ensino de ciências passou a se orientar pelo objetivo de analisar as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico. (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 4).

É importante destacar que devido a crescentes discussões sobre as questões ambientais, gerou-se a necessidade da inclusão da letra “A” na sigla CTS, entretanto os debates sobre as dimensões ambientais sempre estiveram presentes nesse movimento. Conforme afirmam Moraes e Araújo (2012, p. 57) “...os debates sobre as questões ambientais ganham força e se ampliam no atual contexto mundial, pois nota-se que os impactos dos avanços científicos e tecnológicos se fazem sentir tanto na sociedade quanto no meio ambiente...”

A educação a partir do enfoque CTS propõe o desenvolvimento de novas habilidades, investigação e comunicação que levem o estudante a questionar, buscar solução, comparar, opinar, ou seja, manifestar seu senso crítico. Ele poderá ser levado a conhecer e a valorizar o uso da ciência e da tecnologia na sua vida pessoal e social, dessa forma espera-se que ele entenda que a ciência não está somente em laboratórios ou em grandes centros de pesquisa, mas que ela se manifesta em todos os aspectos do mundo, tanto local quanto distante.

Nesse sentido estudando os elementos que compõem o movimento e o enfoque CTS/CTSA percebemos fortes indicativos de que eles podem nos auxiliar largamente nessa busca, tendo em vista que atendem aos preceitos de uma formação inclusiva e cidadã, proporcionando ainda uma adequada alfabetização científica na medida em que incorpora temáticas atuais e de grande relevância social e ambiental. (MORAES; ARAÚJO 2012, p. 9)

Observa-se que documentos como: os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o ensino médio (BRASIL, 2000), ressaltam que já existiam nos anos 1990 desafios de uma educação voltada para uma formação cidadã que contemplasse o uso das novas tecnologias.

Na década de 90, enfrentamos um desafio de outra ordem. O volume de informações, produzido em decorrência das novas tecnologias, é constantemente superado, colocando novos parâmetros para a formação dos cidadãos. Não se trata de acumular conhecimentos. A formação do aluno deve ter como alvo principal a aquisição de conhecimentos básicos, a preparação científica e a capacidade de utilizar as diferentes tecnologias relativas às áreas de atuação. (BRASIL, 2000, p. 5)

Depois de anos esses desafios ainda não foram superados e as políticas públicas educacionais movimentam-se em busca de atingir esses objetivos, conforme verifica-se na Base Nacional Comum Curricular (BNCC):

Trata-se de reconhecer que as transformações nos contextos nacional e internacional atingem diretamente as populações jovens e, portanto, o que se demanda de sua formação para o enfrentamento dos novos desafios sociais, econômicos e ambientais, acelerados pelas mudanças tecnológicas do mundo contemporâneo. (BRASIL, 2017, p.462)

Esses esforços são percebidos, hoje, quando analisamos o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) criado 1998 com o objetivo de avaliar o desempenho dos estudantes concluintes do ensino básico, mas depois passou a ser utilizado como forma de ingresso para o ensino superior (MELO et al, 2017). Eles, ainda, destacam

que as questões presentes no exame, especificamente na área de ciências da natureza e suas tecnologias, trazem um foco voltado para essas áreas, porém de forma contextualizada. E através de uma investigação Melo et al, analisaram provas dos exames dos anos 2009 a 2014 com o objetivo de verificar se propriedades do enfoque CTS estaria presente nesses exames. E chegaram a seguinte conclusão:

A presença do enfoque CTS pôde ser identificada como parte característica das provas do ENEM verificadas. A contextualização entre conceitos referentes à ciência, à tecnologia e à sociedade é peculiaridade dos enunciados das questões do Exame Nacional do Ensino Médio, o que auxilia na construção de um perfil crítico e questionador por parte do sujeito da aprendizagem, servindo de subsídio para ele construir seu conhecimento científico de maneira dinâmica. (MELO et al, 2017, p. 9)

É importante que o estudante adquira uma formação científica e habilidades para o uso das tecnologias, entretanto, espera-se que ele consiga contextualizar esse conhecimento e questione as consequências do desenvolvimento técnico-científico para a sociedade. Segundo Pinheiro, Silva e Bazzo (2007, p. 72). “É necessário que a sociedade, em geral, comece a questionar sobre os impactos da evolução e aplicação da ciência e tecnologia sobre seu entorno...”

Dessa forma o enfoque CTS pode ser visto como um método que oferece características que favoreçam essa formação técnico-científica que também contemple o cidadão crítico capaz de tomar decisões em favor do meio. E segundo Auler (2007, p.1) para o contexto brasileiro os objetivos do enfoque CTS são:

1. Promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais, discutir as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência-tecnologia (CT);
2. Adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico;
3. Formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados capazes de tomar decisões informadas e desenvolver o pensamento crítico e a independência intelectual.

Os jovens, em particular, interagem constantemente com novos hábitos de consumo que são reflexos diretos da tecnologia atual. No entanto, não recebem na escola o conhecimento devido para acompanhar esse avanço tecnológico. É um paradoxo, pois, a disciplina física que é uma das ciências que explora a tecnologia, tão utilizada pelos estudantes, parece não ter uma boa aceitação entre eles.

Dessa forma, a importância de discutir com os estudantes os avanços da ciência e tecnologia, suas causas, consequências, os interesses econômicos e políticos, de forma contextualizada, está no fato de que devemos conceber a ciência como fruto da criação humana. Por isso, ela está intimamente ligada à evolução do ser humano, desenvolvendo-se permeada pela ação reflexiva de quem sofre/age as diversas crises inerentes a esse processo de desenvolvimento. Pinheiro, Silva e Bazzo (2007, p. 75).

Entende-se que nesse processo de busca por ensino que conceba uma educação científica de forma contextualizada, o ensino através de temas aliado ao enfoque CTS pode proporcionar esses saberes para o estudante onde estabelece uma relação entre a ciência e a realidade do sujeito envolvido de maneira dinâmica e atraente. Para Santos (2007, p.12).

Buscar a vinculação, portanto, dos conteúdos científicos com temas CTSA de relevância social e abrir espaço em sala de aula para debates de questões sócio científicas são ações fundamentais no sentido do desenvolvimento de uma educação crítica questionadora do modelo de desenvolvimento científico e tecnológico.

E ainda, para Moraes (2012) existe um leque de possibilidade metodológica disponível para o professor que almeja fazer o uso do enfoque CTS. A prática docente através dessa estratégia promove um melhor entendimento entre o saber e o mundo real do estudante e por meio de uma abordagem temática, pode-se criar um ambiente favorável para o desenvolvimento dessa prática.

As reformas expressam mudanças nos sistemas de ensino, a meu ver, inevitáveis, especialmente por conta dos avanços científicos e tecnológicos que acabam por alterar as práticas de produção e as condições de vida e de trabalho em todos os setores da atividade humana. (LIBÂNEO, 2002, p. 34)

Existe hoje, um vazio deixado pela escola, que é o de dar acesso ao avanço dessas áreas em crescente desenvolvimento para seus estudantes. Percebe-se que com o avanço científico-tecnológico o professor tem a necessidade de acompanhar esse desenvolvimento e a abordagem CTS é entendida como uma instância produtora de conhecimento os quais deveriam ser transmitidos à educação formal sanando, assim, essa falta de alfabetização científica, preparando o educando para uma formação integral, ou para utilizarem a ciência e a tecnologia de modo consciente.

Essa pesquisa pode contribuir nessa mudança, o EFAT aliado a perspectiva CTS promove uma educação voltada para o conhecimento científico associado ao uso da tecnologia que poderá auxiliar o professor durante suas práticas pedagógicas quando necessitem de uma contextualização relacionadas a uma alfabetização científica.

Esse capítulo relatou a importância dos temas geradores de Paulo Freire para dá origem ao EFAT de Delizoicov e Angotti aos temas regionais de Brito. Mostrou ainda, a origem do CTS e sua contribuição para desenvolver um ensino voltado para um melhor entendimento da ciência, da tecnologia e seu uso de forma mais consciente.

No capítulo seguinte será mostrado as etapas da pesquisa, o tipo de pesquisa, os instrumentos utilizados para coletas de dados o local aonde foi aplicado a pesquisa e o público alvo.

4 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Serão apresentados neste capítulo o tipo de pesquisa realizada; etapas da pesquisa e do desenvolvimento da SD; os instrumentos de coletas de dados e a caracterização do local da aplicação da proposta e dos participantes.

4.1 Tipo de pesquisa

Buscou-se estudar os desafios e potencialidades que emergiam na aplicação de uma SD temática balizada pelo enfoque CTS e para isso adotou-se uma pesquisa qualitativa. Este tipo de pesquisa tem um caráter criterioso durante o processo, e não apenas do produto, de modo a compreender os vários aspectos que surgem ao longo da aplicação, no entanto, em alguns momentos adotou-se a pesquisa quantitativa com a finalidade de dar mais precisão aos resultados.

[...] a pesquisa qualitativa pretende aprofundar a compreensão dos fenômenos que investiga a partir de uma análise rigorosa e criteriosa desse tipo de informação, isto é, não pretende testar hipóteses para comprová-las ou refutá-las ao final da pesquisa; a intenção é a compreensão. (MORAES, 2006, p. 1)

No desenvolvimento da pesquisa para obtenção dos dados a serem analisados utilizou-se questionários, fotografias, gravações de vídeo, diários de bordo do pesquisador e trabalhos produzidos pelos estudantes. Para Bogdan e Biklen (1994, p. 207-208), pois “quanto mais dados tiver sobre o tópico, contexto ou grupo de sujeitos específicos, mais fácil será pensar profundamente sobre ele e maior será a probabilidade de ser produtivo quando realizar a análise final”. Assim, o caráter *descritivo* da pesquisa qualitativa permite amparar-se em citações feitas com base nos dados adquiridos nos vários instrumentos de pesquisa de modo a fundamentar e substanciar a argumentação, que aparece em um texto narrativo (Idem).

Entende-se que a escolha de instrumentos de investigação deve pautar-se naquilo que o pesquisador pretende investigar e os resultados são a respostas da interpretação do autor da pesquisa com base no referencial teórico.

4.2 Instrumentos para coleta de dados

Para coleta de dados foram utilizados os seguintes instrumentos:

- Questionários de caracterização do perfil da turma: possibilitou ter um conhecimento mais aprofundado da turma, verificando fatores que poderiam intervir na sua vida estudantil;

- Questionário de avaliação do texto de motivação (apêndice D): dividido em duas partes, na primeira os estudantes respondem de forma objetivas e fazem justificativas quando necessárias e na segunda parte escrevem um relato ressaltando pontos positivos, negativos, principais aprendizagens adquiridas e sugerem melhorias. Esse questionário enriqueceu a análise e me trouxe a visão do estudante sobre a aplicação da proposta;

- Diário de bordo do pesquisador: através dele foi possível relatar observações ocorridas durante a aplicação da proposta didática, anotando questionamentos, reflexões, comportamentos e sugestões dos estudantes.

- Fotografias e gravação de vídeos: permitiu ter uma maior eficiência e precisão para produção dos diários, além de auxiliar na melhor organização do trabalho.

- Avaliação final: através dela pude verificar, assim como nos outros instrumentos de análise, o potencial da proposta, observando se os conceitos físicos ficaram claros para os estudantes.

O acesso a vários tipos de fontes para a análise trouxe para mim a possibilidade de leituras de comportamento diversos e sua interpretação pôde trazer significado para qualificar os resultados do método proposto. Para Moraes (2006) “A análise qualitativa opera com significados construídos a partir de um conjunto de textos. Os materiais textuais constituem significantes a que o analista precisa atribuir sentidos e significados”.

4.3 Etapas da pesquisa

A pesquisa começou com levantamento bibliográfico e leituras sobre Ensino Através de Temas. Após essa etapa, escolhi o tema para ser abordado e os conteúdos de física para serem trabalhados e parti para a pesquisa de campo e coletas de dados para confecção do texto motivador da sequência didática que

comporia o Produto educacional (apêndice I). Assim, no mês de setembro de 2018, foram feitas 4 visitas a um estaleiro com duração média de duas horas. Durante essas visitas, realizei entrevistas com os carpinteiros navais, moradores próximos ao estaleiro e fiz registros de imagens.

Ainda visitei à Capitania Fluvial de Santarém para obter informações das embarcações que trafegam na região. Essas etapas serviram para a construção do texto motivador. Como já comentado na introdução, o produto educacional elaborado foi uma SD inspirado nas três etapas de Brito (2004).

Para aplicação da SD fiz uma análise para verificar em qual turma de segundo ano, das seis turmas a qual eu ministrava aula, a pesquisa seria aplicada. A escolha foi realizada levando-se em conta a turma que não sofreria interrupções com feriados pois, era o último bimestre e a carga horária prevista para o término da aplicação da proposta coincidia com o final do ano letivo.

Para elaboração da escrita da dissertação, além das reuniões constantes com a orientadora, realizei muitas leituras de materiais bibliográficos, em especial do referencial teórico de temas e CTS, para orientar a análise dos dados coletados durante as aulas.

Para criação das potencialidades, foram criadas categorias a posteriori das análises de todos os dados obtidos durante a proposta usando o método indutivo.

[...] o método indutivo implica construir as categorias com base nas informações contidas no corpus. Por um processo de comparação e contrastação constantes entre as unidades de análise, o pesquisador vai organizando conjuntos de elementos semelhantes, geralmente com base em seu conhecimento tácito... (MORAES, 2003, p. 197)

Além das minhas experiências, enquanto docente, as leituras em referência ao enfoque CTS permitiram identificar padrões que representariam as categorias, pois é uma orientação dada por Moreira e Caleffe (2008) quanto a esse tipo de análise: “O pesquisador deve usar a leitura da produção intelectual na área principalmente para dar fundamentação aos argumentos da pesquisa, ...” (MOREIRA; CALEFFE, 2008, p. 231).

As categorias discutidas nesta seção que representam as potencialidades da proposta foram definidas com base nas leituras sobre CTS de (MORAES; ARAÚJO, 2012), (PINTO; VERMELHO, 2017), (AULER, 2007) e leitura dos relatos

dos alunos (RA), da avaliação das atividades desenvolvidas (AD) e do diário de bordo do pesquisador (DP) durante a SD, a fim de fazer uma triangulação¹. Assim, foi possível organizar as categorias para representar as potencialidades da proposta conforme mostra o quadro 1. Essa análise pode ser também visualizada de forma mais detalhada no apêndice J aqui será mostrado apenas as categorias e a relação teórica com o enfoque CTS e como já explicitado na metodologia, a letra A seguida de uma numeração corresponde ao estudante que fez o comentário.

Quadro 1- mostra as categorias e relação com as teorias do enfoque CTS

CATEGORIAS	RELAÇÃO TEÓRICA COM O ENFOQUE CTS
<p>A</p> <p>Permite que o estudante observe implicações sociais e éticas ligadas à tecnologia</p>	<p>Reconhecer o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social. (MORAES; ARAÚJO, 2012)</p>
<p>B</p> <p>Possibilita que o estudante perceba a importância da ciência e da tecnologia</p>	<p>Compreender a Ciência e a Tecnologia como partes integrantes da cultura contemporânea. (MORAES; ARAÚJO, 2012)</p>
<p>C</p> <p>Faz relações entre a Física e a vida cotidiana do estudante.</p>	<p>Fragmentos mostram a integração do contexto tecnológico e social e as experiências cotidianas dos estudantes com o conteúdo. (PINTO; VERMELHO, 2017)</p>
<p>D</p> <p>Permite que o estudante adquira postura crítica e comprometida</p>	<p>Fragmentos mostram um aspecto relacionado com o interesse pessoal, a preocupação cívica, as perspectivas culturais e processos de investigação, no sentido de favorecer a participação ativa dos estudantes na aquisição de informação que possibilite desenvolver ideias e valores mediante estudo de temas locais... (PINTO; VERMELHO, 2017)</p>
<p>E</p> <p>O estudante sente-se atraído pela ciência</p>	<p>O fragmento demonstra que o enfoque CTS tem o objetivo de promover o interesse dos alunos em relacionar ciência e tecnologia à fenômenos cotidianos (AULER, 2007).</p>

Fonte: o autor (2019)

¹A triangulação: significa olhar para o mesmo fenômeno, ou questão de pesquisa, a partir de mais de uma fonte de dados. Informações advindas de diferentes ângulos podem ser usadas para corroborar, elaborar ou iluminar o problema de pesquisa. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/EnEPQ5.pdf>. Acesso em: 24 de nov. 2019.

A etapa que para mim gerou maior expectativa foram os desafios pois, inúmeros fatores poderiam contribuir ou desfavorecer minha docência durante o desenvolvimento da sequência didática. Sabe-se que a docência sempre é passível de obstáculos e o professor deve ser consciente das dificuldades em sua prática pedagógica.

O professor não atua sozinho; sua atividade acontece em uma rede de interações com alunos e outras pessoas, onde estão presentes, símbolos, valores, sentimentos e atitudes que são passíveis de interpretação e decisão. Essas interações exigem dos professores a confirmação de sua capacidade de ensinar e de atingir um bom desempenho na prática da profissão. Além disso, as interações ocorrem na escola obedecendo à hierarquia, normas e obrigações que compõem o seu saber experiencial junto às práticas vivenciadas. (SEIXAS; CALABRÓ; SOUSA, 2017, p. 298)

Entretanto, quais seriam esses desafios? Apenas através da pesquisa realizada eu pude identificá-los. Dessa forma com aplicação da proposta observei os desafios e de forma narrativa relatei cada um conforme poderá ser visto no capítulo cinco.

4.4 Etapas do desenvolvimento da sequência didática

O desenvolvimento da SD teve início no dia 30 de outubro com término no dia 12 de dezembro de 2018. Foram 12 encontros totalizando 20 aulas de 45 min que aconteceram nos dias de terça-feira (1 aula) e quarta-feira (2 aulas), gerando 12 dias para desenvolvimento da proposta, de acordo com a quadro 2.

Quadro 2 - Cronograma da proposta didática.

ATIVIDADES	DURAÇÃO	TOTAL DE DIAS	DIAMÊS
-Apresentação da proposta; -Assinatura do termo de participação; -Aplicação do questionário de caracterização da turma.	1 aula de 45 minutos	1	30/10
-Leitura do texto motivador e levantamento de hipóteses.	2 aulas de 45 minutos	1	31/10
-Discutindo e solucionando as questões do texto e as que surgiram.	6 aulas de 45 minutos	4	06/11 07/11 13/11 14/11
-Reunião dos grupos e orientações.	6 aulas de 45 minutos	3	21/11 27/11

			28/11
-Exposição dos trabalhos - Aplicação do Quis.	3 aulas de 45 minutos	2	04/12 05/12
Teste final	2 aulas de 45 minutos	1	12/12

Fonte: o autor (2019).

O desenvolvimento da proposta ocorreu em três etapas: **Apresentação, Aprofundamento e Produção-avaliação**. Na primeira etapa ocorreu a apresentação do tema por meio do texto motivador, mas, antes em uma aula anterior os estudantes receberam o esclarecimento da proposta e assinaram o termo de participação e autorização (apêndice C). Nessa fase a intenção era inquietar o estudante, provocar curiosidade e instigá-lo pela busca de conhecimentos. Ainda nessa etapa eles foram convidados a destacarem pontos de interesses ou de não compreensão. Na etapa de Aprofundamento foi feita a ligação dos pontos destacados com os conceitos físicos equivalentes dando suporte ao contexto. Contudo, houve o cuidado de não discutir todos os conceitos, visando aplicação da etapa seguinte. A etapa final, de Produção-avaliação foi desenvolvida pelos estudantes com minha orientação. Os estudantes elaboram trabalhos escritos e expositivos e realizaram uma avaliação individual final (apêndice F), além da participação em um Quiz² com perguntas relacionadas ao tema (apêndice E).

4.5 Conhecendo os sujeitos e a escola

Conhecer o espaço onde acontecerá a pesquisa e a dinâmica do seu dia-dia juntamente com sujeitos diretamente ligados ao processo investigativo ajudará na coleta de dados e em sua análise. A pesquisa foi aplicada numa escola estadual de ensino médio localizada no bairro central do município de Santarém - Pará. Ela atende estudantes de diversos bairros distantes da escola, próximos e da região do planalto³.

O prédio é de alvenaria, coberto de telhas de fibrocimento e na entrada encontra-se a diretoria, secretaria e arquivo. O laboratório de informática fica na área externa ao lado da sala de instrumentos musicais, próximo a cozinha. Do lado

² É um conjunto de perguntas realizada de forma dinâmica onde se estipula um tempo para responder. Os alunos podem utilizar plaquinhas com as alternativas de cada questão.

³ São áreas afastadas da cidade localizadas em região mais alta.

oposto ao laboratório está a sala de leitura anexo a sala da coordenação pedagógica, dois banheiros masculinos, dois femininos e um para os funcionários.

Existe ainda uma sala para os professores e um depósito de materiais esportivos e limpeza. A escola possui 18 salas de aula, mas, não possui quadra para prática de educação física. O colégio oferta a modalidade de ensino médio, e atende à demanda de pelo menos 700 estudantes distribuídos em 18 turmas, organizados por séries, funcionando nos turnos matutino e vespertino.

Nesse contexto, para aplicação da SD contou-se, em certos momentos, para registro das imagens, gravações e no auxílio na distribuição e montagem de materiais de um estagiário estudante do quarto semestre do curso de Licenciatura Integrada em Matemática e Física da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA).

Na etapa inicial optou-se em usar o laboratório de informática (Figura 13) pois, haveria a necessidade de utilização dos computadores para leitura dos textos.

Figura 13- Foto do laboratório utilizado para o início da proposta didática



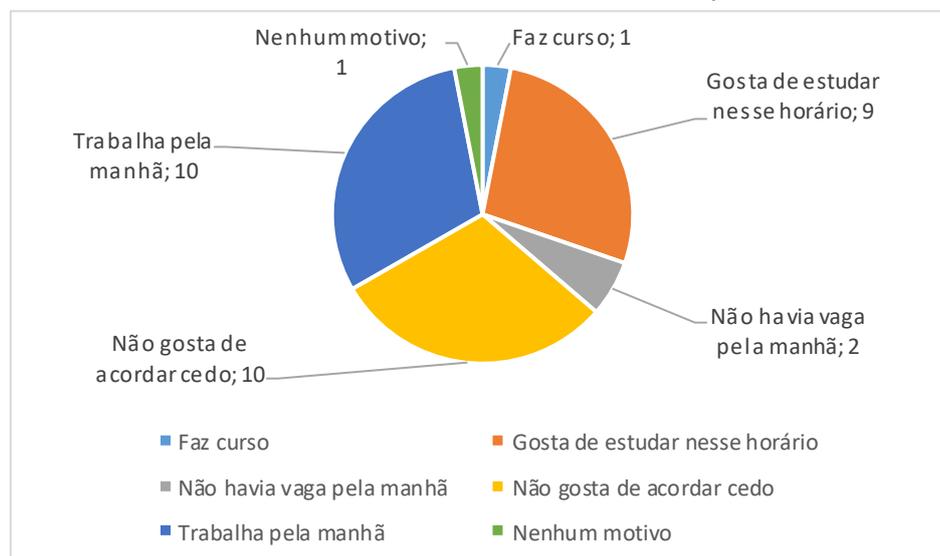
Fonte: William Frota (2018).

O laboratório é climatizado, equipado com 28 computadores e todos conectados à internet. Possui um amplo espaço e um bom isolamento acústico, mas devido as quatro janelas de vidro a luz externa adentra a sala dificultando, um pouco, o uso do projetor de imagem (data show).

A estratégia de ensino foi aplicada no segundo semestre de 2018, no período vespertino, em uma turma de segundo ano, conforme autorização da escola (apêndice A), com 33 estudantes, sendo um de dependência. 15 desses estudantes eram do sexo masculino e 18 do sexo feminino, com idades entre 16 e 17 anos conforme o questionário de caracterização do perfil da turma (apêndice B). A seguir estão representadas as respostas dos estudantes coletadas através da aplicação do questionário de caracterização da turma.

Quando questionados sobre os principais motivos que levaram escolher o período da tarde para estudar, houve uma variedade de respostas, mas, notou-se uma igualdade em duas respostas. Entre o “não gostar de acordar cedo” e “trabalhar pela manhã”, porém, destaque, também, o fato de 9 estudantes “gostarem de estudar nesse horário” gerando um equilíbrio entre essas três respostas. (Gráfico 1).

Gráfico 1- Motivos dos estudantes escolherem o turno vespertino



Fonte: o autor (2019)

Em seguida procurei saber se entre eles haveria estudantes que teriam parado de estudar e por quanto tempo. Nesse caso, as respostas foram pouco diversificadas como podem ser observadas no quadro 3 e apesar de ter sido identificado estudantes, nessa turma, ausente da sala de aula por dois anos, estavam ainda na idade adequada para a série.

Quadro 3-estudantes ausentes da escola e por quanto tempo

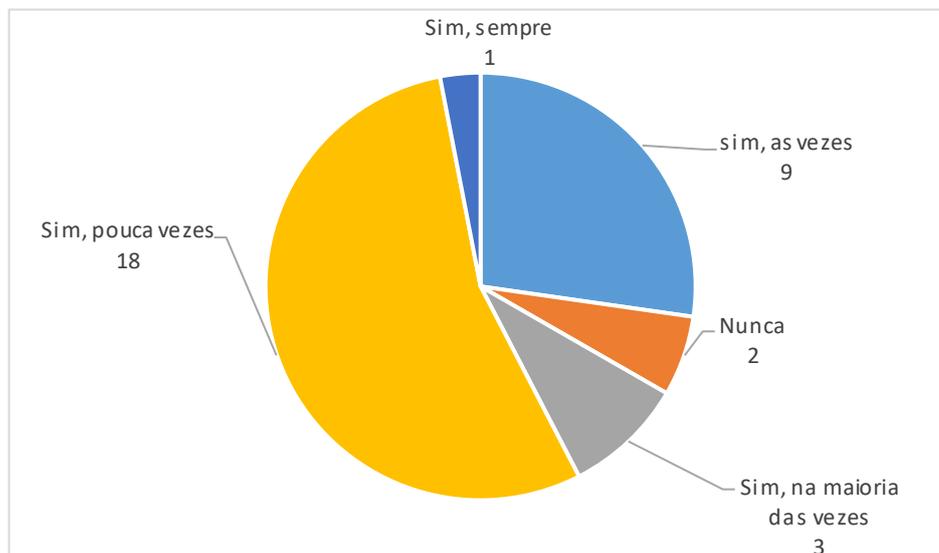
RESPOSTA	QUANTIDADE	TEMPO
Não	30	
Sim	02	2 anos
Sim	01	5 meses

Fonte: o autor (2019)

Na questão levantada sobre o principal meio de transporte utilizados para chegar à escola, todos foram unânimes em afirmaram que utilizam o ônibus para se deslocarem. Esse resultado pode ser entendido a partir das respostas da pergunta para saber o bairro de morada dos estudantes.

Observei que os 33 estudantes residem em 16 bairros diferentes 3 morando no planalto, situado a cerca de 20 km da escola e 1 na vila de Alter do Chão, situada a cerca de 27 km, sendo estes os mais distantes. A maioria dos estudantes moram em bairros periféricos da cidade. Os bairros citados pelos estudantes mais próximo a escola são: Prainha, Santíssimo, Jardim Santarém. Já os bairros Santo André, Jutaí, São José operário, Interventoria, Área verde, Uruará e Santana estão na periferia da cidade e apresentam maior problema de infraestrutura em relação aos bairros citados por eles.

Dessa forma notei a dificuldade que eles encontram para estudar juntos fora da sala de aula. Essa situação exige, assim, uma dedicação maior do estudante durante as aulas e em casa durante a revisão dos conteúdos. Contudo, as respostas relatadas não é o que pude observar para saber se durante a semana costumam reservar um tempo para os estudos (Gráfico 2)

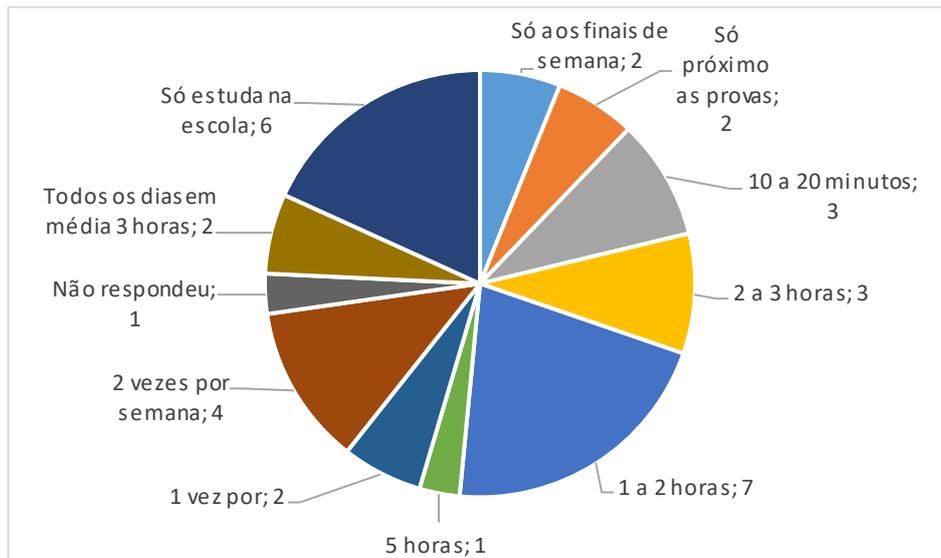
Gráfico 2- Resposta dos estudantes sobre estudar e fazer revisões

Fonte: o autor (2019)

Pelas respostas verifiquei que a maioria, 18 estudantes, como resposta disseram que poucas vezes param durante a semana para estudar ou fazer revisões dos conteúdos estudados nas aulas de física, portanto, é um resultado que interfere na aprendizagem.

Quando questionados sobre o tempo médio destinado por eles para estudarem fora da sala de aula, várias foram as respostas conforme mostra o gráfico 3.

Gráfico 3- Tempo que os estudantes estudam fora da sala de aula



Fonte: o autor (2019)

Levando-se em conta que 2 estudam próximo os dias provas, 1 não respondeu e 6 só estudam na escola, os outros tem um tempo reservado para estudar de 10 min por semana a 3h por dia. Pelo gráfico observei que a maioria reserva um pequeno tempo durante a semana para estudar física.

Após informar o tempo dedicado para os estudos, eles responderem o nível de dificuldades para aprender física. Numa escala de 1 a 5, onde 1 como nenhuma dificuldade e o nível 5 como dificuldade extrema. (Ver quadro 4)

Quadro 4-nível de dificuldade dos estudantes

NÍVEL DE DIFICULDADE	QUANTIDADE DE ESTUDANTES
1	02
2	14
3	10
4	07
5	0

Fonte: o autor (2019)

As respostas mostram que 16 dos estudantes tem pouquíssima ou não sentem dificuldade durante as aulas, 10 encontram-se na faixa intermediária mas, sete estão na zona de grande dificuldade de aprendizagem, próximas ao extremo. Inúmeros fatores podem contribuir, para isso, e talvez esses estudantes estejam na estatística daqueles que tiram pouco tempo para estudar fora da sala de aula.

Buscou-se saber, também, quais seriam as maiores dificuldades nas aulas. (Gráfico 4).

Gráfico 4 - Resposta das dificuldades dos estudantes nas aulas



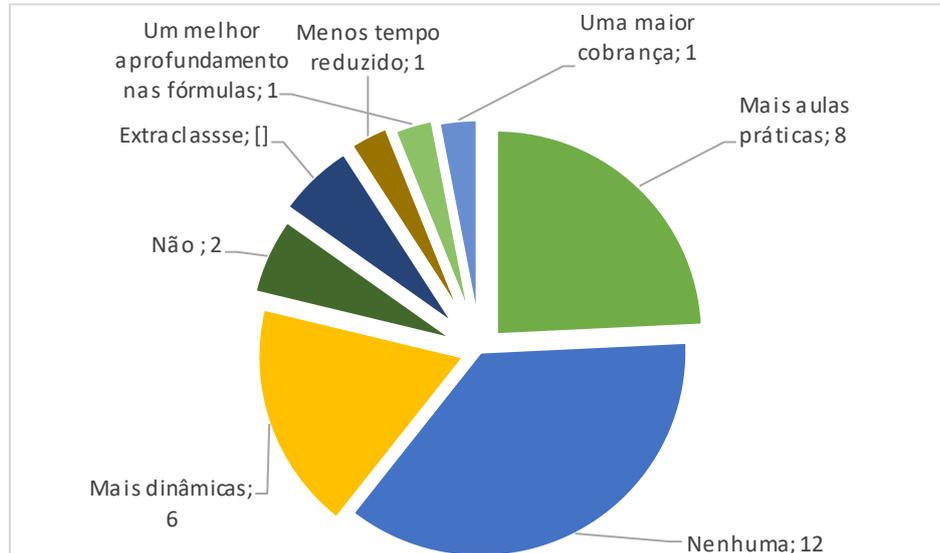
Fonte: o autor (2019).

Assinalada por 14 estudantes ficou evidente que a compreensão das fórmulas é considerada uma das maiores dificuldades e a segunda escolha com apenas 5 estudantes foi na resolução matemática de exercícios e problemas. Deixando um entendimento na existência de um certo bloqueio no formalismo matemático necessário para o progresso das aulas. Porém, poucos estudantes não conseguem compreender os conceitos físicos, apenas 3 deles disseram ter como obstáculo a compreensão.

Os participantes ainda, tiveram a oportunidade de sugerir melhorias para as aulas de física. Resultando em diversas propostas: 8 estudantes gostariam de mais aulas com práticas experimentais que poderiam está relacionada com aulas mais dinâmicas sugerida por 6 estudantes, também ligadas a aulas extraclasse, opinião de 2 estudantes. Houve, ainda, uma reclamação sobre aulas com tempo reduzido que ocorre em certos momentos na escola como: o dia de reunião com os pais.

Porém, 12 participantes sentem-se satisfeitos com a prática pedagógica do professor afirmando que não fariam nenhuma mudança (Gráfico 5)

Gráfico 5 - Sugestões dos estudantes para melhoria das aulas

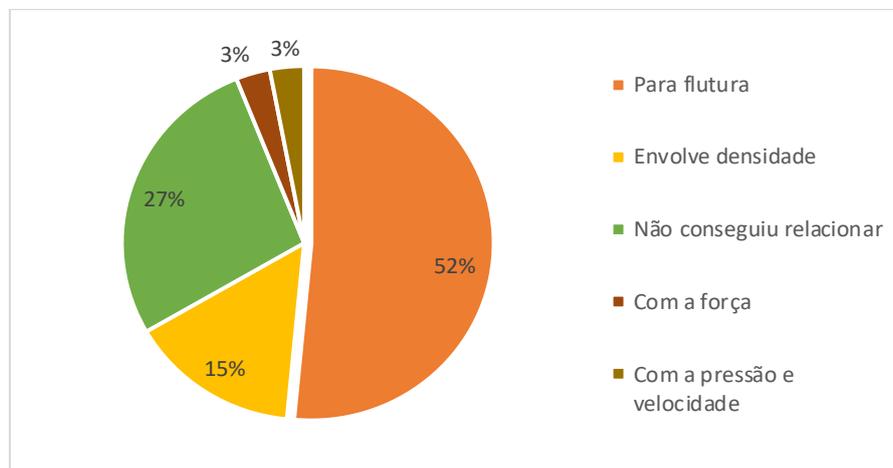


Fonte: o autor (2019)

Na finalização do questionário perguntei para os estudantes que relação eles conseguem perceber entre a Física e as embarcações?

A maioria deles 52% acredita que o fato de um barco flutuar sobre as águas está diretamente ligado com a física e ainda 15% dos estudantes relacionou a densidade, talvez para explicar a flutuação. Tivemos 3% das respostas direcionada a presença de força e 3% com pressão e velocidade. Desse modo, dos 33 participantes 73%, ou seja, 24 estudantes ligou o tema à física e apenas 27% não percebeu a presença dessa ciência nas embarcações (Gráfico 6).

Gráfico 6 - Qual a relação que eles fazem da Física com as embarcações



Fonte: o autor (2019)

O questionário serviu para analisar o interesse dos estudantes e suas motivações em relação a disciplina; além de observar as dificuldades que eles encontravam para reunir fora da escola com o objetivo de estudar ou preparar trabalhos expositivos como o que estava previsto na sequência didática. Assim, foi possível elaborar a melhor maneira para que os estudantes pudessem desenvolver de forma mais produtiva as atividades da proposta.

O capítulo seguinte, dos resultados, será mostrado como foi estruturado o produto educacional, aplicação da SD com todas suas etapas, finalizando com as potencialidades e os desafios observados durante aplicação da pesquisa.

5 RESULTADOS

Nesse capítulo apresentarei a descrição do produto educacional elaborado, descreverei as atividades da SD realizadas com os estudantes que aqui são identificados com codinome **A** e o seu número na frequência e, são feitas análises dessa aplicação, com base nos dados presentes nos instrumentos de coleta, com minhas inferências e nos referenciais teóricos adotados. Para identificar as potencialidades no desenvolvimento da proposta, ressaltando-se as articulações com elementos da perspectiva CTS. Apresentarei alguns desafios que surgiram na aplicação da SD e por fim é farei um comparativo das respostas dos estudantes às questões do texto motivador a fim de identificar a compreensão sobre o tema.

5.1 Produto educacional

Como já apresentado na introdução, o produto educacional elaborado consiste em um material instrucional que contém uma sequência didática na qual permiti compreender como as embarcações conseguem manter o equilíbrio estável durante a navegação, que fatores influenciam nesse equilíbrio ou possível desequilíbrio e que fatores são responsáveis por ela não afundar (flutuabilidade). As explicações desses fenômenos perpassam por conhecimentos de Hidrostática e propõe-se a abordagem de conteúdos como Princípios de Pascal, Arquimedes e Stevin, densidade, forças, centro de gravidade e centro de empuxo para responder alguns questionamentos.

Esse material instrucional é destinado aos professores de física do ensino médio e está organizada em quatro seções e bibliografia consultada (Ver produto educacional completo no Apêndice I). A seguir destacamos os elementos principais de cada uma dessas seções.

5.1.1 Primeira seção: introdução

A *primeira seção* consiste em uma introdução onde descreve-se as características de uma proposta temática, a justificativa da escolha do tema, quais as características da sequência didática e são feitas orientações de como o professor pode fazer uso do material.

5.1.2 Segunda seção: sequência didática

Na *segunda seção* apresento a proposta de sequência didática em um quadro, detalhada nos três momentos do ensino através de temas regionais (BRITO, 2004) com objetivo, Metodologia e estimativa do tempo previsto para cada atividade.

Mostro uma proposta de texto motivador com contexto regional de Santarém (Anexo A do produto educacional) para ser trabalhado na primeira etapa (Apresentação do tema). O texto motivador consiste em uma narrativa em forma de convite para o estudante conhecer um estaleiro⁴ e durante a leitura são apresentadas informações sobre as construções de embarcações, situações do cotidiano relacionadas à região Norte, curiosidades, perguntas e notícias relatando acidentes marítimos e fluviais. Essa fase tem a função de inquietar o estudante, deve gerar discussões, dúvidas, provocar a busca de informações. Essas inquietações servirão de base para o segundo momento.

Para o segundo momento (Aprofundamento) no qual devem ser desenvolvidos de forma mais aprofundada os conceitos físicos, sugeri algumas atividades que os professores possam desenvolver com os estudantes. Nessa fase comecei a trabalhar as questões levantadas no primeiro momento (tanto no texto motivador quanto outras que tenha surgido) e a partir das hipóteses dos estudantes a abordar as respostas aos questionamentos de forma mais científica. No terceiro momento (produção/avaliação) são propostas atividades individuais e coletivas, com objetivo de avaliar os conhecimentos adquiridos pelos estudantes a partir de suas produções e desenvolvimento ao longo das aulas.

5.1.3 Terceira seção: sugestão de leituras e materiais complementares

Na *terceira seção* são feitas sugestões de leituras e materiais complementares que podem auxiliar os professores no desenvolvimento do tema. São sugeridos textos e vídeos disponíveis *on line* com o endereço eletrônico.

⁴ BUENO, Silveira. **Estaleiro**: s.m. Lugar onde se constrói ou conserta navios. 2 ed. Dicionário, 2007

5.1.4 Quarta seção: considerações finais

Na quarta seção do produto educacional apresento as considerações finais onde trago algumas reflexões sobre o atual cenário do ensino de física e das contribuições que o produto educacional pode trazer para a atualidade.

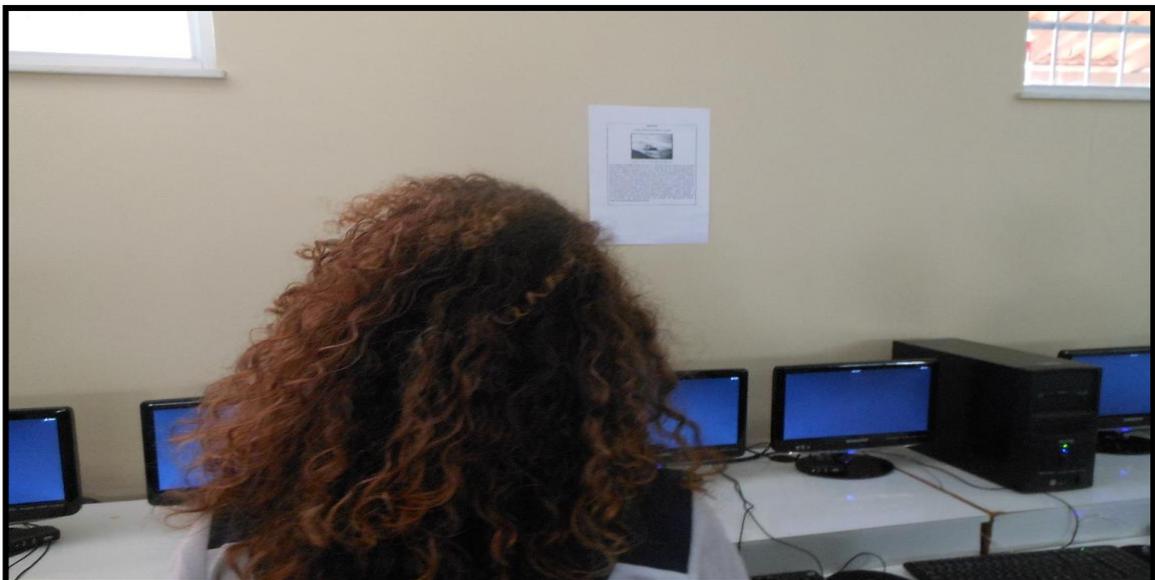
5.2 Aplicação da sequência didática

5.2.1 Primeira etapa: a apresentação do tema

Nesta etapa, com o objetivo de apresentar o tema aos estudantes de modo a motivá-los para o estudo. Após preparar o ambiente da sala de informática para receber os estudantes, estes foram entrando na sala calmamente, observando a ambientação; com um fundo musical regional de uma música que representa um pouco da cultura santarena: “*Esse rio é minha rua*” (ANDRÉ; BARATA, 1976). Alguns apresentaram um semblante de surpresa, porém, de aceitação.

Aos poucos começaram a ler os cartazes com informações contidas no texto motivador que estavam na parede da sala (Ver foto da figura 14). Alguns estudantes fixaram seus olhares nos slides que mostravam imagem de embarcações, estaleiros e outras. A sala estava organizada em forma de semicírculo, com as cadeiras viradas para os computadores, onde os estudantes fariam a leitura do texto.

Figura 14 – Imagem de aluno lendo uma das notícias do texto motivador fixadas na parede



Fonte: Willian Frota (2018)

Após se passarem 10 minutos foi pedido para os estudantes sentarem em frente aos computadores para leitura do texto motivador. Todos receberam o texto impresso, porém, como a versão impressa não era colorida, usaram a versão digital para leitura nos computadores da sala enquanto as hipóteses eram escritas no texto impresso para posterior coleta.

Não havia computadores suficientes, apenas 28, contudo, todos os 33 estudantes haviam recebido o texto impresso, dessa forma, todos puderam fazer a leitura. Orientei-os para que lessem com calma atentando para os detalhes que apareciam. De início os estudantes ficaram agitados, mas após alguns minutos silenciaram demonstrando concentração e interesse pela atividade que lida por eles. Em certos momentos pude ouvir pequenos comentários uns com os outros em relação ao texto, mas, a concentração e o silêncio dominavam a sala.

Passados cerca de 15 minutos, da leitura individual, iniciou-se a leitura coletiva, dando destaque para as figuras do texto e enfatizando-se algumas partes importantes, como o estilo de escrita (em forma de convite), as imagens do lago do Mapiri, as partes de uma embarcação, perguntas e notícias relacionadas a naufrágios.

As perguntas que eram feitas no texto motivador tinham a intenção de instigá-los a pensar sobre possíveis respostas (hipóteses) que iam ao encontro de conceitos físicos, mas que não necessariamente soubessem definir os conceitos/princípios inicialmente. Nessa etapa, orientei a turma a anotarem suas hipóteses no próprio texto impresso e outras dúvidas, caso tivessem. Ao chegar na primeira pergunta do texto⁵, não mostraram ter dificuldade em levantar suas hipóteses, apenas a estudante A26 dizia que não sabia o que escrever, mas a orientei para não se preocupar se sua resposta estaria certa ou errada e assim, ela tentou responder.

Chegando nas figuras que mostravam a caverna⁶ de um barco a estudante A33 perguntou se o **barco de ferro também tem a estrutura como os barcos de madeira** e respondi que em outro momento poderíamos encontrar essa resposta, ou seja, na fase de aprofundamento. Na segunda pergunta⁷ os estudantes, também, não pareciam sentir dificuldade para levantarem suas hipóteses. Ao chegarem na

⁵ **Pergunta 1:** Por que algumas madeiras flutuam sobre a água e outras, não?

⁶ **Caverna:** São como “costelas” do barco de madeira que podem ser observadas durante a construção. São vigas transversais à quilha.

⁷ **Pergunta 2:** Por que a quilha tem que ser feita de madeira que afunda e o restante do barco não?

terceira pergunta⁸ alguns estudantes falaram que não sabiam o que é um casco. Foi preciso recorrer a outras figuras contidas no texto para esclarecer. Nessa pergunta eles tiveram maior dificuldade para responder e pediram um pouco mais de tempo.

Os momentos de leitura das notícias foram de grande agitação na turma pois, mostravam naufrágios ocorridos na região do rio Amazonas e Tapajós, contextos locais e, também, contextos internacionais de grande repercussão. Quanto à notícia do acidente do barco Sobral Santos que ocorreu no município de Óbidos-PA, às margens do rio Amazonas, que levou à morte muitas pessoas, eles mostraram-se impressionados.

É importante fazer algumas considerações sobre esse momento da atividade. A princípio havia planejado apenas a leitura do texto coletivo entre professor e estudantes, no entanto, quando percebi o comportamento calmo dos estudantes e desejo pela leitura, decidi que eles lessem inicialmente o texto e depois fizéssemos a leitura coletiva. A partir da mudança de estratégia foi possível obter um melhor aproveitamento.

Outro detalhe que pode ficar como sugestão para quem desejar aplicar a proposta é instigar o máximo possível os estudantes para que apresentem suas dúvidas e façam questionamentos para que possam ser respondidos nas aulas seguintes. Deixar algumas sinalizações das respostas a algumas dessas questões pode ser importante para que os estudantes sejam estimulados para a aula seguinte. Para essa etapa foram necessárias duas aulas de 45 minutos.

5.2.2 Segunda etapa: o aprofundamento do tema

O aprofundamento aconteceu em quatro dias com total de seis aulas de 45 minutos, o objetivo principal era responder as perguntas propostas no texto motivador e as possíveis dúvidas que haviam surgidas durante a leitura do texto.

No primeiro dia destinado ao aprofundamento, foram recapituladas as perguntas do texto motivador, e destaquei a primeira pergunta para ser discutida: **Por que algumas madeiras flutuam sobre a água e outras não?** Projetei em *slide* as hipóteses dos estudantes à referida questão, respondidas na aula anterior, e

⁸ Pergunta 3: Por que deve ser oco o casco de uma embarcação?

disponibilizei os textos auxiliares⁹ que iam ao encontro de respostas e após a leitura desses textos foi informado que retornaríamos para analisar as hipóteses. No decorrer da leitura dos textos auxiliares fizemos paradas para destacar alguns conceitos físicos e para saber se estavam entendendo. Ainda nesse momento foi respondida a primeira pergunta (quadro 5)¹⁰.

Quadro 5 - Solução da primeira pergunta.

Por que algumas madeiras flutuam sobre a água e outras não?

Essa situação de algumas madeiras flutuarem sobre a água e outras não, está ligada a uma característica dos corpos e substâncias que relaciona o quanto de massa tem distribuída no volume, ou seja, à **densidade** do corpo ou da substância. A densidade é expressa pela a razão entre a concentração de massa (m) de uma substância num determinado volume (v). Veja a Equação (1).

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

Na equação (1) m representa a massa e v o volume, dados em quilograma (kg) e metros cúbicos (m^3), respectivamente, no Sistema Internacional de Unidades (SI). A unidade de densidade no SI é kg/m^3 . Entretanto, o g/cm^3 , é muito utilizado. Fazendo a relação matemática em que $1Kg = 1000 g$ e $1 m = 1000 cm$, decorre então que $1g/cm^3 = 1000 kg/m^3$.

Quanto maior a massa do corpo ou substância para um mesmo volume, maior será a densidade e quando mergulhamos um corpo em uma substância ele irá flutuar se tiver menor densidade que o líquido e irá afundar se tiver maior densidade do que o líquido. Assim, caso a madeira seja mais densa que a água, ela afunda e se for menos densa que a água, ela flutua. A densidade da água é $1g/cm^3$ (ou $1000kg/m^3$). Caso se coloque uma peça de madeira de Pinho ($d=0,43g/cm^3$) sobre água, ela irá flutuar porque é menos densa que a água, mas se colocarmos uma peça de madeira de jacarandá ($d=1,05g/cm^3$), ela irá afundar por ser mais densa que a água.

Fonte: o autor (2019)

O espaço para discussões era constante e a participação dos estudantes era evidente. Depois da leitura e discussões conceituais sobre a solução da primeira questão do texto motivador voltei ao slide com as hipóteses para verem quais estavam corretas e quais estavam erradas e porquê. Ao final da aula, com o auxílio do estagiário, foi distribuída a lista de exercício de 20 questões (Anexo B) para iniciarem a resolução, em casa, e serem discutidas nas aulas posteriores. Os exercícios foram cuidadosamente selecionados e elaborados com base no tema e nas discussões das aulas. Para esse dia, ficou em destaque a importância dos

⁹ Textos disponíveis em: <https://guiadoestudante.abril.com.br/estudo/resumo-de-quimica-densidade/>; <https://escolakids.uol.com.br/densidade.htm>; <http://charter.costasur.com/pt/quilla.html>; <http://www.webventure.com.br/quilha-o-contrapeso-do-veleiro/>; http://www.cepa.if.usp.br/e-fisica/mecanica/basico/cap29/cap29_05.htm. Acesso em: 03 nov. 2018.

¹⁰ Para que o leitor possa melhor compreender como se deu a discussão das questões na aplicação da sequência didática, apresenta-se para cada questão ao longo da dissertação um quadro com uma possível resposta à indagação com base nos princípios físicos.

textos e dos exemplos práticos para facilitação do ensino-aprendizagem. Nesse dia, foi necessária uma aula de 45 minutos.

No segundo dia a aula aconteceu na própria sala de aula dos estudantes, pois, o laboratório estava ocupado com outros professores que estavam em reunião. Entretanto, percebi que esse fato foi favorável para aula, pois eles ficaram mais à vontade, talvez por estarem familiarizados com aquele ambiente. As cadeiras foram dispostas em forma de semicírculo na mesma posição que ficavam no laboratório. Iniciamos relembando a última aula, revendo a primeira pergunta e alguns conceitos.

Direcionei que iríamos em busca das respostas para a segunda e a terceira pergunta do texto motivador e novamente mostrei a eles os slides com as hipóteses apresentadas por eles para a primeira pergunta. **Por que a quilha¹¹ tem que ser feita de madeira que afunda e o restante do barco não?** E assim como na aula do dia anterior, informei que após a leitura dos textos auxiliares retornaríamos para as hipóteses para verificar sua veracidade.

Começamos a leitura fazendo pausa quando necessário para ouvir os comentários e considerações dos estudantes. No segundo texto que falava sobre a quilha móvel como um avanço tecnológico para melhorar a navegação e aumentar a velocidade dos veleiros, os estudantes mostraram-se interessados e surpresos, pois não imaginavam que a quilha de uma embarcação podia ser móvel.

Em seguida propus uma atividade experimental I (apêndice G) com objetivo de comparar o equilíbrio da casca de ovo com o de uma embarcação. Os estudantes foram divididos em cinco grupos e com o auxílio do estagiário os materiais foram distribuídos. Orientados pelas imagens dos slides eles executaram a atividade. Foi um momento de muita interação e discussão, a intenção era que eles conseguissem comparar a casca do ovo com o casco de um barco e as pedrinhas com a quilha.

Após esse momento falei que para embarcações de grande porte só a quilha não é o suficiente para manter o equilíbrio, é necessário que tenham lastros¹². Então aproveitei a informação para perguntar se todos sabiam o que era um lastro e ninguém sabia. Apresentei no slide o significado e foi aproveitado o momento para

¹¹ “A **Quilha** é em náutica uma peça forte - na origem em madeira - da embarcação que se estende da proa à popa, na parte inferior da nave, e se fixam as peças curvas onde se pregam as tábuas do costado.

¹² Lastro: Peso colocado no porão de um navio para que ele se equilibre na água. Disponível Acesso em: <https://www.dicio.com.br/lastro/> 29 jul. 2019.

mostrar à turma como eram os lastros das caravelas e das naus da época de Pedro Álvares Cabral, com pedras, barris e sacos de areia (ver figura 15). Foi também explicado que havia diferença entre caravelas e naus, que as naus eram navios de grande porte para longas viagens e com capacidade para até 200 homens. Já as caravelas transportavam cerca de 20 tripulantes.

Figura 15 - A foto mostra a réplica da Nau de Cabral e materiais utilizados como lastro



Fonte: Nilzilene Gomes (2012)

Os estudantes ficaram impressionados e o estudante A20 achou curiosa a forma como eram feitos os lastros. Nesse momento foi respondi à pergunta (Ver quadro 6) e em seguida retornamos às hipóteses da segunda pergunta, pedi para que eles lessem e discutissem as certas e as erradas com base no que haviam aprendido.

Notei pelas falas dos estudantes, como relata o estudante A5, que haviam entendido o porquê da quilha ser feita de madeira que afunda. Então, a quilha sendo mais densa ela ajuda o barco a ficar dentro d'água e assim mantém seu equilíbrio.

Quadro 6- Resposta da segunda pergunta

Por que a quilha tem que ser feita de madeira que afunda e o restante do barco não?

Agora que já entendemos o conceito de densidade fica mais fácil de explicar. A madeira itaúba tem densidade menor que a da água, isso faz ela flutuar sobre as águas do rio. Se o barco sofrer um naufrágio ele demorará mais tempo para afundar totalmente. Daí a exigência dos donos das embarcações na fabricação, utilizando madeira itaúba.

Em relação a quilha ser feita de madeira que não flutua, e sim afunda, é para ajudar no aumento de densidade e na estabilidade do barco, principalmente quando ele está sem cargas. O restante do barco poderia ser feito tanto de madeira que afunda ou não, mas, a quilha não. Por ela possuir uma densidade maior que a da água, ela afunda mantendo uma parte do casco do barco submerso. Caso sua densidade fosse menor que a da água o barco viraria para um dos lados, conforme mostrou a experiência I da casca do ovo que foi feita em

Fonte: o autor (2019)

Em seguida mostrei a terceira pergunta. **Por que deve ser oco o casco de uma embarcação?** Novamente mostrei as hipóteses que eles haviam dado a essa questão e começamos a leitura do texto auxiliar. Durante a leitura foi perguntei se uma garrafa pet cheia d'água afundaria no rio. Nesse momento houve grande discordância entre eles. Nesse momento deixei que a discussão acontecesse por algum tempo e eles tentavam provar quem estava certo ou errado.

No final, não foi preciso intervir, pois eles entenderam que a densidade da garrafa com água seria maior do que da água e por isso, afundaria. Assim como na segunda pergunta, para facilitar o entendimento e a solução da terceira foi preparada uma atividade experimental II (Apêndice H). O objetivo era comparar a massa de modelar com o casco do barco. Eles foram separados em grupos e receberam do estagiário os materiais. De forma interativa eles realizaram a atividade com um pouco mais de tempo para que todos pudessem participar. Após cada atividade, abordava-se os conceitos físicos relacionados e sempre lembrando onde queríamos chegar, ou seja, na compreensão da questão. Em seguida respondi à pergunta três (Ver Quadro 7).

Quadro 7 - Resposta da terceira pergunta**Por que deve ser oco o casco de uma embarcação?**

Você já deve ter notado que objetos ocos como: bolas, boias, garrafas vazias, tem uma maior facilidade para flutuarem sobre as águas. Além desses objetos podemos citar, também, embarcações que não possuem casco de madeira, mas, são feitos de ferro, alumínio, fibras e outros materiais e conseguem mante-se flutuando. Essa situação envolve a densidade e já sabemos da sua relação direta com as grandezas massa e volume. Então, para entendermos, é necessário observarmos a presença dessas grandezas em objetos ocos que flutuam sobre a água. Conforme mostrou a experiência II da massa de modelar feita em sala.

Associando essa situação, ao barco, notamos que oco do casco, apresenta um volume que é ocupado pelo ar. Ocasionalmente, também, uma densidade média menor do que a da água fazendo-o flutuar sobre ela. É importante considerar que se o ar tem densidade é porque também tem massa e tendo massa ele exerce uma força sobre a superfície do casco. Essa relação da ação de uma força sobre uma superfície, resulta na grandeza física chamada de pressão. Podemos verificar que além dessa pressão provocada pelo ar, também, existe uma outra forma de pressão produzida por materiais sólidos e estão muito presentes no nosso dia-

Fonte: o autor (2019)

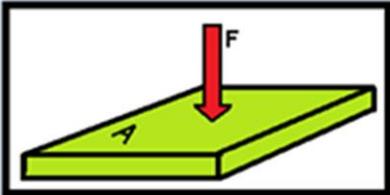
Durante a leitura das respostas notei pelo comportamento participativo da turma que haviam entendido a solução e continuei a explicação no quadro, no entanto, para explorar o conceito de pressão nos sólidos, conforme mostra o quadro 8 e ao final da explicação e da leitura dos textos voltou-se aos slides das hipóteses, fizeram a leitura e pedi para que eles analisassem a certa e a errada.

Quadro 8 – Definição da pressão nos sólidos

PRESSÃO

A pressão (P) nos sólidos podemos defini-la pela razão matemática da ação de uma (F) sobre uma determinada área ou superfície (A). Equação (2)

Figura 16 - aplicação de uma força



$$p = \frac{F}{A} \quad (2)$$

Fonte: Autor (2019)

No (SI) a pressão é medida em newton por metros quadrado (N/m²) que recebe o nome de pascal (Pa), em homenagem ao físico matemático francês Blaise Pascal (1629-1662). Já nos fluidos, como os gases, evidenciamos a massa de ar que atua sobre a Terra, ela é disposta em camadas e recebe o nome de atmosfera, assim, ela exerce uma pressão sobre o Planeta conhecida como pressão atmosférica, da mesma forma, como a pressão que ar faz sobre o casco do barco.

Fonte: o autor (2019)

No terceiro dia percebi já na entrada que os estudantes estavam agitados. A sala estava quente, a central de ar estava funcionando com dificuldade e eles já haviam ficados dois tempos sem aula devido à falta de um professor. Neste dia não os levei ao laboratório de informática porque só haveria uma aula com eles e preparar o laboratório iria demandar tempo e as centrais também estavam desligadas e levaria tempo para resfriar o ambiente, comprometendo parte da aula. Assim, decidimos permanecer na sala.

Depois de acalmá-los expliquei que iríamos trabalhar algumas questões do livro e da lista de exercícios. Ao perguntar se haviam tentado resolver a lista poucos responderam que sim. Iniciamos então a resolução de algumas questões de forma a sempre relacionar com as discussões ocorridas nas aulas anteriores. O estudante A1 estava muito participativo. Notei que ele havia resolvido a maioria das questões e estava confortável para perguntar. Depois de um tempo, outros estudantes passaram a interagir, demonstrando interesse e entendimento. Conforme, as questões eram resolvidas as discussões ganhavam mais sentidos para eles. As questões que exigiam formalismo matemático traziam um pouco mais de silêncio e atenção maior para aula e pareciam interessados no assunto.

A estudante A3 em alguns momentos pediu para retornar à explicação, sentindo um pouco de dificuldade na compreensão. No encerramento foi avisado que na próxima aula terminaríamos de responder as duas últimas questões do texto motivador e que retornaríamos para o laboratório caso a central de ar da sala continuasse com defeito.

Destaco nessa aula o interesse, a participação e o esforço dos estudantes em aprender mesmo numa sala desconfortável. Acredito que a motivação gerada nas aulas anteriores construiu para que prosseguíssemos com a aula.

No *quarto dia*, último dessa fase de aprofundamento, finalizamos a segunda etapa da sequência didática. Como a central da sala continuava com defeito, os estudantes foram recebidos no laboratório de informática. As cadeiras ficaram dispostas em forma de semicírculos, como nas aulas anteriores e expliquei que as aulas se destinavam a solucionar as duas últimas perguntas do texto motivador.

Mostrei no slide a quarta pergunta do texto. **Será que existe, também, forças que mantêm o barco flutuando? Justifique sua resposta.** Fizemos uma recapitulação dos acidentes relatados no texto motivador sobre o naufrágio do barco Aliança e do Titanic para mostrar da onde havia sido originada a pergunta. Em seguida, mostrei novamente as hipóteses que eles levantaram a essa questão.

Uma das hipóteses de um aluno que aparecia no slide era que não precisava de nenhuma força para manter o barco flutuando e houve um instante de grandes risos. Nesse momento já iniciou a discussão entre eles e aproveitei o momento para perguntar se eles saberiam responder que força mantinha o barco flutuando. A maioria falou que seria o empuxo. Foi possível perceber que eles haviam lido os textos auxiliares e já tinham o conhecimento da existência do empuxo. Todavia, não entendiam como ela agia.

Então, apresentei à turma um vídeo da história de Arquimedes¹³ e conseguiam visualizar a situação no seu dia-dia. O estudante A20 falou que agora ele entendia o porquê de objetos ficarem mais leves na água. A estudante A8 chegou à conclusão que seria por isso que ela se sentia mais leve quando estava no rio.

Nesse instante percebi uma grande empolgação na turma, todos queriam falar. Depois de algumas falas, visualizamos no quadro como se chegava na

¹³ Vídeo: Arquimedes - Ilustrando História. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=NRjafzwwlg>. Acesso em: 12 de nov. 2018.

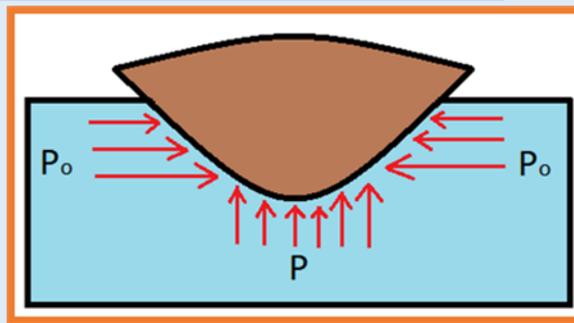
equação para se calcular o empuxo¹⁴. A seguir, no quadro 9, a solução mostrada pelo professor a quarta questão do texto motivador. Ainda, aproveitei para abordar a lei de Stevin.

Quadro 9 - Resposta da quarta pergunta

**Será que existe, também, forças que mantêm o barco flutuando?
Justifique sua resposta**

Sim, existe a força de empuxo que atua na direção vertical, dirigida para cima exercida por qualquer líquido que estiver um corpo mergulhado nele. Veja a Figura 17 a seguir. O esquema representa de forma simplificada a ação das pressões hidrostática P_0 no casco de um barco quando imerso na água, gerando forças opostas que se anulam. Restando a pressão hidrostática P que gera uma força vertical para cima no fundo do casco chamada de força de **empuxo**, também, conhecida como Princípio de Arquimedes (equação 3).

Figura 17 – pressão d'água no casco de um barco



Fonte: Autor (2019)

¹⁴ **Empuxo** é o nome dado à força exercida por um fluido sobre um objeto mergulhado total ou parcialmente nele. Também conhecido como Princípio de Arquimedes, o empuxo sempre apresenta direção vertical e sentido para cima Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-empuxo.htm>. Acesso em 12 nov. de 2018.

(Cont)

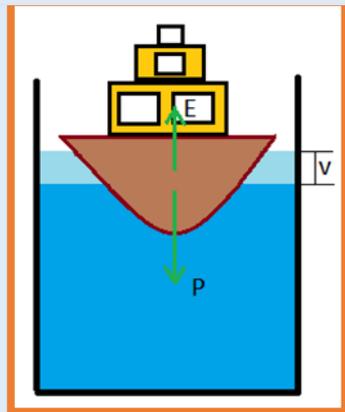
Veja que o empuxo (E) corresponde ao peso do volume do líquido deslocado (P) e é a força responsável pela flutuabilidade de um barco. (Figura 18).

Sendo $E = p$ e $p = m \cdot g$, assim $E = m \cdot g$, lembrando que $d = \frac{m}{v}$, fazendo

$m = d \cdot v$, Então:

$E = d \cdot v \cdot g$ (3) \rightarrow Princípio de Arquimedes

Figura 18 – Empuxo sobre um barco



E- empuxo
d- densidade do líquido
v- volume do líquido deslocado
g- aceleração da gravidade

Fonte: Autor (2019)

Observou-se, também, que existe uma pressão atuando no casco do barco que surge da ação do empuxo. Mas, que pressão é essa? Essa pressão é diretamente relacionada com a densidade e a altura da coluna líquida sobre o corpo. Essa forma de pressão é conhecida como lei de Stevin expressada matematicamente pela equação (4).

$P = \frac{F}{A}$, sendo $F = p = m \cdot g$, assim $P = \frac{m \cdot g}{A}$, fazendo $m = d \cdot v$

e $v = A \cdot h$, logo teremos:

$P = d \cdot h \cdot g \rightarrow$ lei de Stevin

Numa forma generalizada com atuação da pressão atmosférica P_o , podemos escrever:

$P_t = P_o + d \cdot h \cdot g$ (4)

sendo P_t a pressão total

d- densidade
h- altura da coluna líquida
g- aceleração da gravidade

Fonte: o autor (2019)

Para ter certeza se haviam entendido, perguntei para a turma: para uma mesma embarcação, onde o empuxo seria maior, no rio ou no mar? Novamente começou a discussão, mas, no final entenderam que o aumento da densidade da água do mar ou do rio também aumentaria o empuxo. Retornamos ao slide das hipóteses e pedi para que lessem e analisassem as certas e as erradas referentes a essa questão.

Antes da busca pela resposta da quinta pergunta perguntei se eles sabiam como os barcos eram lançados no rio após sua construção? A maioria respondeu que seria por meio de pontes, com uma espécie de alavanca para auxiliar. Expliquei que estavam corretos, entretanto, em certas situações é necessário o uso de guindastes para serem lançado. Aproveitei para explicar sobre o funcionamento do guindaste e falar sobre o princípio de Pascal. (Quadro 10). Nos slides foram visualizamos imagens que mostravam outros equipamentos que funcionam com o princípio de Pascal.

Quadro 10- Princípio de Pascal

PRINCÍPIO DE PASCAL	
<p>Ainda falando de pressão, você sabia que o aumento da pressão em um líquido em equilíbrio é transmitida integralmente a todos os pontos desse líquido e das paredes que o contém. Quem descobriu isso, foi o Físico e Matemático Francês Blaise Pascal (1623 - 1662). Ele criou o teorema matemático (equação 4) que nos ajuda a compreender o funcionamento de aparelhos e equipamento como: freios de automóveis, pontes hidráulicas, prensa hidráulica e outros.</p>	
$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$	(5)

Fonte: <https://www.todamateria.com.br/principio-de-pascal/> com adaptações.

Seguimos então para a quinta pergunta do texto motivador. **E quando um barco está com seu limite correto de passageiros e cargas, como ele consegue ficar em equilíbrio balançando para os lados sem virar?** Novamente vimos as hipóteses deles referentes a essa questão e em seguida voltamos à reportagem do Barco Sobral Santos relatada no texto motivador, frisando que o barco virou para um dos lados, devido ao desequilíbrio causado pelas cargas e passageiros.

Como os estudantes foram meus alunos no 1ª ano, em exceção a aluna A33, perguntei se eles lembravam o que era o centro de gravidade, mas poucos

lembravam. Então, foi feita uma breve revisão com o auxílio de um pequeno vídeo¹⁵. Nessa mesma aula falei sobre o torque dando exemplos e mostrando a sua importância para o barco voltar para seu ponto de equilíbrio. Conversamos um pouco sobre outros naufrágios que ocorreram em nossa região ocasionado por excesso de cargas e passageiros. Em seguida começamos a solucionar a questão conforme mostra o quadro 11 a seguir.

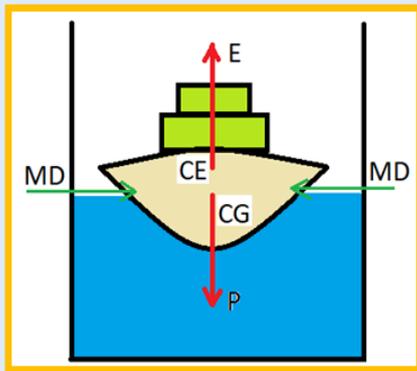
¹⁵ Vídeo: Centro de gravidade - o ponto de equilíbrio. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=cWsaHi-K0TY>. Acesso em: 12 nov. 2018.

Quadro 11 - Resposta da quinta questão

E quando um barco está com seu limite correto de passageiros e cargas, como ele consegue ficar em equilíbrio balançando para os lados sem virar?

Para responder, essa pergunta, aproveitaremos conceitos anteriores que nos ajudaram a chegarmos a solução desse problema. Na situação do acidente do Sobral Santos vimos que o barco sofreu um desequilíbrio quando os passageiros correram somente para um dos lados da embarcação, acarretando um excesso de peso levando-o ao naufrágio. Todos os barcos em seu projeto de construção naval, são levados em conta fatores como: o balanço durante fluabilidade, quando está com seu limite máximo de carga e passageiro ou quando está vazio. Já sabemos que quando um barco está sobre um rio existem duas forças atuando sobre ele o peso (P) e o empuxo (E), conforme a Figura 19.

Figura 19 - Esquema mostra o CE e o CG



Fonte: Autor (2019)

Centro de gravidade

É o ponto de aplicação da resultante das forças de atração que a Terra exerce sobre o corpo. Também é o ponto de equilíbrio do corpo.

Fonte: <https://www.grupoescolar.com/pesquisa/centro-de-gravidade.html> com adaptação.

O peso atua no **centro de gravidade** da embarcação (CG), sendo ele fixo e dependente da distribuição de massa da embarcação, está localizado na região de maior concentração de massa. No caso do empuxo ele está localizado no centro do empuxo (CE), fica no centro da massa d'água de maior deslocamento (MD), ou seja, na região da **carena**. Para que o barco fique sempre estável o (CE) deve estar sempre acima do (CG).

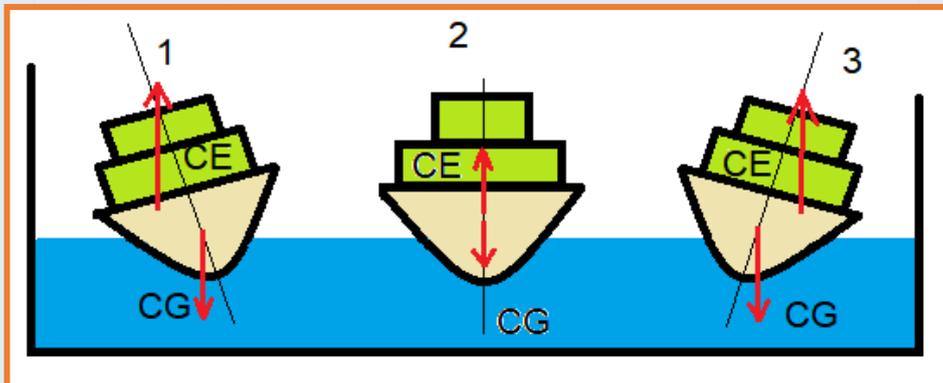
Carena: É a parte do casco do navio que fica submersa, também chamada de obras vivas. Fonte: www.escolanautica.com.br

Fonte: o autor (2019)

(Cont)

Observe os esquemas a seguir que mostraram o processo para que um barco se mantenha em equilíbrio:

Figura 20 - Esquema mostra como ocorre a estabilidade de um barco



Fonte: Autor (2019)

Na situação 1 e 3 da (Figura 20) o barco oscila para o lado e para o outro, mas, retorna a sua posição de equilíbrio na vertical, situação 2, devido o **torque** restaurador ocasionado pela força peso e pela força de empuxo que são sempre opostas e agem em pontos diferentes. Entretanto, caso o centro de empuxo fique abaixo do centro de gravidade, como já foi citado, o barco não conseguirá retornar e tombará totalmente para o lado podendo naufragar. Fato mostrado no acidente do Sobral Santos.

Torque

O torque, cujo nome vem de uma palavra em latim que significa "torcer", pode ser descrito coloquialmente como a ação de girar ou torcer de uma força F . Quando aplicamos uma força a um objeto com uma chave de fenda ou uma chave de grifa com o objetivo de fazer o objeto girar, estamos aplicando um torque. (HALLIDAY; RESNICK, 2012. p. 268).

Fonte: o autor

Porém, com o passar do tempo notei que já estavam cansados e por já não estarem tão participativos como no início da aula. Terminamos a aula com exemplos e relembramos os conceitos físico abordados nas aulas anteriores.

Destaquei nesse momento da atividade a importância de relacionar os conteúdos com o cotidiano deles o que tornou o ensino-aprendizagem mais motivador, gerando participação, envolvimento da turma e criando, também, uma maior motivação para o professor prosseguir com essa prática. Para essa sequência de atividades do quarto dia foram necessárias duas aulas de 45 minutos.

5.2.3 Terceira etapa: a produção/avaliação

O aprofundamento aconteceu em quatro dias com seis aula de 45 minutos, o objetivo principal era avaliar os conhecimentos adquiridos pelos estudantes a partir de suas produções e desenvolvimento ao longo das aulas. Para isso, os estudantes foram distribuídos em grupos para organizarem um trabalho de pesquisa bibliográfica e de campo, produzirem um trabalho escrito e finalizarem com uma exposição.

Primeiro dia de produção iniciei a aula explicando que iríamos avançar para o terceiro momento da pesquisa, onde passaríamos a buscar mais informações e conhecimentos sobre embarcações. Para isso, seriam formados seis grupos, três com cinco componentes e três com seis componentes. Perguntei, ainda para a turma, se já tinham lido os temas que eu havia enviado para estudante A9 repassar para o grupo de whatsapp da sala, a maioria disse que sim.

Escrevi no quadro os seis temas: Históricos; Importância social; Impactos ambientais; Princípios físicos envolvidos no equilíbrio e flutuabilidade; Processo de construção e Normas de segurança na navegação. E ainda, os dias da exposição; o tempo para cada equipe; a pontuação do trabalho escrito e da apresentação oral. Os temas foram escolhidos para contemplar as características do EFAT e do enfoque CTS. Expliquei que no material enviado para eles estavam todas as informações do que deveria ter no trabalho e sua formatação conforme as normas da ABNT. O estudante A20 se mostrou satisfeito, com a informação, pois disse que sentia muita dificuldade em formatação de trabalho.

Em seguida pedi que escrevessem os nomes dos participantes das equipes para fazer o sorteio dos temas e da ordem de apresentação. Após o sorteio e com definição dos temas para cada equipe começaram as perguntas. Quando e onde eles poderiam buscar as informações sobre os assuntos.

Antes que agitação aumentasse pedi para fazerem silêncio e expliquei que nas próximas aulas estaríamos nos reunindo no laboratório de informática para receberem orientações e pesquisarem sobre os temas e caso fosse preciso fazerem pesquisa de campo a escola emitiria os ofícios. Terminamos a aula mais cedo, o tempo foi reduzido para 30 minutos devido a programação preparada pela escola para celebrar o dia da consciência negra.

Segundo dia de produção nos reunimos no laboratório de informática. Após entrarmos na sala, pedi para que os grupos reunissem em frente aos computadores que em seguida conversaria com cada grupo para auxiliá-los na pesquisa.

Notei que algumas equipes como a do estudante A23, haviam anotado no caderno alguns tópicos para serem pesquisados. Caminhei pela sala observando os grupos e discutindo situações que poderiam deixar o trabalho mais interessante. A equipe da estudante A3 que vai abordar o tema Normas de segurança na navegação, perguntou se eles poderiam fazer alguma experiência que envolvesse o conteúdo. Respondi que não teria problema, contudo, que tivessem cuidado para não fugir do assunto.

A estudante A30 pediu para que eu explicasse como ela poderia falar sobre o Histórico das embarcações, tema da sua equipe. Sugerir algumas ideias e pedir para se dividirem nos computadores para terem uma quantidade maior de informações e discutirem entre si. Os estudantes A21 e A15 perguntaram se poderiam gravar um vídeo para explicar o tema de sua equipe. Pedi somente para que tivesse a participação de todos e que fosse uma parte da apresentação.

Depois de um tempo sentei e fiquei observando o comportamento dos estudantes. Em certas horas as falas ganhavam uma intensidade que não dava para escutar mais nada, só a voz dos estudantes. Em nenhum momento pedi para calarem ou discutirem mais baixo porque, conforme os grupos iam se entendendo o barulho ia perdendo espaço.

Passados uns minutos, caminhei novamente pelas equipes observando e perguntando se estavam conseguindo bons resultados, a maioria mostrou-se surpresos com algumas descobertas. Finalizei a aula pedindo para que no próximo

encontro me trouxessem um esboço do trabalho. Avisei que em caso de dúvidas poderiam me procurar na escola ou entrar em contato pelo whatsapp.

No terceiro dia de produção, devido à chuva que caía sobre a cidade poucos compareceram à aula, de 33 estudantes apenas 13 estavam presentes. Após fazer a frequência verifiquei se havia representantes de todas as equipes, apenas a equipe do tema Normas de segurança na navegação não estava representada. Então, conversei com cada representante para verificar o andamento do trabalho.

O estudante A1, comentou que estavam bem adiantados e finalizando os slides da apresentação. A estudante A 22, perguntou se poderiam abordar outros tipos de embarcações como as balsas, respondi que ficassem à vontade para falarem sobre qualquer tipo de embarcação. Ela ainda, mencionou que sua equipe iria fazer uma visita a um estaleiro.

O estudante A19, da equipe responsável pelo tema “Processo de construção das embarcações”, falou que sua equipe depois das pesquisas feita durante a última aula, no laboratório de informática não produziram mais nada. Avisei que as apresentações já seriam na próxima semana e deveriam aproveitar o tempo.

A estudante A12 relatou, sorrindo, que estava feliz com o tema escolhido pelo seu grupo em razão de terem descobertas intrigantes e que não sabiam que a História das embarcações, temas da sua equipe, traria conhecimentos tão interessantes. Ainda, faltava falar com o representante do grupo que iria abordar sobre a Importância social das embarcações, então perguntei para o estudante A14, o único presente da equipe como estava o trabalho.

Não obtive nenhuma resposta, visto que, ele não sabia nem falar o tema do seu grupo. Finalizei avisando que a próxima aula seria no laboratório de informática, eles teriam a oportunidade de finalizar suas pesquisas, caso fosse preciso. Ainda, pedi para informar aos outros colegas da importância do trabalho e para evitarem faltar na aula seguinte. Nesse dia, foi utilizado uma aula de 45 minutos.

Quarto dia de produção, esse foi o último dia da etapa de produção dos estudantes, nos reunimos novamente no laboratório de informática. Fiz a chamada e pedi para não ligarem os computadores, iria conversar com cada grupo. Comecei a conversa pelo grupo do tema da Importância social, do estudante A14, da aula anterior, que não sabia o tema da sua equipe.

Percebi que o A14 era exceção, os outros membros estavam focados no assunto, já haviam feito o trabalho escrito e a discussão ocorria sobre os tópicos que

acreditavam ser mais importantes para apresentação. O estudante A23 comentou sobre como seria importante destacar o uso das embarcações na proteção das fronteiras do país, comentei que não havia observado esse fato e seria muito bom falarem sobre isso.

Em seguida passei a conversar com a equipe do tema da História. O Estudante A33 perguntou se na fala deles poderia ser mostrada a evolução ocorrida no formato das embarcações. Disse que seria interessante, entretanto, seria importante destacar o contexto histórico que trouxe essa evolução. Chegando na equipe do tema Impactos ambientais, notei que estavam organizando uma visita a um estaleiro, onde o tio da estudante A22 trabalha.

A equipe já havia acertado o transporte e o horário da ida, porém, não haviam preparado nada do trabalho escrito, segundo eles, só iriam fazer o trabalho após a visita ao estaleiro. A equipe dos Princípios físicos, comandada pelo A1, não demonstravam dificuldade durante a elaboração do trabalho. O estudante A4 disse que a dificuldade estava em dividir entre eles a fala para apresentação; questionei sobre o trabalho escrito e segundo o A4 só faltava finalizar.

O grupo do tema Processo de construção foi o que demonstrou maior dificuldade em coletar material para sua pesquisa. Diferente dos outros grupos, não se encontravam fora do horário da aula para estudarem para o trabalho. Notei desinteresse e falta de responsabilidade dos componentes. Apenas o A31 mostrava-se preocupado. Chamei atenção do grupo, frisei que eles estavam sendo avaliados e deveriam ser responsáveis.

A última equipe a conversar foi a comandada pelo A21, do tema Normas de segurança na navegação. Esse grupo, mostrou-se o mais organizado, os membros participativos e demonstravam conhecer o assunto. Finalizei alertando, que na próxima aula as duas primeiras equipes já apresentariam os trabalhos e que todos mandassem para o meu email suas apresentações.

No quinto dia deu-se início às apresentações dos trabalhos expositivos e para cada equipe ficou destinado um tempo de 15 min. A primeira equipe falou sobre a História das embarcações. Apenas três participantes foram à frente para falar sobre o assunto. Um pouco tímidos e com a utilização do projetor multimídia. A fala da equipe iniciou com a estudante A12 que explorou as necessidades que levaram o homem a construir um transporte para navegar sobre as águas.

Em seguida a estudante A30 falou sobre a evolução da canoa para embarcações maiores porque, os mares não ofereciam condições para embarcações de pequeno porte navegarem. Isso, ocasionou o homem se aventurar na construção náuticas mais avançadas. A exposição finalizou com o estudante A33 destacando o avanço na construção mostrando imagem de como seria as primeiras e as embarcações atuais.

Ao final da apresentação a equipe ficou à disposição para responder os questionamentos da turma. Entretanto ninguém perguntou, então, fiz algumas considerações frisando a importância e os fatores que levaram o homem a construir as primeiras embarcações e agradei a equipe.

A segunda equipe a apresentar foi a da Importância social e diferente da equipe anterior todos foram para frente e mostraram-se bem preparados. A estudante A34 iniciou falando sobre os barcos escolares de sua importância para nossa região. Em seguida o estudante A11 falou sobre o turismo e a contribuição que esse tipo de transporte traz para o seu desenvolvimento.

O estudante A14, o mais nervoso, abordou em sua fala as ambulanchas¹⁶ e como elas ajudam a salvar vidas, principalmente na região Norte do país. O estudante A24 destacou a importância das embarcações para nossa cidade no transporte de carga e passageiros sendo o meio mais utilizada para viajarem.

E por fim, o estudante A23, muito bem preparado e como dizem os seus colegas “deu um show” fez uma fala sobre os navios de guerra e sua importância para proteção das fronteiras do país. Ao término abriu-se a fala para perguntas e como já estava no fim da aula permitir apenas três perguntas que foram respondidas pelo A 23. Parabenizei a equipe e agradei a turma. Isso aconteceu em uma aula de 45 minutos.

Sexto dia de avaliação, continuação das apresentações dos trabalhos expositivos iniciando com a equipe dos Impactos ambientais. Nessa equipe, todos falaram um pouco, mas quem utilizou quase todo tempo cerca de 10 minutos foi a estudante A21 que fez uma exposição bastante interessante e em muitos momentos relatou o quanto ela havia aprendido com a pesquisa do trabalho, principalmente em relação a produção do lixo que é jogado no rio em frente a cidade.

¹⁶ Viatura aquática (lança) equipada especialmente para atender e transportar enfermos e feridos; lanca equipada com serviço de ambulância para atendimento médico e transporte de pacientes. Disponível em: <https://www.dicionarioinformal.com.br/ambulancha/>. Acesso em: 20 de out. 2019.

Empolgada ela buscou conhecer de perto a realidade dos tripulantes e dos passageiros das embarcações fazendo visitas frequentes nesses barcos para obter melhor conhecimento sobre como é descartado o lixo produzido por essas pessoas. A equipe elaborou um questionário em forma de entrevista em seguida analisaram as respostas obtidas. Ao final a turma não fez perguntas, apenas comentários e elogios sobre o trabalho da equipe.

A equipe dos Princípios físicos aproveitou as aulas anteriores e fez uma espécie de revisão dos conteúdos; mostraram-se preparados e durante suas falas houve momentos de intervenção de alguns colegas no sentido de ajudá-los na conclusão das falas ou auxiliá-los em exemplos. Foi uma equipe que também chamou a atenção dos colegas e como a turma já havia participado bastante, no decorrer da apresentação não tiveram perguntas a serem feitas.

A quinta equipe que falou sobre o Processo de construção das embarcações. Três estudantes se destacaram durante a apresentação a estudante A8 falando sobre os tipos de embarcações e os materiais utilizados para sua fabricação, a estudante A9 que falou muito bem sobre a tecnologia envolvida na construção naval e o estudante A31 que trouxe imagens de projetos navais para falar sobre as partes dos navios durante seus processos de fabricação.

No segundo tempo de aula os estudantes aparentemente cansados, não fizeram perguntas para a equipe durante a exposição.

Para finalizarmos chamei a equipe que abordou o tema Normas de segurança. Essa equipe surpreendeu a turma, o estudante A20 utilizou de uma estratégia de apresentação que atraiu a atenção da turma quando entrou na sala equipado com um colete salva vidas, chamou a atenção dos colegas e falou sobre a importância do uso do colete e outros fatores importantes para navegar em segurança.

Todos tiveram seu momento de falar, mas, foi o A20 que chamou mais atenção dos colegas, imitando um comandante de navio; fez sua explanação e durante toda sua fala houve manifestação dos colegas para saberem mais sobre o assunto. Destacou que existem, hoje, barcos com grande tecnologia que permitem navegar com uma maior segurança, mas que os tripulantes devem manter-se bem informados para saber lidar com essa tecnologia. Finalizamos esse momento e agradei a todas as equipes manifestando minha satisfação pelas apresentações e destacando vários pontos que apreendi com eles: como o óleo que os barcos

despejam no rio durante a manutenção do motor; o tempo médio de vida das embarcações de madeira (20 anos); o uso correto dos coletes salva vidas; a importância das embarcações para proteção das fronteiras do país e tantos outros aprendizados.

Para finalizar a aula, como já havia combinado com eles, fiz o Quiz e pedi para arrancarem uma folha de caderno e por meio das minhas instruções escreveram as letras A, B, C e D que seriam as alternativas de escolha para as questões apresentadas no Quiz. Levei cerca de 10 minutos para fazer as perguntas e analisar as respostas dos estudantes, verificando o nível de acerto da turma.

Ao término pedi para eles fazerem barquinhos de papel utilizando os mesmos papéis que escreveram as letras; juntamos todos em frente ao quadro e tiramos várias fotos. Agradei toda turma pela participação em todas as etapas e quanto eles foram importantes nesse processo. Avisei que ainda faríamos uma prova como avaliação final. Foram necessários para esse dia duas aulas de 45 minutos.

A seguir será mostrado a forma de avaliação submetida aos estudantes quanto ao trabalho em grupo contemplando o enfoque CTS. (Ver quadro 12)

Quadro 12 - Critérios de avaliação dos trabalhos em grupo.

AVALIAÇÃO DOS TRABALHOS EXPOSITIVOS						
Grupos	Informações prestadas com clarezas e confiabilidade (5,0 pts)	Ligação do conteúdo com o cotidiano (5,0 pts)	Fazem reflexões, discussões que promovem tomadas decisões. (5,0 pts)	Fazem ligação da ciência com a tecnologia (5,0 pts)	Comentários do avaliador	Nota da exposição (2,0 pts)
Grupo 1						
Grupo 2						
Grupo 3						
Grupo 4						
Grupo 5						
Grupo 6						

Fonte: o autor (2019)

Na forma de avaliação mostrada no quadro 10 foi possível observar que durante as exposições a presença do enfoque CTS. Os estudantes adquiriram uma

postura crítica, reflexiva e conseguiram relacionar o conteúdo estudado com seu cotidiano. Notei, também, a relação que conseguiram fazer da ciência com a tecnologia, a sua importância para a sociedade e os efeitos dessa tecnologia sobre humanidade.

Sétimo dia de avaliação, nesse dia foi aplicada uma prova contendo as cinco questões do texto motivador e conforme eles terminavam o teste entregava o questionário de avaliação das atividades desenvolvidas. Observei que todos responderam a prova sem deixar nenhuma questão sem resposta, diferente do que ocorre normalmente, são raros os estudantes que conseguem responder todas as questões de uma prova. Me despedi da turma, aquele seria o último dia de aula e logo já estariam de férias. Isso aconteceu em uma aula de 45 minutos.

5.3 Potencialidades da proposta

Como já foi citado, o objetivo deste trabalho é verificar as potencialidades adquiridas pelos estudantes, os desafios para o professor e estudantes no desenvolvimento de uma SD tendo como base uma temática regionalizada balizada no enfoque CTS.

5.3.1 Potencialidade 1: permite que o estudante observe implicações sociais e éticas ligadas a tecnologia

No atual contexto mundial os debates sobre questões ambientais ganham força e maior importância notados através dos impactos causados pelo avanço científico-tecnológico. Para Moraes e Araújo (2012, p.82) faz-se necessário que o estudante possa “reconhecer o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social”.

Essa característica de uma abordagem balizada no enfoque CTS parece ter sido significativa para pelo menos 8 (oito) estudantes, pois deixaram explícito em seus relatos, como foi o caso dos estudantes A27 e A29:

[...] o óleo que ele joga pelo rio acho que tudo isso é um problema que as embarcações vêm trazendo para o meio ambiente. (RA-A27).

[...] é que para construir esses barcos há derrubadas de árvores e também a troca de óleo são feitas dentro d'água, com isso, prejudica muito a saúde de pessoas que moram nas margens desses rios. Outro ponto é o lixo que essas [pessoas que viajam em] embarcações jogam e com os dejetos dos banheiros. (RA - A 29)

Na avaliação que os estudantes fizeram da atividade, também foi possível perceber que eles consideram essas implicações sociais e éticas, especialmente relacionadas às questões ambientais. Trechos de falas dos estudantes durante a execução da proposta registrados no diário do pesquisador também retratam essa característica presente.

Bom, na região, as embarcações são totalmente interessantes porque é nelas que a gente viaja e pode prejudicar o meio. (AD - A17)

Pois, assim aprendemos que não deve-se degradar o meio ambiente, que as embarcações são de boa qualidade mas, no entanto, algumas, trazem prejuízo para natureza. (AD - A32)

[...] existe uma grande exploração de matéria prima para a construção de uma embarcação como a derrubadas de árvores e de extração de minério para fabricação de navios de ferro. (DP em referência à fala do estudante A9, 05/12/2018).

[...] busquei conhecer de perto a realidade dos tripulantes e dos passageiros das embarcações fazendo visitas frequentes nessas embarcações, para melhor conhecimento sobre como é descartado o lixo produzido por essas pessoas. (DP em referência à fala do estudante A21, 05/12/2018).

Esses fragmentos demonstram que os estudantes percebem os problemas sociais e ambientais provocados pelos impactos produzidos pela tecnologia (embarcações). São características que surgem no enfoque CTS que além de uma formação científica, deseja formar cidadãos conscientes ao uso das tecnologias. Para Auler e Delizoicov (2001, p. 4) “o desenvolvimento científico-tecnológico não pode ser considerado um processo neutro que deixa intactas as estruturas sociais sobre as quais atua”.

Espera-se que no ensino norteado pelo enfoque CTS os estudantes adquiram uma postura ativa que gere busca do entendimento por situações que envolvam o uso da tecnologia, o que pode ser percebido no relato dos estudantes A21 e A9 sobre como a produção tecnológica pode agredir o meio ambiente.

[...] estudar a natureza é possibilitar ao indivíduo passar de ser passivo para ser atuante, deixando de ser um consumidor passivo das tecnologias,

passando a questionar sobre os seus impactos ambientais, a sua forma de produção e custos para a sociedade, podendo optar por utilizar ou não o que lhe é oferecido. (BRAGA, PIRES, 2017, p. 5)

Essa postura crítica proporcionada pelo enfoque CTS também vai ao encontro da perspectiva freiriana de educação. Paulo Freire acreditava na importância de um ensino baseado numa temática contextualizada que levasse o indivíduo a ter reações como as observadas nos relatos aqui citados. Nas palavras do autor, “quanto mais assumam os homens uma postura ativa na investigação de sua temática, tanto mais aprofundam a sua tomada de consciência em torno da realidade...” (FREIRE, 1987)

5.3.2 Potencialidade 2: possibilita que o estudante perceba a importância da ciência e da tecnologia

O avanço da ciência tem gerado diversas transformações na sociedade atual, com mudança de níveis políticos, sociais e econômicos. De fato, é imprescindível que o progresso da humanidade esteja atrelado ao desenvolvimento técnico-científico. Segundo Moraes e Araújo (2012, p.82) é importante “compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura contemporânea”.

Verifiquei que pelo menos 10 estudantes apresentaram indicações explícitas em seus relatos de que conseguiram perceber a importância da ciência e da tecnologia como indicam os trechos dos relatos de dois estudantes.

Pude aprender a importância que as embarcações têm para a região amazônica, uma vez que famílias de comunidades distantes utilizam esse transporte para ter acesso a saúde, educação e até mesmo para o lazer... (RA - A34)

[As embarcações são...] capazes de socorrer pessoas que moram em lugares de difícil acesso, como as ambulanchas. [os barcos escolares são...] necessários para a educação de vários estudantes que moram nessas áreas de rios, possibilitando que frequentem a escola. (RA - A11).

Na análise que fizeram do material utilizado e nos registros do diário do pesquisador também destacam essa característica como indicam os trechos.

Todos devem aprender pelo menos uma vez na vida estudar sobre esse assunto pois, é de suma importância para nós devido a geografia da nossa região e o quanto isso contribui para nossa sociedade. (AD - A19)

Porque em alguns lugares pelos rios os ribeirinhos não têm colégios e precisam das embarcações para poderem ir para escola e estudar. (AD - A14).

As ambulanchas (lanchas que transportam os doentes) tem ajudado a salvar vidas em nossa região e por meio delas o auxílio a saúde chega nas localidades de difícil acesso. (DP em referência à fala do estudante A14, 04/12/2018).

As embarcações contribuem para o desenvolvimento do turismo para cidade de Santarém gerando emprego e lazer para a população. (DP em referência à fala do estudante A11, 04/12/2018).

Os relatos dos estudantes A11, A19 e A14 demonstram a relevância da tecnologia para a região e destacam fragilidades da sociedade, especificamente para os ribeirinhos, que dependem das embarcações para terem acesso a saúde e educação. Os estudantes percebem as transformações ocasionadas pela tecnologia (embarcações) e o relatos do A11 enfatiza o quanto elas contribuem para sociedade santarena.

Na atual conjuntura, observa-se que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia provocam transformações significativas na sociedade. Essas mudanças influenciam direta ou indiretamente na forma de vida das pessoas e conseqüentemente na convivência social. (FRANCO, PEREIRA, 2018, p.2)

5.3.3 Potencialidade 3: faz relações entre a física e a vida cotidiana do estudante

É importante que o estudante consiga relacionar o conteúdo estudado em sala de aula com seu dia-dia, assim, o ensino passa ter maior significado para ele. É necessário que haja uma relação do contexto tecnológico e social e as experiências cotidianas dos estudantes com o conteúdo (PINTO; VERMELHO, 2017). Dessa maneira, atividades que promovam o estudante de mero expectador a cidadão consciente e participativo na sociedade facilita o processo de alfabetização científica. Para Chassot (2013, p.2) “[...] ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza”. Para ele entender a ciência facilitará a compreensão do universo. (CHASSOT, 2013)

Verifiquei que pelo menos 6 estudantes em seus relatos apresentaram indicações explícitas de que conseguiram relacionar a física com seu dia-dia, como indicam os trechos dos relatos de dois estudantes.

Aprendi através desse conteúdo a ver a navegação com outros olhos, a partir de agora quando ver um barco não vou enxergar com os mesmos olhos e sim entender que para aquilo ser possível é necessária uma atuação do homem e da natureza através da Física. (RA - A 23)

[...] foi bom saber que por trás de qualquer coisa existe a Física envolvida, eu mesmo que moro em Santarém, uma cidade acostumada a usar embarcações, não sabia tanto sobre isso e que são necessárias várias coisas para um barco flutuar [...] (RA - A18)

Não somente nos relatos, mas na análise que fizeram do material utilizado foi possível observar essa relação e nos registros do diário do pesquisador também aparece essa característica, como indicam os trechos abaixo.

Aprendemos coisas adequadas os riscos que os navegantes correm durante uma viagem com a força dos rios. Assim, não vamos deixar acontecer com nós o que acontece com algumas pessoas que não sabem as normas de segurança. (AD - A 3)

Conseguir aprender sobre o processo de construção de uma embarcação e sobre a força empuxo que o faz flutuar. (AD - A 19)

...chegou à conclusão que seria por isso que ela se sentia mais leve quando estava no rio pois, recebia ajuda do empuxo. (DP em referência à fala do estudante A8, 14/12/2018)

...a pressão atmosférica nos auxilia durante a respiração pois, pressiona os nossos pulmões sem ela não seria possível viver na Terra. (DP em referência à fala do estudante A1, 13/12/2018).

Diante dos trechos citados pelos estudantes A23 e A18 é possível constatar um olhar diferenciado sobre a ciência física e que perceberam existência de uma relação direta da ciência com o desenvolvimento tecnológico. Para Forte e Alvez (2007, p.4) “o aluno deve estabelecer a relação entre o mundo natural (conteúdo de Ciência) o mundo construído pelo homem (tecnologia) e seu cotidiano (sociedade)”. Essa relação ganha maior significado quando o ensino é construído a partir daquilo que o estudante conhece ou faz parte de sua realidade.

5.3.4 Potencialidade 4: permite que o estudante adquira postura crítica e comprometida

Na perspectiva do enfoque CTS espera-se a formação de um estudante inquieto com as questões socioambientais e sinta-se estimulado a buscar maneiras para melhorar sua atitude diante de situações que desfavoreça o meio ambiente. É

necessário um ensino que desperte no estudante essa preocupação ambiental Para Araújo e Formenton (2013, p.3) “a construção de conhecimentos em torno da temática ambiental tem chamado a atenção para a necessidade de uma educação capaz de fomentar posições socialmente responsáveis, de modo a questionar ações que agridem o meio ambiente...”A abordagem de temas de relevância social pode contribuir para que o estudante adquira essa postura crítica e o leve a ter um comprometimento com essas questões.

Verifiquei que pelo menos 9 estudantes apresentaram em seus relatos (RA) indicações explícitas de postura crítica e comprometida, como indica os trechos dos relatos de dois estudantes.

[...] conversando com as pessoas que usam as embarcações eu vir o tanto de coisas que poderiam melhorar em relação as embarcações a atenção maior que eles poderiam ter pois, querendo ou não é o meio de transporte mais utilizado em Santarém... (RA - A21)

[...] a poluição dos rios que muitas das vezes não é necessariamente culpa das embarcações e sim nossa que jogamos lixo nos rios. O que mais deve melhorar é nossa atitude de seres humanos e nos conscientizar para não poluir nossos rios. (RA - A15)

Ainda foi possível observar na análise do material utilizado e nos registros do diário do pesquisador essa característica da abordagem CTS, como indica os trechos.

[...] despertar o interesse através de questões intrigantes que nos leve a pensar o porquê de certas situações, nos dando a oportunidade de raciocinar e debater sobre possíveis melhorias para nosso meio. (AD - A23)

Até então não sabia dessas questões sociais que envolvem as embarcações e com as apresentações dos trabalhos tive um excelente esclarecimento para mudar minha postura. (AD - A33)

[...] o uso do colete ajuda na fluabilidade e que em nossa cidade muitas pessoas já morreram por falta do não uso do colete, que infelizmente é uma cultura do povo achar que pelo o fato de saber nadar não precisa usar o colete salva vidas. (DP em referência à fala do estudante A20, 05/12/2018).

[...] o Brasil por meio dos navios de guerra protege as fronteiras contra o tráfico de drogas e de armas, mas, que esse combate não é o suficiente para impedir a entrada de drogas no país, porém sem a proteção dessas embarcações seria pior, mas podemos também ajudar nisso. (DP em referência à fala do estudante A23, 04/12/2018).

Através dos fragmentos observei que os estudantes estavam reflexivos e preocupados com as questões socioambientais durante o uso das embarcações. Os

relatos dos estudantes A21 e A15 demonstram essa inquietação e manifestam a necessidade de mudança de comportamento das pessoas. A temática regional tendo por base o enfoque CTS torna-se um fator facilitador para o processo ensino-aprendizagem, dá liberdade para o estudante participar, questionar, criticar e tomar decisões.

O enfoque CTS deve enfatizar aspecto relacionado com o interesse pessoal, a preocupação cívica, as perspectivas culturais e processos de investigação, no sentido de favorecer a participação ativa dos estudantes na aquisição de informação que possibilite desenvolver ideias e valores mediante estudo de temas locais e globais e de políticas públicas (PINTO; VERMELHO, 2017, p. 3).

Reforçando essa perspectiva, Richetti (2018, p.7) ressaltam que “o ensino de ciências com enfoque CTS pode ser abordado por meio de temas de relevância social, realização de atividades destinadas à resolução de problemas, confronto de diferentes pontos de vista...”. Entende-se, então, que o ensino por temas aliado ao enfoque CTS permite ao professor a possibilidade de desenvolver uma prática docente mais próxima a realidade do estudante, como também oferece uma formação científica mais consciente.

5.3.5 Potencialidade 5: o estudante sente-se atraído pela ciência

É importante que o estudante se sinta motivado a estudar, para isso, é necessário que haja a implementação de metodologias que desperte essa motivação. Pretende-se que o interesse dos estudantes pelo conhecimento científico esteja relacionado com seu uso de forma consciente, assim, ele poderá ter uma visão mais ampla da ciência e da sua relação com a tecnologia. “Um dos objetivos do enfoque CTS é de promover o interesse dos alunos em relacionar ciência e tecnologia à fenômenos cotidianos” (AULER, 2007).

Verifiquei que pelo menos 26 estudantes durante seus relatos apresentaram indicações explícitas de que se sentiram atraídos pela ciência, como indicam os trechos dos relatos de dois estudantes.

Foi um ótimo tema de aprendizagem porque é um tema que chama atenção que faz o estudante se interessar em aprender, até mesmo quem tem dificuldade de aprendizagem entendeu o assunto... (RA - A 4)

Nunca pensei que falar sobre esse tema seria divertido, aprender sobre o assunto, não fazia ideia do que se tratava ante das aulas. Foi ótimo falar sobre embarcações e aprendi demais, as aulas foram tão práticas e teóricas que faz os estudantes quererem participar e aprender mais [...] (RA - A 25)

Ainda foi possível observar na análise do material utilizado e nos registros do diário do pesquisador essa característica da abordagem CTS, como indica os trechos.

O material estava ótimo, gostei muito de aprender sobre embarcações, foi um tema bem abordado e me atraiu para a física. (AD - A 32)

[...] foi muito legal sair um pouco da sala de aula, ver e pesquisar como acontece na prática a ciência o assunto discutido. (AD - A 21)

[...] como foi bom estudar esse assunto pois, descobrir o quanto a tecnologia nesse setor tem contribuído para o desenvolvimento da sociedade, principalmente em regiões ribeirinhas, como na cidade de Santarém que ainda depende desse tipo de transporte para terem saúde, educação e até mesmo comida. (DP em referência à fala do estudante A12, 04/12/2018).

[...] o quanto foi importante estudar o processo histórico das embarcações e o interesse aumentava a cada nova descoberta, promoveu uma vontade em aprender mais sobre o assunto. (DP em referência à fala do estudante A30, 04/12/2018).

Notei que pelos fragmentos dos alunos A4 e A32 que estão motivados a aprender, sentiram-se atraídos pela temática. Para Brito (2004) existe um interesse maior dos estudantes em discutir e construir conhecimentos quando estão relacionados com seu dia-dia, dessa maneira, a ciência tornasse um atrativo para ele. Da mesma forma Paulo Freire acreditava no processo facilitador do ensino construído a partir da realidade da pessoa, para isso, era preciso tanto o educador quanto o educando sentirem-se parte desse processo. “Que o pensar do educador somente ganha autenticidade na autenticidade do pensar dos educandos, mediatizados ambos pela realidade, portanto, na intercomunicação”. (FREIRE, 1987, p. 64).

5.4 Desafios da proposta

Durante o desenvolvimento da sequência didática muitos desafios surgiram, exigindo de mim uma mudança de estratégia ou adaptações conforme fosse necessário. Antes da aplicação houve a necessidade de analisar para qual turma

seria aplicada a proposta, pois, estávamos no último bimestre coincidindo as aulas das demais turmas com os feriados.

Superada essa etapa, surgiu a necessidade de adaptar o plano de ensino para esta turma onde foi aplicada a proposta. Esse conteúdo conforme o plano deveria ser ministrado para as turmas de primeiro ano, entretanto, não foi possível devido o conteúdo programático para essa série ser extenso. Assim, em acordo com o setor técnico-pedagógico esse assunto é trabalhado apenas no segundo ano.

Vale salientar que o ensino de física por meio de temas foi uma prática nova para os estudantes, fugindo aos padrões que já estavam habituados, pois a prática dominante que estavam acostumados era a sequência de assunto, exercícios e prova, chamada por Brito e Gomes (2007) de PDA (Prática Dominante Atualmente). Assim, o desafio que se apresentava era de convencer os estudantes a não se preocuparem com conteúdo de física que seria estudado e que focassem na busca para solucionar as perguntas apresentadas no texto motivador e aos poucos os conceitos físicos seriam percebidos.

Outra preocupação, era fazer com que os participantes não perdessem a motivação. Como a proposta aconteceu em 12 encontros num total de 20 aulas, foi um desafio mantê-los focados no tema até o final. Essa situação se agravou mais pelo fato de muitos estudantes estarem acostumados com a PDA na escola, de fazer as avaliações apenas para adquirem nota para promoção à série posterior, pouco se importando muitas vezes com a aprendizagem. Essa é uma das dificuldades pelas quais os professores passam nas escolas, como apontam Morales e Alvez (2016):

Diante de diversas dificuldades pelas quais passa a educação no Brasil, destaca-se, atualmente, um grande desinteresse por parte de muitos alunos pelas atividades escolares. Frequentam as aulas, supostamente, por obrigação sem, contudo, participar de atividades básicas. Muitas vezes ficam apáticos diante de qualquer iniciativa dos professores, que se confessam frustrados por não conseguirem atingir totalmente seus objetivos. (p. 2)

Diversos fatores podem contribuir para a falta de interesse dos estudantes pelas aulas, e um deles é, por muito tempo, ter se mantido um ensino no qual o aluno era apenas expectador passivo; apenas ouvia as explanações do professor sem poder manifestar-se, e isso pode ter sido o fator fundamental para que os estudantes se “acostumassem” a esse ofício.

A escola tradicional que sofreu inúmeras transformações ao longo de sua existência e que, paradoxalmente, continua resistindo ao tempo, dia-a-dia, vem sendo questionada sobre sua adequação aos padrões de ensino exigidos pela atualidade, mas ao mesmo tempo é retentora da grande maioria das escolas do nosso país. (LEÃO, 1999, p.2)

Os reflexos do ensino tradicional ainda estão presentes na prática de muitos professores por acreditarem que essa é a melhor forma para o estudante adquirir conhecimento, assumem posturas de detentor do conhecimento, sem dar espaço para perguntas e questionamentos nas aulas, e focam apenas no conteúdo, sem relacionar o conteúdo estudado com a vida do estudante. Isso acaba construindo um ambiente desmotivador para este, que não encontra significado no que está sendo ensinado.

Outro fator relevante é que, para alguns estudantes, não há a compreensão prática e significativa do motivo real de se estudar. Por outro lado, alguns docentes não fazem paralelo entre prática e teoria, entre a vida diária dos alunos e o conteúdo escolar tornando as aulas desarticuladas e comprometendo o desenvolvimento educacional desses educandos na medida em que não se constituem como um ambiente estimulante. (FERREIRA, 2013, p.2)

Ainda, no decorrer dos trabalhos verifiquei, principalmente, na etapa de produção, em certos momentos, alguns alunos desmotivados e pouco interessados na atividade, porém, a maioria dos estudantes mostravam-se atentos e produtivos.

No final do último bimestre, alguns estudantes preocuparam-se mais em obter nota para aprovação do que dedicarem-se ao aprender. Em muitas situações concentraram seus estudos naquela disciplina de menor desempenho na escola. Isso, também, foi um obstáculo, pois, a intenção era fazer os estudantes sentirem-se atraídos pelo ensino e se envolverem na temática.

Desse modo, tivemos momentos de reflexões sobre a importância de aprender novos conhecimentos e o quanto isso poderia nos ajudar em nossas vidas. Além disso, durante a aplicação da SD busquei uma interação constante com eles por meio das redes sociais, no grupo do WhatsApp da turma ou por conversas informais nos corredores da escola, buscando saber como estavam as pesquisas ou se estavam gostando das aulas.

Para se desenvolver uma prática pedagógica que fuja do ensino tradicional é sempre um desafio para o professor. O ensino voltado para o contexto social, que desperte o lado investigativo, questionador e crítico do estudante, exige do

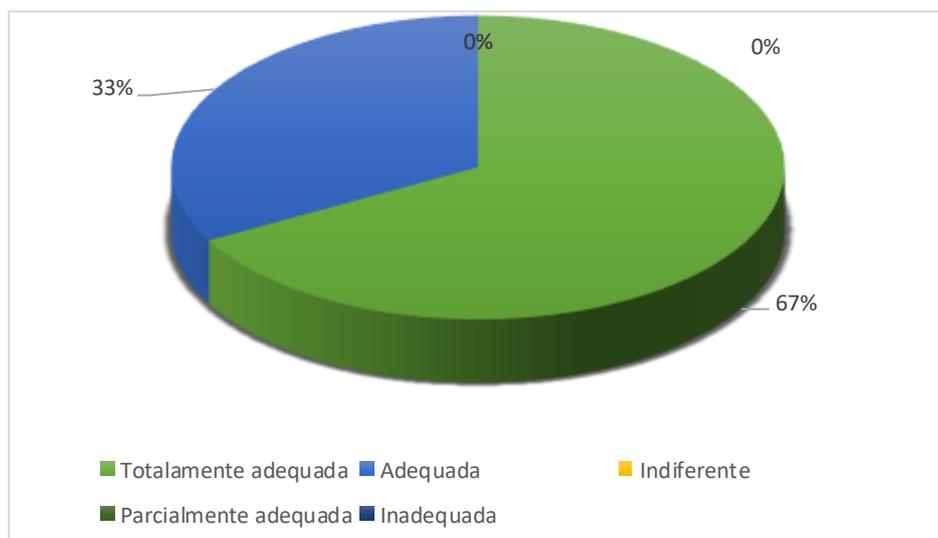
professor, uma busca constante por novas metodologias e de novos conhecimentos. Mas entende-se a partir do desenvolvimento desse trabalho que essa busca pode levá-lo a ter bons resultados.

5.5 Avaliação da proposta pelos estudantes

Para avaliação da SD desenvolvida por parte dos estudantes, foi disponibilizado um questionário (apêndice D) para os 33 participantes responderem contendo questões sobre a capacidade de motivação gerada pelo tema, o que o estudante conseguiu aprender relacionados com a física, com importância social e ambiental, com evolução tecnológica e sua importância para região. No questionário também havia perguntas relacionadas a forma de avaliação para que o estudante respondesse se achou ou não adequada. Ao final do questionário o estudante pode relatar os pontos positivos, negativos sobre toda atividade desenvolvida, possíveis aprendizagens adquiridas e sugerir melhorias.

Sobre o texto que trazia a apresentação do tema, quanto a capacidade de trazer motivação, foi considerado por 67% dos estudantes como totalmente adequado e por 33% como adequado, sendo que as alternativas indiferentes, parcialmente adequadas e inadequada não foram marcadas. Como apresentado no gráfico 7.

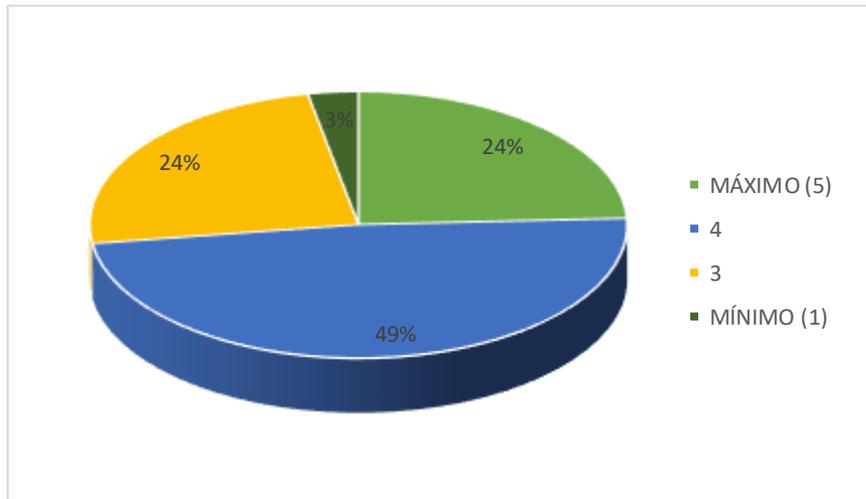
Gráfico 7 - Quanto a motivação causada pelo tema



Fonte: o autor (2019)

Quanto ao que o estudante conseguiu aprender de física em uma escala 1(mínimo) e 5(máximo), o gráfico 8 mostra que 49% (16 estudantes) tiveram uma boa aprendizagem, 24% (8 estudantes) consideraram uma aprendizagem máxima, 24% (8 estudantes) posicionaram numa escala intermediária de aprendizagem e apenas 3% (1 estudante) considerou que teve um mínimo de aprendizagem

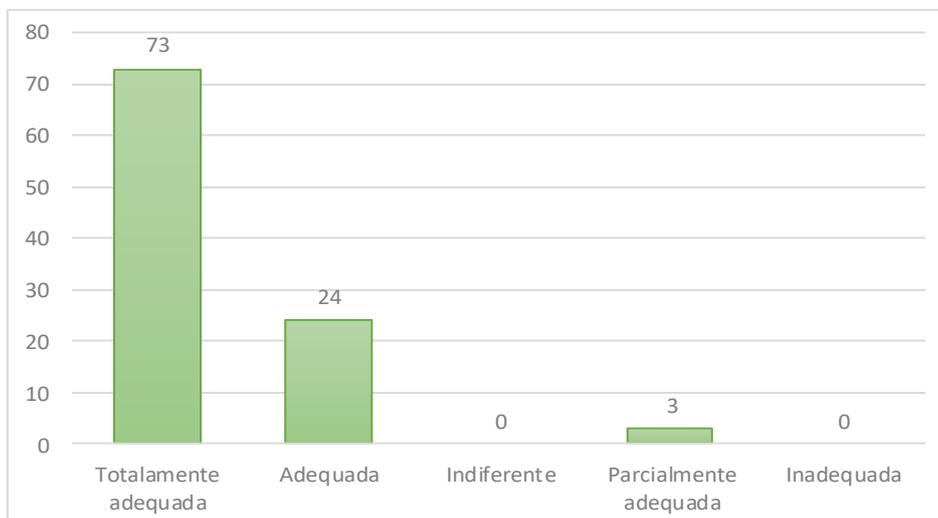
Gráfico 8 - Quanto ao que o estudante conseguiu aprender



Fonte: o autor (2019)

Para a questão que procurava saber sobre o que o estudante aprendeu relacionado à importância social, ambiental, tecnológica e de como tomar decisões conscientes, 73% dos participantes consideraram totalmente adequada, 24% adequada, 3% consideram sua aprendizagem parcialmente adequada e 0% indiferente e inadequada conforme mostrado no gráfico 9.

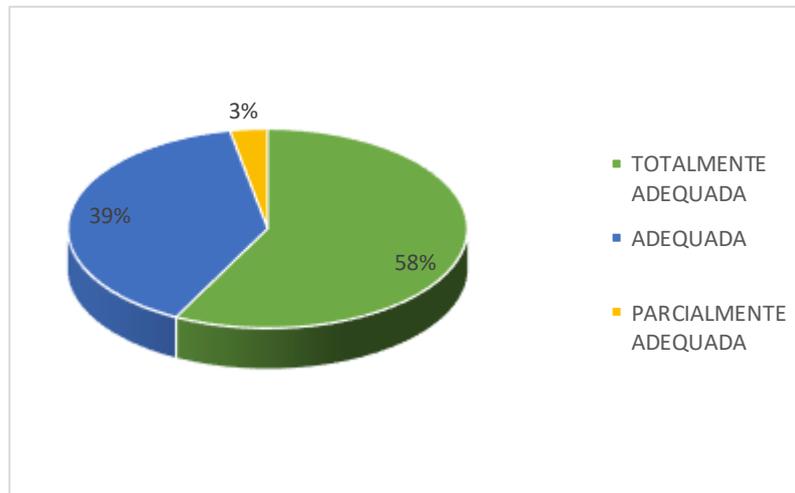
Gráfico 9 – Sobre o que conseguiu aprender em termos de aspectos ciência, tecnologia e sociedade



Fonte: o autor (2019)

Sobre o processo avaliativo realizados com os estudantes 58% considerou totalmente adequada, 39% adequada e apenas 3% acreditam que poderia ser melhor, pois consideram a forma de avaliação parcialmente adequada, conforme o gráfico 10.

Gráfico 10- Quanto a forma de avaliação



Fonte: o autor (2019)

Percebe-se pela resposta dos estudantes que, além de princípios físicos, de aspectos ambientais, sociais e da tecnologia predominantemente consideraram que foi motivadora, que foi adequada para proporcionar reflexões sobre o tema, foi capaz de proporcionar aprendizagens satisfatórias a avaliação estava adequada para a maioria. Dessa forma, entende-se que a proposta foi validada sob o ponto de vista dos estudantes.

Nesse capítulo observou-se como aconteceu todo processo durante a estratégia do ensino de física por meio de um tema regional sob orientação do enfoque CTS, a construção das potencialidades para a formação das categorias, os desafios para os estudantes e o professor e ainda análise da proposta feita pelos estudantes.

No capítulo a seguir trago as minhas considerações enquanto professor pesquisador, relato pontos importantes observados durante a pesquisa e sua contribuição para se obter um ensino com melhores resultados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando iniciei a pesquisa busquei identificar os desafios e potencialidades no desenvolvimento de uma proposta didática que tem como base uma temática regionalizada orientada pelo enfoque CTS. Crendo que a física sendo ensinada por meio de um tema regional balizada pelo enfoque CTS criaria um ambiente facilitador para o ensino-aprendizagem aproximando o estudante da ciência trazendo bons resultados nesse processo. O estudante seria levado a exercitar sua curiosidade intelectual, a investigar, refletir, buscar soluções e ser crítico e questionador, assim, desenvolvendo além, do conhecimento científico do estudante um cidadão mais consciente e preocupado com o meio.

Para atingir esse objetivo, foi elaborado o produto educacional contendo uma sequência didática com base no EFAT para estudar o conteúdo de hidrostática. Decidimos, então, abordar um tema relacionado com as embarcações, que é um dos meios de transportes mais utilizados pela população da cidade de Santarém, onde foi aplicada a pesquisa. Para se ter uma ideia, até a data de 7 de agosto de 2018 havia 11.287 embarcações registradas na Capitania fluvial de Santarém, segundo dados coletados na própria instituição.

Enquanto professor ainda não havia abordado essa estratégia de ensino e durante meus 14 anos de educação, na rede pública, sempre assumi uma postura de professor comprometido com a aprendizagem, porém, atuava em certos momentos, com hábitos que lembrava o comportamento de um professor tradicional, apenas interessado em transmitir o conteúdo sem a preocupação de como fazê-lo para que o estudante tivesse uma melhor aprendizagem. Estava sempre muito focado no domínio de conteúdos e em alguns momentos sentia a falta de novos métodos de ensino. Percebia os estudantes desmotivados com pouco ou nenhum interesse pelas aulas.

Após, retornar novamente para a universidade na especialização e mestrado, percebi que adquiri essa postura por falta de conhecimento, como já comentado na introdução. Conheci o ensino através de temas quando ingressei no MNPEF, isto é, por meio de uma formação continuada. Já havia estudado sobre o enfoque CTS mas não o havia relacionado com abordagem temática. A harmonia entre a perspectiva CTS e o EFAT proporcionou bons resultados para este trabalho, como foi possível perceber.

Durante o desenvolvimento do trabalho, notei uma constante participação da maioria dos estudantes e um envolvimento maior durante as aulas se comparado às aulas no modelo tradicional. Mostraram-se muito dispostos e questionadores durante a aplicação da SD. Na etapa de apresentação do tema, onde tudo começou, foi um momento de descoberta tanto para mim, como professor pesquisador, quanto para os estudantes encontrando uma maneira diferente de ensinar e aprender. Assim, iniciamos um conteúdo de física de forma diferente da qual estávamos habituados, ou seja, a partir da busca de soluções de problemas levantados e não com a introdução dos conceitos dos conteúdos como geralmente acontecia.

A etapa de aprofundamento foi um caminho totalmente avesso. O levantamento de hipótese gerados no primeiro momento e investigado na etapa de aprofundamento promoveu um ambiente de interação e discussões. E o fato das perguntas serem relacionadas com as embarcações despertou nos estudantes um maior interesse por sentirem-se parte daquele contexto.

Na segunda etapa, percebi a flexibilidade do ensino através de temas em agregar outras abordagens metodológicas sendo possível utilizar atividades investigativas que partissem de problemas e atividades experimentais. A cada busca pelas respostas das perguntas do texto motivador promovia-se um ambiente de conhecimento mútuo.

Conceituar os princípios de Arquimedes, Pascal e Stevin, através de um tema, foi uma experiência inovadora para todos os envolvidos, inclusive para mim.

A etapa de produção/avaliação mostrou o quanto a aplicação da abordagem foi enriquecedora para a aprendizagem e os trabalhos em grupo, a melhor parte da SD. Todas as equipes participaram de forma constante da produção dos trabalhos, apesar de alguns poucos integrantes apresentarem desânimo em alguns momentos, mas, durante o tempo que tenho enquanto educador, não lembro de ter uma participação tão ativa dos estudantes para desenvolver uma atividade. As exposições orais mostraram o quanto eles se envolveram e se dedicaram na busca por informações do assunto que iriam expor. Observei que eles conseguiram perceber a presença da física no seu cotidiano, as consequências do desenvolvimento da ciência, da tecnologia e seus impactos ambientais.

Destaco ainda, o comportamento participativo da turma durante as apresentações dos colegas. Estavam a maior parte do tempo atentos e buscavam a cada instante compartilhar conhecimentos entre eles e com o professor. Essa nova

postura favorável ao ensino através de temas evidencia o estudante nesse processo que não diferencia da abordagem CTS que permite essa liberdade de opinar, discutir e criticar.

O momento do Quiz, fechando o dia das exposições do trabalho, serviu como uma revisão para a avaliação final em forma de prova escrita. Realizada de maneira descontraída, a maioria dos estudantes teve um bom desempenho nas respostas às questões. Na finalização da SD, com a prova contendo as mesmas perguntas do texto motivador, o resultado da turma pode ser considerado satisfatório, mesmo diante das dificuldades por ser o último dia de aula onde os estudantes já estavam ansiosos para as férias.

Ressalto, ainda, que todos os estudantes responderam todas as questões da prova e isso raramente acontece em uma prova de física, especificamente nessa turma onde o desempenho não acompanhava as demais. Posso ainda destacar que das seis turmas de segundo ano que sou professor, essa foi a única turma que não ficou nenhum estudante para recuperação final.

Assim, entendo que diante dos resultados levantados e das análises realizadas, posso estabelecer que houve grandes contribuições para a melhoria do ensino e a proposta mostrou-se eficaz nesse processo e os desafios apresentados serviram para melhoria e fortalecimento da prática, ou seja, a proposta apresentou-se como um potencial facilitador nessa atividade.

REFERÊNCIAS

ALARCÃO, Isabel. **Formação Reflexiva de professores Estratégia de supervisão**. 10 ed. Porto Editora: Porto-Portugal, 1996.

ALENCAR, José Ricardo da Silva. **A formação para a cidadania em discursos de professores de Física**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico, Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

ANDRADE, Cristiane Melisse B; SOUZA, Olgarina Tavares; BATISTA, Válber Soares. Castanha-do-Pará: um tema regional para o ensino de ciências. Universidade Federal do Pará. Trabalho de Conclusão de Curso. Oriximiná-Pará, 2007.

ANDRÉ, Paulo; BARATA, Ruy. **Esse rio é minha rua**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=x39bAav2lno>. Acesso em: 27 jul. 2019.

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira; FORMENTON, Ricardo. **Desenvolvimento da educação ambiental entre alunos do curso profissionalizante em automação industrial do instituto federal de educação, ciência e tecnologia de São Paulo, a partir do enfoque CTS**. Rio Grande do Sul: Editora FURG, 2013. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/3993/2849>. Acesso em: 14 set. 2019.

ATAÍDE, Ana Raquel Pereira de. et al. Física, o “monstro” do ensino médio: a voz do aluno. In: SIMPOSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16, 2002, Paraíba. **Anais[...]** Paraíba: UEP, 2002.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização Científica-Tecnológica para que? **Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v.3, n.2, p. 01-13, jun. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v3n2/1983-2117-epec-3-02-00122.pdf>. Acesso em: 14 set. 2019.

AULER, Décio. Enfoque ciência - tecnologias – sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, Piracicaba, v. 1, n. especial, p. 1-20, nov. 2007. Disponível em: <http://200.133.218.118:3536/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewFile/147/109>. Acesso em: 28 ago. 2019.

AZEVEDO, Maria Cristina. P. Stella. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33.

AZEVEDO, Rosa Oliveira Marins; GHEDIN, Evandro; SILVA, Maria Clara; MENEZES, Amarildo. **O enfoque CTS na formação de professores de ciências e a abordagem de questões sociocientíficas**. Nutes. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0325-1.pdf>. Acesso em: 5 set. 2019.

BRASIL. **Base nacional comum curricular (BNCC). Ensino médio.** Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bnccensinomedio&category_slug=abril2018pdf&Itemid=30192. Acesso em: 07 fev. 2019.

BAUER, Wolfgang. **Física para universitários**; GARY, D. Westfall; HÉLIO, Dias: relatividade, oscilações, ondas e calor. Porto Alegre: Ed. AMGH, 2013.

BEZERRA, Ádria Suzane da. Radiação ultravioleta no Pará: Uma proposta temática para ensinar física no nível médio. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura Plena em Física ambiental, Universidade Federal do Pará. Santarém, 2012.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos.** Porto – Portugal: Porto, 1994.

BOOT, Wayne C; COLOMB, Gregory G; WILLIAMS, Joseph M. **A arte da pesquisa.** 2 ed., - São Paulo: Martins Fontes, 2005.

BRAGA, Ana Paula Mateus; LIMA, Luciene de Assis. Abordagem de ciência, tecnologia e sociedade no contexto educacional a partir da alfabetização científica. In: V SEMINÁRIO DA PÓS – GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA CIÊNCIA E MATEMÁTICA, 5, 2017, Jataí, GO. **Anais[...]** Jataí: IFG, 2017.

BRASIL. Lei nº 13.005 de 25 de junho de 2014. **Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2014. BRASIL. P.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional.** Brasília, 1996. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/lei9394_ldbn1.pdf. Acesso em: 5 ago. 2019.

BRASIL. **Parâmetros curriculares Nacionais para o ensino médio.** Brasília, MEC, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2019.

BRITO, Licurgo Peixoto de. **Ensino de Física Através de Temas: uma experiência na Formação de Professores de Ciências.** VII CINNECIM. Belém, 2004.

BRITO, Licurgo Peixoto de. Ensino de física através de temas: uma experiência de ensino na formação de professores de ciências. In: CONGRESSO NORTE/NORDESTE DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA, 7, 2004, Belém. **Anais[...]** Belém: UFPA, 2004.

BRITO, Licurgo Peixoto de; GOMES, Nilzilene de Figueiredo. **O Ensino de Física Através de Temas no Atual Cenário do Ensino de Ciências.** In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis, 2007.

BRITO, Licurgo Peixoto de; PALHETA, Franciney Carvalho. **Uma Experiência de Ensino Através de Temas Regionais na Amazônia: sinais do paradigma emergente**. *Diez años de cambios en el Mundo, en la Geografía y en las Ciencias Sociales, 1999-2008. Actas del X Coloquio Internacional de Geocrítica*, Universidad de Barcelona, 26-30 de mayo de 2008. Disponível em: <http://www.ub.es/geocrit/xcol/321.htm>. Acesso em: 26 set. 2019.

BUENO, Silveira. **Minidicionário da língua portuguesa**. 2 ed. São Paulo: FTD, 2007.

CACHAPUZ, Antônio F, 1995a. **Da investigação sobre e para professores à investigação com e pelos professores de ciências**. In: La formación del profesorado de ciencias y matemáticas en España y Portugal. Badajoz: Departamento de Didáctica de las ciencias Experimentales y de las matemáticas. Facultad de Educación. Universidad de Extremadura.

CHASSOT, Ático. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2000.

CORREIA, Hanslivian Cruz Bonfim; MACIEL, Orliney Guimarães. A abordagem CTS no ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental. In: XII CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 12, 2015, Curitiba, PR. **Anais[...]** Curitiba: EDUCERE, 2015. Disponível em: http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/19862_8324.pdf. Acesso em: 09 set. 2019.

COUTO, Jeane de Jesus Alves; VALENTE, Luciane de Jesus. Poluição Sonora no Município de Breves: aspectos Físicos e Sociais. Universidade Federal do Pará. Trabalho de Conclusão de Curso. Breves-Pará, 2005.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Metodologia do ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2002.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNANBUCO, Marta Maria **Ensino de Ciências: Fundamentos e métodos**. 2011. Ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DOCA, Ricardo Helou. **Física 1: Mecânica**. Ed. São Paulo: Saraiva, 2016. Educar, Curitiba, n. 27, p. 93-110, 2006. Editora UFPR.

FERREIRA, Danielle. **Do desinteresse escolar à aprendizagem significativa: a relação professor-aluno em um contexto motivador**. Webartigos, 2013. Disponível em: <https://www.webartigos.com/artigos/do-desinteresse-escolar-a-aprendizagensignificativaarelacaoprofessoralunoemumcontextomotivador/113335/>. Acesso em: 12 set. 2019.

FERREIRA, Marinês Verônica; MUENCHEN, Cristiane; AULER, Décio. **Desafios e potencialidades em intervenções curriculares na perspectiva da abordagem temática**. Ensaio pesquisa em educação e ciências, Belo Horizonte: CESGRANRIO, 2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S198321172019000100311. Acesso em: 10 set. 2019

FIORENTINI, Dario. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. 3 ed. Campinas, 2009.

FOX, Robson. W. **Introdução a mecânica dos fluidos**. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 47 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GALIETA, Tatiana Nascimento; VON, Irlan Linsingin. Articulação entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. **Revista Convergência**, México, n. 42, p.95-116, set/dez. 2006. Disponível em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S140514352006000300006. Acesso em: 05 mar. 2019.

GOMES, Nilzilene de Figueiredo. **Ensino de física através de temas regionais**. 2005. Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Física (Centro de Ciências Exatas e Naturais) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2005.

GONÇALVES, Martha Lidiane Mendes. Ensino de Ciências através de Temas: a Física presente na navegação e na construção naval em Abaetetuba. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Pará. Abaetetuba -Pará, 2006.

HEWITT. Paul G. **Física Conceitual**. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

HUNSCHE, Sandra; TEIXEIRA, Antônio Marco Dalmolin; CASTRO, Caetano Roso; AYRES, Rosemar dos Santos; AULER, Décio. O enfoque CTS no contexto brasileiro: caracterização segundo periódicos da área de educação em ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 7, 2009, Florianópolis. **Anais[...]** Florianópolis.

LIBÂNEO, J. C. **Didática velhos e novos tempos**. São Paulo: Cortez, 2002.

LIMA, Graciela de. Abordagem de tema no ensino de física: o corpo humano temática contextualizada. 2014. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em ciências exatas) – Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, 2014.

LIMA, Meriane Ribeiro de. **Enoque CTS e o Ensino de Evolução: análise de uma experiência didática no contexto da formação inicial de professores de biologia**. 2016. Dissertação (Mestrado) - Programa de pós-graduação em Educação Científica e formação de Professores, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2016.

LOPES. Fábio Alves; LOURDES, Marcia de. **O desinteresse dos alunos pela aprendizagem: uma intervenção pedagógica**. Paraná: Governo do estado, 2016.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Filosofia da Educa o**.7. ed. São Paulo: Cortez,1994.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. **Pesquisa em educa o: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MACIEL, Denise Maria. **Paradigma contemporâneo de educação:** escola tradicional e escola construtivista. Ceará, 1999. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010015741999000200008&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 14 set. 2019.

MACIEL, Niceia Aparecida; MONTEIRO, Rosemari Castilho; BAZZO, Walter Antônio. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência e Educação**, Ponta Grossa, v. 13, n.1. p.71-84, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v13n1/v13n1a05.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2019.

MEIRELES, Graciane Castro. Aprendendo sobre chuvas: Uma proposta temática regional para o ensino de Física. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura Plena em Física ambiental) - Universidade Federal do Pará. Santarém, 2012.

MELO, Leonardo Wilezelek Soares de; SAUER, Elenise; ANTISZKO, Thaiz Regina; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Foggiatto. Investigação do enfoque CTS em questões de provas do ENEM do quadro de ciências da natureza e suas tecnologias. **Revista Espacios**, v. 38, n. 55. p. 38, 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n55/a17v38n55p18.pdf>. Acesso em: 10 set. 2019.

MORAES, José Uibson; ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de. **O Ensino de Física e o Enfoque CTSA:** caminhos para uma educação cidadã. São Paulo: livraria da Física, 2012.

MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Revista Ciência & Educação** v. 9, n. 2. p. 191-211, 2003. Disponível em: <http://pesquisaemeducacaoufrgs.pbworks.com/w/file/54950175/tempestade%20de%20luz.pdf>. Acesso em: 8 out. 2019.

MOREIRA, Marco Antônio; MANSINI, Elcie F Salzano. **Aprendizagem significativa:** a teoria de David Ausubel. 2001. Ed. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, Herivelto; CALEFFE, Luiz Gonzaga. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador.** 2008. Ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

MUENCHEN, Cristiane; DELIZOICOV, Demétrio. **Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n3/1516-7313-ciedu-20-03-0617.pdf>. Acesso em: 28 set. 2019.

NUSSENZEVEIG, Herch. Moysés. **Curso de Física básica.** 4 ed. São Paulo: Blucher, 2002.

PEZZINI, Clenilda Cazarin; SICA, Maria Lidia. **Falta do desejo de aprender:** causas e consequências. Dia a dia educação. Disponível em <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/853-2.pdf>. Acesso em: 12 set. 2019.

PINHEIRO, Nicéia Aparecida Maciel; SIVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho; BAZZO, Walter Antônio. **Ciência & Educação**. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. Ponta Grossa, v. 13, n1, p. 71-84, 2007. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S151673132007000100005&script=sci_abstract&tlng=pt . Acesso em: 10 set. 2019.

PINTO, Sabrine Lino; VERMELHO, Sônia Cristina Soares. **Um panorama do enfoque CTS no ensino de ciências na educação básica no Brasil**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis, SC. **Anais**[...]Florianópolis, SC: UFSC, 2017.

RICHETTI, Graziela Piccoli. **O enfoque CTS no curso de Pedagogia: problematizando o ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental**. Passo fundo. Editora: Espaço Pedagógico, 2018. Disponível em: www.upf.br/seer/index.php/rep. Acesso em: 10 set. 2019.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Contextualização no Ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Revista Ciência & Ensino**, Piracicaba, v.; 1 número especial, p. 12, nov. 2007. Disponível em: <http://files.gpecea-usp.webnode.com.br/200000358-0e00c0e7d9/AULA%206-%20TEXTO%2014-%20CONTEXTUALIZACAO%20NO%20ENSINO%20DE%20CIENCIAS%20POR%20MEI.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2019.

SANTOS, R. A.; HUNSCHE. S. Abordagem temática: alguns resultados de implementações. **Revista travessias**, Paraná, v. 6; n. 1 p 295-312, 2012. Disponível em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/travessias/article/view/6412/4850>>. Acesso em: 19 set. 2019.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Freury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 02; n. 2 p 110-132, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v2n2/1983-2117-epec-2-02-00110.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2019.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em química compromisso com cidadania**. Ijuí. Ed. Unijuí, 2003. 144 p.

SEIXAS, Rita Helena Moreira; CALABRÓ, Luciana; SOUSA, Diogo Onofre. A Formação de professores e os desafios de ensinar Ciências. **Revista Thema**, Porto Alegre, v. 14; n. 1 p 289-303. Disponível em: <file:///C:/Users/pcpc/Downloads/413-1659-1-PB.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2019.

SEIXAS, Alexandra Guerreiro de; SERRÃO, Ana Rosa Barbosa; COSTA, Telma Mara de Souza. Produção de Farinha de Mandioca: uma abordagem temática para o ensino de ciências. Universidade Federal do Pará. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Licenciatura em Ciências) – Universidade Federal do Pará. Oriximiná, 2007.

SILVA, Gragiete do Socorro Nascimento da; ABREU, Márcia Alexandrina de. As olarias de Abaetetuba e o ensino de Física. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Licenciatura em Ciências) – Universidade Federal do Pará. Universidade Federal do Pará. Abaetetuba, 2006.

SOARES, Márcio José do Carmo. **A Física Forense e os Acidentes de Trânsito na Cidade de Santarém**, 2008. Monografia de Especialização em Física Contemporânea, Universidade Federal do Pará, Santarém 2008.

SOUZA, Vital Junior de Oliveira. Princípios Físicos do Sistema de Abastecimento de água de Breves. Universidade Federal do Pará. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Licenciatura em Ciências) – Universidade Federal do Pará. Breves, 2005.

SOUZA, Adilson Santos; VIEIRA, Audileno do Carmo. Ensino de Ciências através de Temas: a produção da cachaça em Abaetetuba. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Licenciatura em Ciências) – Universidade Federal do Pará. Abaetetuba, 2006.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2002.

TEIXEIRA, Andréa Maria; CARVALHO, Neusa Maria. **Entendimento do CTS através da visão do adolescente, Gestão escolar**, 2007. Disponível em: http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_neusa_maria_carvalho_alves.pdf. Acesso em: 5 set. 2019.

TOZONI-REIS, Marília Freitas de Campos. **Temas ambientais como “temas geradores”: contribuições para uma metodologia educativa ambiental crítica, transformadora e emancipatória**. Educar, n. 27, p. 93-110, jan. 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010440602006000100007. Acesso em: 26 set. 2019.

TRINDADE, Vitor; FAZENDA, Ivani; LINHARES, Célia. **Os lugares dos sujeitos na pesquisa educacional**. 2 ed. Campo Grande: UFMS, 2001.

ZABALA, Antoni. A prática educativa: **como ensinar**. Tradução: Ernani F. da Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZANOTTO, Ricardo Luiz; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggatto; SAUER, Elenise. Ensino de conceitos químicos em um enfoque CTS a partir de saberes populares. **Ciência Educação**, Bauru, v.22, n. 3, p. 727-740, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v22n3/1516-7313-ciedu-22-03-0727.pdf>. Acesso em: 26 set. 2019

GLOSSÁRIO

A pique – ir para o fundo.

Casco – estrutura oca, externa de flutuação da embarcação que fica em contato direto com a água.

Carena - parte do casco da embarcação que fica abaixo do nível da água.

Calado – distância entre a superfície d'água em que flutua a embarcação a base inferior da quilha e serve para orientar a medida de segurança de navegação de uma embarcação.

Calafetagem – vedar as fendas dos cascos das embarcações de madeira para não permitir a passagem de água.

Cavernas – são peças unidas a quilhas de uma embarcação para formação do casco

Cisalhamento – é a tensão provocada sobre uma superfície a partir de forças que agem em direções semelhantes.

Contextualização – é estabelecer uma relação entre o conhecimento científico e o cotidiano do estudante.

Escoar – deixar escorrer um líquido.

Força centrífuga – é uma força fictícia presente nos corpos em rotação com o efeito de afastamento do centro de rotação.

Inter-relação – relação mútua estabelecida entre pessoas.

Lastro – peso colocado no porão de uma embarcação para auxiliar no seu equilíbrio e estabilidade.

Nau – navios de grande porte com capacidade para transportar até duzentas pessoas.

Quilha – peça que percorre todo comprimento da embarcação, na qual se apoia as cavernas.

Viscosidade – resistência apresentado por um líquido ao escoar.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Autorização da escola

UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**SOLICITAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO PARA APLICAÇÃO DE ATIVIDADE EM SALA
DE AULA**

À direção da escola estadual de ensino médio

Prezado senhor diretor,

Vimos por meio deste, respeitosamente, solicitar autorização para ser desenvolvida uma atividade no período de 24 de outubro a 05 de dezembro, durante as aulas de física, com os estudantes da turma 202 do turno vespertino, a fim de ser utilizada como parte da Dissertação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da UFOPA. O trabalho intitulado: *Equilíbrio e flutuabilidade das embarcações da região amazônica*, tem como objetivo desenvolver uma proposta para ensinar física a partir de um tema gerador. Autor: Janylton Josadark Damasceno Corrêa. Orientadora: Prof^a Dra. Nilzilene Gomes de Figueiredo.

Certos de contar com vossa colaboração, agradecemos antecipadamente.

Santarém-PA, 24 de outubro de 2018.

Nilzilene Gomes de Figueiredo
(Orientadora)

Janylton Josadark Damasceno Corrêa
(Mestrando)

Autorização da direção da escola: _____

APÊNDICE B - Questionário de caracterização do perfil da turma

Este questionário faz parte da pesquisa da dissertação de mestrado de Janylton Josadark Damasceno Corrêa intitulada Equilíbrio e fluabilidade das embarcações da região amazônica e orientada pela professora Dra. Nilzilene Gomes de Figueiredo. A sua contribuição é de fundamental importância para o bom andamento dessa pesquisa. Obrigado pela sua participação!

Sexo: M () F ()

SE VOCÊ FOR DA DEPENDÊNCIA MARQUE AQUI ()

Idade: _____

SE VOCÊ É REPETENTE DO SEGUNDO ANO MARQUE AQUI ()

1) Qual ou quais os principais motivos que levaram você a escolher o período da tarde para estudar?

2) Você já parou de estudar por algum tempo? **Quanto tempo?**

3) Qual o principal meio de transporte que você utiliza para chegar até a escola?

()ônibus

()venho a pé

()carro

()outro. Especifique: _____

()bicicleta

4) Em que bairro você mora?

5) Durante a semana você costuma estudar Física e fazer revisões das aulas?

() Sim, sempre

() Sim, poucas vezes

() Sim, na maioria das vezes

() Nunca

() Sim, às vezes

6) Quanto tempo em média você dedica por semana para estudar Física fora da sala de aula?

7) Como você considera sua dificuldade em aprender Física? Considere o nível 1 como nenhuma dificuldade e o nível 5 como dificuldade extrema.

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5

8) Em que você sente mais dificuldades nas aulas de Física?

() Em nada

() Na compreensão dos conceitos

() Na compreensão das fórmulas

() Na interpretação dos exercícios e problemas

() Na resolução matemática de exercícios e problemas

() Nas relações da Física com o cotidiano

() Outro. Especifique:

9) Que sugestões você daria para melhoria das aulas de Física?

10) Que relação você consegue perceber entre Física e as embarcações?

Outras considerações que você considera relevante:

APÊNDICE C - Termo de consentimento livre e esclarecido

Título da pesquisa: Equilíbrio e fluabilidade das embarcações na região amazônica.

Pesquisador responsável: Janylton Josadark Damasceno Corrêa

Orientadora: Professora Dra. Nilzilene Gomes de Figueiredo

Você está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Este documento, chamado termo de consentimento livre e esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador.

Justificativa e objetivos:

Para que ocorra um ensino de qualidade e uma aprendizagem significativa é necessários percorrer um campo de inovação metodológicas que transcenda o tradicional. O estudante deve sentir-se atraído pelo conhecimento e perceber a sua importância para sua formação escolar e cidadã. Com o avanço da ciência e com o desenvolvimento tecnológico, o mundo tornou-se mais dinâmico e moderno. Com o surgimento das mídias virtuais que trazem informações num curto espaço de tempo, ficou mais difícil para o professor, ter a atenção do estudante. Assim o professor que deseja um ensino-aprendizagem com melhores resultados, precisa está revendo seu trabalho didático-pedagógico e criar novos métodos. O ensino através de temas por tem um apelo motivacional desperta a atenção do estudante, por fazer ligação dos assuntos estudados com o seu cotidiano de forma natural. É uma prática que pode gerar bons resultados e aliada ao enfoque ciências, tecnologia e sociedade (CTS), além de explorar os conceitos físicos, ajuda na formação cidadã do estudante. Nesse âmbito, a pesquisa tem como propósito validar o uso do material didático elaborado de modo que este possa futuramente ser utilizado por outros professores no ensino de física.

Procedimentos:

As atividades serão realizadas com estudantes do 2º ano do ensino médio, turno vespertino, em 11 encontros, que serão realizados em 6 semanas, totalizando carga horária de 18 horas-aulas. As aulas serão conduzidas pelo pesquisador com a e presença da orientadora do trabalho em alguns encontros.

As atividades serão desenvolvidas em três momentos: apresentação do tema, aprofundamento e produção avaliação. Para cada momento os estudantes terão materiais didáticos de apoio.

Contatos: do pesquisador: Janylton Josadark Damasceno Corrêa

e-mail: josadarkfis@gmail.com / celular (93) 99201-9992

da orientadora: Nilzilene Gomes de Figueiredo

e-mail: nilzileneufopa@gmail.com / celular (93) 99174-3665

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos e métodos, aceito contribuir com a pesquisa mantendo o sigilo do meu nome:

Nome do (a) participante: _____

Assinatura: _____

Santarém-PA, ____/____/____

APÊNDICE D - Avaliação das atividades desenvolvidas na proposta

Essa avaliação é dividida em duas partes. Na primeira, você deve marcar a resposta que mais se adequa a questão sob seu ponto de vista, e justifique quando necessário, e na segunda parte você deve fazer um relato com no mínimo 10 linhas onde você expresse pontos positivos, negativos, principais aprendizagens adquiridas e dê sugestões do que poderia melhorar.

QUESTIONÁRIO

1. Responda às questões abaixo com base na sua participação durante as atividades.

1.1. **MOTIVAÇÃO:** Quanto à capacidade de trazer motivação do estudante para o estudo do tema EQUILÍBRIO E FLUTUABILIDADE DAS EMBARCAÇÕES NA REGIÃO AMAZÔNICA, você considera que as atividades foram:

- () Totalmente adequadas
- () Adequadas
- () Indiferentes
- () Parcialmente adequadas
- () Inadequadas

Justifique e dê sugestões de melhorias para o material.

1.2. **CONTEÚDOS DE FÍSICA:** Quanto ao que você conseguiu aprender de física, numa escala de 1(mínimo) a 5(máximo) com a proposta desenvolvida você considera que

Aprendeu

- 1()
- 2()
- 3()
- 4()
- 5()

Justifique e dê sugestões de melhorias para o material.

1.3. ASPECTOS DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE: Quanto ao que você conseguiu aprender relacionado à importância social, ambiental, relação da evolução da tecnologia (embarcação) e sua importância para a região e de como tomar decisões conscientes a partir dessas aprendizagens, você considera.

- Totalmente adequadas
- Adequadas
- Indiferentes
- Parcialmente adequadas
- Inadequadas

Justifique e dê sugestões de melhorias para o material.

1.4. AVALIAÇÃO: Quanto à forma como foi feita a avaliação (através de trabalhos, apresentação, quiz, prova....) você considera que foi:

- Totalmente adequado
- Adequado
- Indiferente
- Parcialmente adequado
- Inadequado

Justifique e dê sugestões de melhorias para o material.

APÊNDICE E – Quiz



EQUILÍBRIO E FLUTUABILIDADE DAS EMBARCAÇÕES NA REGIÃO AMAZÔNICA

QUIZ DE FÍSICA

Prof. Janylton Josadark Damasceno Corrêa

Dezembro, 2018

ORIENTAÇÕES

Individualmente verifiquem as respostas às questões nos tempos previstos (30s a 50 s, dependendo da questão) e ao terminar o tempo de cada pergunta, levante a placa com a letra da resposta, que será anotada a pontuação da turma, caso esteja certa. Faça sua anotação individual. Ao final das 10 questões, verifique quantas questões você acertou e em que precisa melhorar.

Boa sorte!

QUESTÃO 1

- A densidade é uma grandeza física que depende:
 - a) Do peso do corpo
 - b) Da altura do corpo
 - c) Do formato do corpo
 - d) Da massa do corpo ←

TEMPO ESGOTADO

QUESTÃO 2

- Uma peça de madeira está flutuando sobre o rio isso acontece devido:

d_a -densidade d'água

d_m -densidade da madeira

- a) $d_a < d_m$
- b) $d_a = d_m$
- c) $d_a > d_m$ ←
- d) Nenhuma das alternativas

TEMPO ESGOTADO

QUESTÃO 3

• Pressão e área são grandezas:

- a) Diretamente proporcionais
- b) Inversamente proporcionais ←
- c) Que não estão relacionadas
- d) Que variam com o quadrado da força aplicada

TEMPO ESGOTADO

QUESTÃO 4

▪ Em que situação você exerce maior pressão sobre o solo, com os dois pés no chão ou com apenas um deles?

- a) Com os dois pés
- b) Depende da massa
- c) Em ambos os caso a pressão é a mesma.
- d) Com um pé ←

TEMPO ESGOTADO

QUESTÃO 5

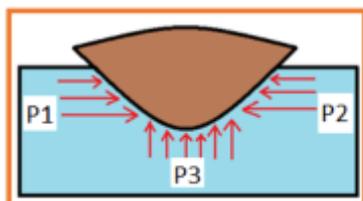
- A presença de lastro em embarcações serve para:
 - a) Aumentar a velocidade
 - b) Reforçar sua estrutura
 - c) Aumentar sua estabilidade ←
 - d) Diminuir sua densidade

TEMPO ESGOTADO

QUESTÃO 6

- A figura mostra a ação da pressão d'água sobre o casco de um barco. É correto afirmar:

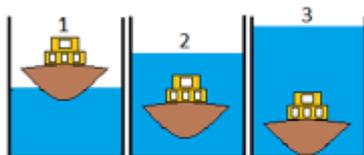
- a) $P_1 > P_2$
- b) $P_1 = P_2$ ←
- c) $P_1, P_2 = P_3$
- d) $P_1 > P_3$



TEMPO ESGOTADO

QUESTÃO 7

- De acordo com o princípio de Arquimedes, sendo (E) o empuxo e (P) o peso podemos afirmar:



- a) Na situação 1 $E < P$
- b) Na situação 2 $E = P$ ←
- c) Na situação 3 $E = P$
- d) Na situação 1 $E > P$

TEMPO ESGOTADO

QUESTÃO 8

- Foram construídos três barcos com mesmas dimensões, um de ferro, um de madeira Cumaru e outro de alumínio. Elas navegam em equilíbrio e sem cargas adicionais. A tabela abaixo, mostra a densidade desses materiais. Em qual desses barcos o empuxo é maior?

- a) No de Cumaru
- b) No de ferro ←
- c) No de alumínio
- d) Os três recebem o mesmo empuxo

d ferro	7,8 g/cm ³
d Cumaru	1,07 g/cm ³
d alumínio	2,7 g/cm ³

TEMPO ESGOTADO

QUESTÃO 9

- Durante uma pescaria um pescador percebeu que era mais fácil puxar uma âncora do seu barco quando ela estava totalmente submersa do que quando ela estava fora da água. Sobre essa informação ele elaborou quatro explicações. Qual delas é a correta?
- a) O empuxo produzido pela água e peso da âncora se anulam.
 - b) O empuxo produzido pela água é maior que o peso.
 - c) Enquanto permanecer submersa, a intensidade da força para puxar a âncora é menor que a intensidade do peso da âncora. ←
 - d) Enquanto permanecer submersa, o peso da âncora é menor.

TEMPO ESGOTADO

QUESTÃO 10

- O centro de empuxo(CE) e o centro de gravidade (CG) são fatores importantes para que o barco não vire. Para isso, é necessário que:
 - a) CG esteja acima do CE
 - b) CG esteja abaixo do CE ←
 - c) CE seja igual ao CG
 - d) Nenhuma das alternativas

TEMPO ESGOTADO

APÊNDICE F – Avaliação

Escola estadual de ensino médio
Professor: Janylton Josadark
Disciplina: Física

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

Estudante (a): _____ **Turma:** _____

Data: __/__/__

Avaliação do 4ª bimestre 3,0pts

1- Por que algumas madeiras flutuam sobre a água e outras não?

2- Por que a quilha tem que ser feita de madeira que afunda e o restante do barco não?

3- Por que deve ser oco o casco de uma embarcação?

4- Será que existem também forças que mantêm o barco flutuando? Justifique sua resposta.

5- E quando um barco está com seu limite correto de passageiros e cargas, como ele consegue ficar em equilíbrio balançando para os lados sem virar?

APÊNDICE G – Atividade experimental I¹⁷

Interação

Vamos precisar dos seguintes materiais

- ✓ Recipientes com água
- ✓ Cascas de ovos com pequeno furo
- ✓ Pedrinhas

As Figuras 1, 2 e 3 mostram a sequência da montagem do experimento:



Figura-1. Pedrinhas e casca de ovo.
Fonte: o autor.

Na Figura 1 temos uma casca de ovo e algumas pedrinhas.



Figura-2. Casca de ovo dentro do recipiente com água.
Fonte: o autor.

Na Figura 2 temos a casca do ovo dentro um recipiente com água. Observe que a casca não consegue ficar na vertical.

¹⁷ Atividade desenvolvida durante aplicação do produto educacional pelo mestrando do MNPEF Janylton Josadark Damasceno Corrêa



Figura-3. Casca do ovo com pedrinhas flutuando sobre a água.

Fonte: o autor.

Em seguida como mostra a Figura 3 foi colocado as pedrinhas no seu interior, com isso, ele se manteve em equilíbrio vertical.

APÊNDICE H – Atividade experimental II¹⁸

Interação

Vamos precisar dos seguintes materiais

- ✓ Recipiente com água
- ✓ Massa de modelar

As Figuras 1 e 2 mostram a sequência de montagem do experimento.



Figura-1 Esfera de massa de modelar dentro de recipiente com.

Fonte: o autor



Figura-2 Massa de modelar de forma cônica em um recipiente com água.

Fonte: o autor

¹⁸ Atividade experimental desenvolvida durante aplicação do produto educacional pelo mestrando do MNPEF Janylton Josadark Damasceno Corrêa

APÊNDICE I – Produto educacional

 <p>MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p>	 <p>UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ</p>	 <p>SBF SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA</p>
--	--	--

**EQUILÍBRIO E FLUTUABILIDADE DAS EMBARCAÇÕES NA REGIÃO
AMAZÔNICA**

Janylton Josadark Damasceno Corrêa

Produto educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora:

Prof^ª. Dr^ª. Nilzilene Gomes de Figueiredo

Santarém-Pará

2019

1. INTRODUÇÃO

O produto educacional aqui apresentado consiste em um material didático destinado ao professor de física, contendo uma sequência didática para trabalhar o tema Equilíbrio e fluvariabilidade das embarcações na região amazônica. A proposta do material ampara-se no Ensino de Física Através de Temas (EFAT) sugerido por Brito (2004) e Brito e Gomes (2007) que tem como eixo principal do programa o tema e os conceitos e definições surgem à medida das discussões que são realizadas, como necessidade para explicar os fenômenos que surgem. O tema escolhido permite a abordagem de princípios e conceitos da hidrostática, tais como os princípios de Stevin, Pascal e Arquimedes, mas relacionados a um contexto regional específico de Santarém-Pará¹⁹.

É importante ressaltar que Freire é precursor no ensino por meio de abordagem temática, através da metodologia dos temas geradores. Ele acreditava na aprendizagem a partir da realidade do sujeito. “É na realidade mediatizadora, na consciência que dela tenhamos, educadores e povo, que iremos buscar o conteúdo programático da educação. ” (Freire, 1987). Desse modo, o produto educacional aqui apresentado, teve como fonte de inspiração para criação do seu tema à cidade de Santarém que tem as embarcações como um dos meios de transportes mais utilizados pela população santarena para locomoção de passageiros e cargas entre localidades ribeirinhas, cidades e estados.

Serve, também, para a prática do turismo e lazer além de transporte para estudantes através da lancha escolar e do transporte de doentes por meio das ambulanchas. Nota-se que as embarcações estão muito presentes na vida dos santarenos, assim criar uma temática para falar sobre os conceitos da Hidrostática, mas, a partir de um tema familiar para o estudante, pode favorecer o processo de ensino-aprendizagem.

O EFAT tem como prioridade criar no estudante motivação para estudar e despertar seu lado investigativo, crítico e questionador. Isso é possível devido as características existentes em sua estrutura metodológica como: a contextualização

¹⁹ Localizada na região oeste do estado do Pará, sendo a primeira cidade mais desenvolvida em termos econômicos e comercial, banhada por dois grandes rios: Amazonas e Tapajós.

que está presente desde a escolha do tema pelo fato de ser regional; a interdisciplinaridade que exige do professor a busca por novos conhecimentos e a interação com outras disciplinas aumentando, assim, o conhecimento do estudante; a transversalidade com conteúdo inseridos a partir da necessidade da explicação do tema e o fortalecimento da cidadania uma vez que, o tema é selecionado levando-se em conta o contexto sócio-econômico-cultural do estudante, podendo incentivá-lo a atuar de forma mais consciente na sociedade.

A proposta pôde ser desenvolvida abordando os três momentos de Brito (2004) e Brito e Gomes (2007), conforme mostra a sequência didática. No primeiro momento acontece a apresentação do tema que deverá despertar curiosidades e estimule consequentemente a investigação, podendo acontecer por meio de filmes, aulas de campo, textos que envolvam uma temática central, relato de experiência, entre outras; no segundo momento, o aprofundamento, são respondidos os questionamentos levantados na primeira etapa, aonde os conceitos físicos deverão ser tratados como necessidade para se trabalhar o tema e a última etapa com a produção/avaliação exclusivamente desenvolvida pelos estudantes com a orientação e supervisão do professor. Nessa fase o acompanhamento do professor é muito importante pois, poderá promover no estudante novas dúvidas.

Na etapa de aprofundamento é sugerido que o professor aproveite suas habilidades para trabalhar os conceitos físicos e responder as perguntas do texto e as que possam ter sido levantadas pelos estudantes. Podendo explorar atividades experimentais, aulas de campo, palestras com profissionais conhecedores do tema e outros. Para auxiliá-lo poderá usar textos alternativos ligados ao tema, vídeos, listas de exercícios e o livro didático.

A etapa de produção/avaliação é o momento que os estudantes vão poder mostrar o que aprenderam como, também, adquirir novas aprendizagens. É a fase da pesquisa bibliográfica, de campo e de conversas constantes com o professor. Na sequência didática sugere-se o trabalho em grupo, atividades individuais, como um Quiz e uma prova.

A proposta é apenas uma das muitas metodologias que o professor de física pode adotar durante suas aulas, entretanto, é importante que ele tenha a consciência dos objetivos a serem alcançados e se o método escolhido facilitará as

realizações dos mesmos. Assim, deixamos disponível esse produto para o professor que deseje utilizá-lo. Acreditamos no seu potencial para o ensino-aprendizagem do conteúdo de hidrostática.

2. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Nessa seção será apresentada com mais detalhes a sequência didática baseada no ensino de física através de temas, considerando os três momentos sugeridos por Brito (2004) e Brito e Gomes (2007). É apresentado um quadro para cada um desses momentos com as seguintes seções: Objetivo, metodologia e tempo estimado. No quadro 1 o (a) professor(a) poderá ter maiores informações sobre como desenvolver o primeiro momento da proposta para o tema sugerido: Equilíbrio e flutuabilidade das embarcações na região amazônica.

1º momento: a apresentação do tema

Quadro 1 – Primeira parte da sequência didática: Apresentação do tema.

Objetivo	Metodologia	Tempo estimado
Apresentar o tema aos estudantes de maneira a motivá-los, levantando questionamentos e registrando as hipóteses (possíveis respostas prévias) que surgem deles na ocasião.	O(a) professor(a) deve primeiramente criar um ambiente propício para o recebimento dos estudantes de modo que já sejam inseridos no tema desde a entrada em sala. Assim, o(a) professor(a) organiza o espaço onde receberá os estudantes colocando fotos, reportagens de jornais, música de fundo. Sugere-se que as fotos e curiosidades que aparecem no texto motivador (Anexo A) sejam impressas para organização na sala ou exibidas em projetor multimídia, bem como outras que o(a) professor(a) disponha. A sala deve ser organizada em forma de círculo ou semi-círculo, antes dos estudantes entrarem, para que eles não fiquem de costas uns para os outros e a interação possa ser melhor durante as discussões. Após os estudantes entrarem, o professor orienta que eles podem circular pela sala para verem as fotos, reportagens, curiosidades.	10 min
	Em seguida, os estudantes podem ser orientados pelo professor a sentarem em seus lugares e será disponibilizado o texto motivador (Anexo A) para começarem a leitura e discussões. O professor faz a leitura coletiva com os estudantes e à medida que as questões irão aparecendo no texto, o professor dará um tempo para que respondam com suas hipóteses iniciais. E segue a discussões (socialização) daquela questão com os estudantes apresentando as hipóteses anotadas, mas ainda sem ter explicações formais do professor, que surgirão apenas no segundo momento da proposta. Ao final deste momento o professor informa que algumas dúvidas serão sanadas no segundo momento e que os estudantes podem fazer leituras complementares para ajudar a esclarecer as dúvidas para discutirem na próxima aula.	70 min
Tempo total médio		80 min

Fonte: o autor

Para a criação do texto motivador foram necessárias pesquisas bibliográficas envolvendo acidentes com embarcações locais, internacionais e pesquisas de campo na Capitania fluvial de Santarém para obter informações sobre a quantidades e tipos de embarcações que trafegam em nessa região e visitas a um estaleiro, localizado as margens do Lago Mapiri para conhecer a construção naval por meio de observações, de conversas com os carpinteiros navais e moradores próximos ao lago onde os barcos são lançados após sua construção.

2º momento: o aprofundamento

Nessa etapa do aprofundamento o professor conhecerá por meio do quadro dois sugestões que poderão lhe auxiliar no desenvolvimento de suas aulas para esse momento.

Quadro 2 – Segunda parte da sequência didática: Aprofundamento.

Objetivo	Metodologia	Tempo estimado
Responder os questionamentos iniciais e aprofundar os conhecimentos.	Nesse momento o professor começa a trabalhar as questões levantadas no primeiro momento (tanto no texto motivado quanto outras que tenha surgido) e a partir das hipóteses dos estudantes começa a abordar as respostas aos questionamentos de forma mais científica. Para isso pode ter auxílio de textos previamente selecionados que serão disponibilizados aos estudantes que deem conta de responder aos questionamentos, do livro didático utilizado por eles, de explicações feitas pelo professor e das leituras complementares que eles trazem. O professor poderá também ainda para esta fase trazer profissionais que tratem sobre o tema para esclarecer dúvidas dos estudantes ou seja feita <i>visita de estudo</i> ²⁰ em um estaleiro que tenha barco em construção ou embarcação já pronta. Nesse momento também poderão ser trabalhados exercícios relacionados ao tema (Propostas no Anexo B).	4h30min
Tempo total médio		4h30min

Fonte: o autor

Nessa etapa os estudantes tendem a ficar participativos e questionadores, assim, é importante que o professor já tenha feito as análises das hipóteses levantadas no primeiro momento e estude a melhor forma de respondê-las. Sugere-se que no início da aula sejam mostradas as hipóteses para a turma e após toda

²⁰ Na visita de estudo o professor utiliza a visita para discutir os conteúdos com os estudantes e não deixa apenas na responsabilidade do técnico que recebe os estudantes, pois nesse caso se caracterizaria como visita técnica.

abordagem conceitual retorne para elas e discuta novamente com estudantes para verem as certas e as erradas.

3º momento: a produção-avaliação

A última etapa acontece com a produção dos estudantes e avaliação do professor que poderá criar instrumentos avaliativos coletivos e individuais. A seguir o professor verá no quadro três sugestões para desenvolvimento desse momento.

Quadro 3 – Terceira parte da sequência didática: Produção/avaliação.

Objetivo	Metodologia	Tempo estimado
<p>Avaliar os conhecimentos adquiridos pelos estudantes a partir de suas produções e desenvolvimento ao longo das aulas.</p>	<p>Nesse momento os estudantes distribuídos em grupos de 5 a 6 estudantes organizarão um trabalho de pesquisa bibliográfica e de campo e produzirão um trabalho escrito (Modelo no anexo C) e farão exposição na turma. Sugere-se duas opções para o desenvolvimento desse trabalho:</p> <p>I. As equipes receberão orientações para realizarem pesquisa bibliográfica e de campo sobre os seguintes itens referentes às embarcações (Modelo no anexo C) para posterior exposição à turma:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Histórico 2. Importância social 3. Impactos ambientais 4. Princípios físicos envolvidos no equilíbrio e fluabilidade 5. Processo de construção 6. Normas de segurança na navegação <p>II. As equipes receberão orientações para trabalhos escritos e expositivos. Esses deverão conter resultados das pesquisas dos estudantes. Para, isso, deverão executar pesquisa bibliográfica e/ou de campo.</p> <p>O professor disponibiliza algumas aulas para reunião de grupos e orientação das equipes (sugere-se 6 aulas de 45 minutos).</p>	<p>4h30min</p>
	<p>Exposição dos trabalhos. Sugere que cada grupo tenha de 10 a 15min para exposição.</p>	<p>90min</p>

	Realização de Quiz de questões referentes ao tema. Nessa dinâmica o professor faz uma avaliação coletiva para identificar como está o desempenho geral da turma, enquanto cada estudante faz auto-avaliação de como estão seus conhecimentos, anotando o número de questões que acerta. O professor pode aproveitar para fazer comentários após resposta de cada questão servindo de revisão. E para finalizar o professor aplicará uma avaliação final com perguntas relacionadas ao tema.	30min
Tempo total médio		6h30min

Fonte: o autor

Esse momento proporciona ao professor a oportunidade de junto com estudantes adquirir novos conhecimentos. Suas orientações e sugestões podem enriquecer o trabalho dos estudantes, entretanto, eles devem ser os principais construtores dessa etapa.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O produto educacional aqui apresentado pode ser um material alternativo para o professor abordar os conteúdos de hidrostática, sendo que poderá fazer suas adaptações ou modificações conforme suas necessidades e de seus estudantes. Acredita-se que esse produto servirá de inspiração para o professor que pretenda aprimorar suas habilidades, enriquecer suas aulas e motivá-lo a desempenhar, de forma mais dinâmica, o seu trabalho. Temos a esperança de melhorias do ensino de física mas, para isso é necessário tornar as aulas mais atraentes para o estudante. Podemos fazer a diferença, o estudante precisa aprender os conceitos científicos, porém, deve conhecer ou reconhecer em seu cotidiano sua presença e importância. O ensino pautado em equações e de matematização deve perder espaço para aulas contextualizadas que estimule o lado investigativo, crítico e questionador do estudante.

Uma nova cultura deve ser gerada, precisamos de pessoas mais conscientes e que se importe com o mundo a sua volta, e a sala de aula é um ótimo lugar para começar essa mudança. O professor tem um papel importante nesse processo, contudo, ela só acontecerá com seu envolvimento. Ainda presenciamos, a prática educacional que protagoniza o professor e torna o estudante passivo. O produto educacional apresentado, produz o ambiente de interação e aprendizagem mútua. Assim, entregamos essa proposta como um instrumento facilitador para o ensino-aprendizagem e acreditamos que poderá auxiliá-lo para melhorias de suas aulas no conteúdo da hidrostática.

4. SUGESTÕES DE LEITURAS E MATERIAIS COMPLEMENTARES

Nessa seção estão algumas sugestões para leituras com a finalidade de auxiliar o professor no desenvolvimento das etapas da sequência didática.

- ✓ Como era uma viagem marítima no tempo dos descobrimentos? Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-era-uma-viagem-maritima-no-tempo-dos-descobrimientos/>
- ✓ GONCALVES, F. R. **Estabilidade e fluabilidade básica**. UNICAMP, Campinas, 2003.
- ✓ NAUTICURSO. Disponível em: <http://www.nauticurso.com.br/interpretando-linhas-projeto.html>
- ✓ FOGAÇA, J. **O que é densidade**: Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/quimica/o-que-e-densidade.htm>

Vídeos

- ✓ Arquimedes e a Coroa. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=arquimedes-e-a-coroa>
- ✓ Centro de gravidade- o ponto do equilíbrio. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=cWsaHi-K0TY>

REFERÊNCIAS

BRITO, L. P. de. **Ensino de Física Através de Temas: uma experiência na Formação de Professores de Ciências**. VII CINNECIM. Belém, 2004.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GOMES, N. F. **O Ensino de Física Através de Temas no Atual Cenário do Ensino de Ciências**. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis, 2007

BRASIL. **Base nacional comum curricular (BNCC). Ensino médio**. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bnccensinomedio&category_slug=abril2018pdf&Itemid=30192. Acesso em: 07 fev. 2019.

INDÚSTRIA NAVAL. Disponível em: <https://www.infoescola.com/economia/industria-naval/>. Acesso em: 08 set. 2018.

MARINHA DO BRASIL. **Convenção sobre o regulamento internacional para evitar abalroamentos no mar**, 1972. Rio de Janeiro, 1989.

SUPER VESTIBULARES. Disponível em: <https://vestibular.mundoeducacao.bol.uol.com.br/enem/hidrostatica-no-enem.htm>. Acesso em: 05 nov. 2018.

CABRAL, J. P.; **Arquitetura Naval – estabilidade, cálculos, avaria e bordo livre**. Centro do Livro Brasileiro, 1979.

ANEXO A – Produto educacional

EQUILÍBRIO E FLUTUABILIDADE DAS EMBARCAÇÕES NA REGIÃO AMAZÔNICA

Janylton Josadark Damasceno Corrêa

Nilzilene Gomes de Figueiredo (orientadora)

TEXTO - MOTIVADOR

Hoje vamos visitar um lugar bem diferente e gostaria de levá-los comigo. Iremos a um estaleiro, que é um lugar onde se constrói e se reforma embarcações. Será um passeio interessante! Assim, poderemos aprender um pouco mais sobre esse meio de transporte que é tão utilizado em nossa região.



Figura 1 - Lago do Mapiri.
Fonte: o autor.

Ele fica localizado na zona norte de nossa querida Santarém, no bairro do Mapiri, às margens do lago Mapiri, formado pelas águas do rio Tapajós (Figura 1). É um lago rico em beleza, farto em peixes e serve como fonte de sustento para muitos moradores daquele bairro. O lago é um lindo lugar, mas sua paisagem muda completamente no período de seca ou cheia do rio Tapajós.



Figura 2 - lago do Mapiri na seca do rio.
Fonte: o autor

Na época em que a foto 1 foi tirada, no mês de setembro, o lago estava muito cheio, mas conforme a água do rio Tapajós vai baixando o lago também seca e no mês de outubro a imagem já é bem diferente (Figura 2).

Em geral, no período de junho a setembro, as praias da região ficam muito boas para banho em virtude da quantidade de água estar adequada (nem muito cheia e nem muito seca).

Os pescadores da região dizem que no período de janeiro até o final de setembro é “bom de peixe” devido os rios ainda estarem cheios e, segundo eles, depois desse período vem o “verão” e os rios baixam, a areia começa a aparecer e as praias se formam. Isso é bom para os barraqueiros que aproveitam para lucrarem com a venda de comida nas praias.

No período de seca (pouca chuva) nessa região, que é conhecido como **verão amazônico**, o lago desaparece quase totalmente e se forma uma grande ilha de areia onde a molecada joga bola.

Na visita ao estaleiro é possível observar uma enorme peça de madeira no chão (Figura 3). Pelo jeito já tem um novo barco para ser construído. Como dizem os carpinteiros navais, “essa é a peça mestre”, a *quilha* do barco. É a partir dela que começa a construção de um barco. Ela tem que ser feita de uma madeira forte e resistente à água. É por isso que, em geral, ela é feita de Ipê. Agora tem algo que você precisa saber: o Ipê não flutua sobre as águas, afunda no rio como pedra.

O QUE SIGNIFICA ESSA PALAVRA?

Verão Amazônico

O que determina se é primavera, verão, outono ou inverno é a quantidade de radiação solar que chega à região e essas estações do ano só ocorrem devido o movimento da Terra de translação com um ângulo de inclinação. Entretanto, na região Norte do Brasil, não conseguimos perceber a diferença entre essas quatro estações. Percebemos que tem um período chuvoso na região e um período mais seco, que chove menos. Enquanto no mês de dezembro é verão oficialmente no Brasil, mas é o período que mais chove na região Norte. Isso acontece porque o Brasil está próxima à linha do equador e a quantidade de radiação solar que chega nessa região é praticamente a mesma o ano inteiro. Por isso alguns especialistas já chamam de verão amazônico o período que menos chove na região Norte e inverno amazônico o que mais chove. **Fonte:** o autor.



Figura 3 – Peça de madeira que formará a Quilha do barco feita de ipê.
Fonte: o autor.

Por que algumas madeiras flutuam sobre a água e outras não?



Anota aí sua hipótese (possível resposta para a pergunta acima). Não se preocupe com certo ou errado neste momento



Andando, um pouco mais, é possível ver um barco no início de sua construção com algumas peças de madeira presas à sua quilha. São como “costelas” do barco e são chamadas de *cavernas* (Figuras 4 e 5).



Figura 4 - Cavernas presas à quilha.
Fonte: o autor



Figura 5 - Cavernas.
Fonte: o autor

Segundo os carpinteiros, com exceção da quilha, o restante do barco quase todo é feito de madeira Itaúba, que é uma madeira que não afunda na água e é de fácil manuseio. Mas qual madeira usar fica a critério do dono do barco que o encomenda. É importante destacar que para não prejudicar o equilíbrio e estabilidade do barco é necessário que as cavernas tenham simetria em sua fabricação.

Por que a quilha tem que ser feita de madeira que afunda e o restante do barco não?



Anota aí sua hipótese (possível resposta para a pergunta acima). Não se preocupe com certo ou errado neste momento



Você deve ter notado que o casco de um barco é oco, e isso, não ocorre somente com barcos de madeira, mas, com todo tipo de embarcação.

Por que deve ser oco o casco de uma embarcação?



Anota aí sua hipótese (possível resposta para a pergunta acima). Não se preocupe com certo ou errado neste momento



O fato do casco ser oco tem grande importância e quando ele é ocupado por água pode trazer enormes problemas, como pode ser percebido na situação do naufrágio de uma embarcação no rio Tapajós apresentada na reportagem do quadro a seguir.

NOTÍCIAS

Embarcação bate em banco de areia e aderna no rio Tapajós em Belterra
Barco Aliança, que faz linha entre Santarém e Itaituba, adernou em praia.



Figura 6- Barco Motor Aliança. Fonte: www.planao24news.com.br

O barco Aliança (Figura 5), que faz linha entre Santarém e Itaituba, oeste do Pará, bateu em um banco de areia durante a chuva que caiu na noite desta quinta-feira (17) e adernou na praia do Cajutuba, no município de Belterra. Segundo informações de familiares de passageiros, diante dos fortes ventos, a tripulação se viu obrigada a desviar a rota e buscar abrigo na margem do rio Tapajós. Ao realizar a manobra para se abrigar do mal tempo, acabou adernando, o que impediu de seguir viagem. Os passageiros se abrigaram em um restaurante na praia.

Fonte: <http://g1.globo.com/pa/santarem-regiao/noticia/2016/11/>

Essa situação faz lembrar de outro o naufrágio histórico e fizeram até um filme para contar o acidente: o naufrágio do Titanic. Vamos ver o que diz a história.

NOTÍCIA

O NAUFRÁGIO DO RMS TITANIC



Figura 7 - Titanic. Fonte: <https://pt.wipetia.org>

O naufrágio do RMS Titanic (Figura 7) ocorreu entre a noite de 14 de abril até à manhã de 15 de abril de 1912 no Atlântico Norte, quatro dias após o início da viagem inaugural do navio que partiu de Southampton com destino à cidade de Nova Iorque. O maior navio de passageiros em serviço da época, o Titanic tinha estimadas 2.224 pessoas a bordo quando atingiu um iceberg por volta de 23h:40min (horário no navio) no domingo, 14 de abril de 1912. O afundamento aconteceu duas horas e quarenta minutos depois, às 02h:20min (05h:18min) na segunda-feira, 15 de abril, resultando na morte de mais de 1.500 pessoas, transformando-o em um dos desastres marítimos mais mortais... O Titanic foi desenhado para flutuar com quatro de seus compartimentos estanques dianteiros inundados, mas não mais, e a tripulação logo percebeu que o navio iria afundar.... Assim, quando o Titanic afundou, mais de mil passageiros e tripulação ainda estavam a bordo. Quase todos aqueles que pularam ou caíram na água, ou afundaram ou morreram em minutos devido aos efeitos da hipotermia. Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Titanic>.

Você percebeu que nos dois acidentes existiu a ação de forças externas que levaram um ficar parcialmente imerso e outro totalmente?

Será que existe, também, forças que mantêm o barco flutuando? Justifique sua resposta



Outra aprendizagem que podemos ter com os carpinteiros navais é sobre a numeração nos cascos dos barcos (Figura 8). Essa numeração limita o nível que o rio pode atingir no casco do barco para que navegue com segurança. Eles chamam esse limite de **calado** e é através dele que a Marinha analisa o excesso de carga na embarcação.



Figura 8 - Marcação numérica até o calado.
Fonte: o autor

O QUE SIGNIFICA ESTA PALAVRA?

Calado

É a designação dada à profundidade a que se encontra o ponto mais baixo da quilha de uma embarcação, em relação à linha d'água... Sendo de se salientar que o calado terá, numa mesma embarcação, variações, conforme a carga do navio (carga maior, calado maior, em razão do afundamento da embarcação) ou a densidade da água.

Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Calado>.

É importante lembrar que em nossa região muitos acidentes já aconteceram motivados pelo excesso de cargas e passageiros. Toda estrutura de uma embarcação é feita para suportar um limite máximo de peso e ultrapassar esse limite pode causar acidentes.

Vamos ver outro exemplo relatado, mas agora para mostrar o perigo que a falta de estabilidade ocasionada pelo excesso de carga e passageiro pode provocar em uma embarcação.

NOTÍCIA

Sobral Santos a Tragédia



Figura 9- Barco Motor Sobral Santos
Fonte: www.gazetadesantarem.com.br

O Portal Obidense na sua edição desta segunda feira lembra uma das maiores tragédias fluvial da Amazônia em que o navio Sobral Santos II (Figura 9) após atracar no porto de Óbidos por volta das 03:05h da manhã do sábado do dia 19 de setembro do ano de 1981 adernou e afundou matando mais de 340 passageiros. O navio saiu do porto da cidade de Santarém com 200 toneladas de cargas e 530 passageiros e com infiltrações de águas nos porões, a ignorância de sua tripulação e o fator irresponsabilidade e ganância pelo dinheiro, fez com que os proprietários da empresa Onzenave dona do navio na época, rumasse para uma viagem sem retorno. O fato marcou a história das tragédias fluviais na Amazônia e na cidade de Óbidos... Tudo parecia normal, porém o comandante do Sobral chegou a comentar que “passageiro para ele não interessava o que interessava era a carga, carga que dá dinheiro”. Isso ficou claro, pois em sua lista de passageiro somente tinha registro de 430 e excesso de carga, pois pegaria mais 100 passageiros de dois barcos que estavam em pane “Miranda Dias” e “Emerson”, além de mais 100 toneladas de cargas a maioria composta de sacos de farinhas, cereais, hortifrutis, granjeiros e gradeados de cervejas. Na hora do desembarque no porto de Óbidos uma das cordas arrebentou. Foi quando uma pessoa gritou que o barco estava inclinando. O fato causou correria seguido de pânico, centenas de pessoas ficaram alarmadas, temerosas e partiram correndo em direção a saída, desestabilizando o peso do barco que tombou para o lado, despreendendo a carga que rolou em direção a multidão imprensando muita gente na murada da embarcação o que apressou o inclinação indo o Sobral Santos II a pique em menos de 10 minutos.

Fonte: <https://obidense.com.br/conteudo/304/sobral-santos-a-tragedia>.

Percebemos que o barco sofreu um desequilíbrio e o levou a pique.

E quando um barco está com seu limite correto de passageiros e cargas, como ele consegue ficar em equilíbrio balançando para os lados sem virar?



E aí, gostou do passeio? Agora vamos esclarecer a dúvidas.



ANEXO B - Produto educacional
LISTA DE EXERCÍCIOS DE FÍSICA

TEMA: EQUILÍBRIO E FLUTUABILIDADE DAS EMBARCAÇÕES NA REGIÃO AMAZÔNICA²¹

Questão 1. Por que uma pedra afunda e navios mesmo sendo tão pesados não afundam?

Questão 2. Seu Dorival, um carpinteiro naval, foi contratado para construir um pequeno barco. Ele sabe que para fazer a quilha vai precisar de uma madeira pesada, resistente à água e que não flutue. Entretanto, a madeira Ipê que é mais recomendada está em falta. Como ele não pode atrasar a obra, resolveu substituí-la. A informação que ele tem é a densidade da água: 1000 Kg/m^3 . Ele possui a tabela da densidade de algumas madeiras. Analise a tabela de densidade das madeiras abaixo e indique qual dessas madeiras ele poderia utilizar e por quê?

* madeira desidratada

Madeira	Densidade madeira seca*	Densidade madeira verde
CEREJEIRA	610 kg/m^3	895 kg/m^3
CURUPIXÁ	805 kg/m^3	1.235 kg/m^3
JATOBÁ	921 kg/m^3	1.275 kg/m^3
MASSARANDUBA	1.010 kg/m^3	1.320 kg/m^3

Fonte: <http://www.aguademeninos.com.br>

Questão 3. Para fechar o espaço entre as madeiras que formam o casco de um barco, os carpinteiros navais costumam fazer uma espécie de massa utilizando querosene e resina epóxi. Essa prática, também, é conhecida como *calafetagem* que têm a função de evitar a entrada de água no casco. Para uma pequena porção misturam-se 300 ml de querosene com 500 ml de resina epóxi. Sendo a densidade do querosene $0,82 \text{ g/cm}^3$ e densidade da resina epóxi $1,17 \text{ g/cm}^3$. Encontre a massa, em grama, de cada uma dessas substâncias que o mestre naval deve utilizar para fazer a calafetagem nessa porção de mistura.

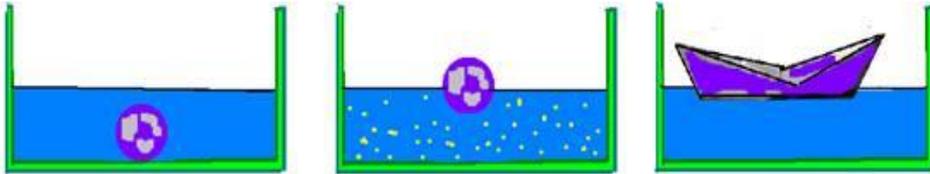
Questão 4. Explique fisicamente porque um barco atracador de uma balsa é mais alto do que os outros barcos e não pode trafegar sozinho.

Questão 5. Explique com base nos conceitos de centro de empuxo e centro de gravidade, por que se costuma colocar pesos no casco de uma embarcação.

²¹ Organizada por: Janylton Josadark Damasceno Corrêa e Nilzilene Gomes de Figueiredo (orientadora) como parte do produto da dissertação de mestrado do primeiro autor. Algumas questões foram elaboradas pelos autores, outras são de provas de vestibulares cujas instituições são apresentadas no início da questão.

Questão 6. Um mestre naval projeta um pequeno barco para trafegar no rio Amazonas (água doce), cuja a densidade é em média $1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$. Explique por que é perigoso a navegabilidade dessa embarcação no mar, cuja densidade da água é em média $1,03 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$.

Questão 7. (FUVEST) Numa experiência de laboratório, os estudantes observaram que uma bola de massa especial afundava na água. Arquimedes, um estudante criativo, pôs sal na água e viu que a bola flutuou. Já Ulisses conseguiu o mesmo efeito modelando a massa sob a forma de barquinho.



Explique, com

argumentos de Física, os efeitos observados por Arquimedes e por Ulisses.

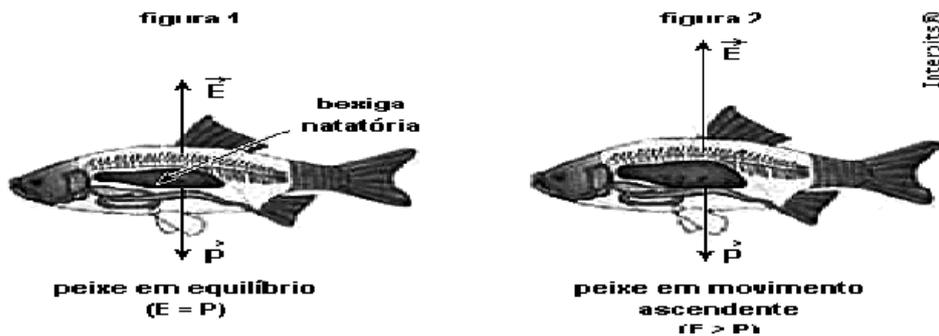
Questão 8. Explique que tipo de madeira deve ser utilizada para a construção de um barco e por quê.

Questão 9. Considere que você está viajando em uma embarcação pelo rio Amazonas e uma forte ventania provoca intensa agitação no rio. As pessoas ficam muito nervosas na embarcação. Explique qual o procedimento adequado do deslocamento das pessoas na embarcação de modo a não causar-lhe instabilidade e virar.

Questão 10. (Uei 2012) A areia monazítica, abundante no litoral do Espírito Santo até o final do século XIX, é rica em tório e foi contrabandeada para outros países durante muitos anos sob a falsa alegação de lastrear navios. O lastro tem por objetivo afundá-los na água, até certo nível, conferida estabilidade para navegação. Se uma embarcação tem massa de 50.000 kg , qual deverá ser a massa de lastro de areia monazítica, em toneladas, para que esse navio lastreado desloque um volume total de 1000 m^3 de água do mar? Considere a densidade da água do mar igual a $1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

- a) 180 b) 500 c) 630 d) 820 e) 950

Questão 11. (Unesp 2012) A maioria dos peixes ósseos possui uma estrutura chamada vesícula gasosa ou bexiga natatória, que tem a função de ajudar na flutuação do peixe. Um desses peixes está em repouso na água, com a força peso, aplicada pela Terra, e o empuxo, exercido pela água, equilibrando-se, como mostra a figura 1. Desprezando a força exercida pelo movimento das nadadeiras, considere que, ao aumentar o volume ocupado pelos gases na bexiga natatória, sem que a massa do peixe varie significativamente, o volume do corpo do peixe também aumente. Assim, o módulo do empuxo supera o da força peso, e o peixe sobe (figura 2).



Na situação descrita, o módulo do empuxo aumenta, porque

- a) é inversamente proporcional à variação do volume do corpo do peixe.
- b) a intensidade da força peso, que age sobre o peixe, diminui significativamente.
- c) a densidade da água na região ao redor do peixe aumenta.
- d) depende da densidade do corpo do peixe, que também aumenta.
- e) o módulo da força peso da quantidade de água deslocada pelo corpo do peixe aumenta.

Questão 12. (Mackenzie-SP) Um navio flutua porque

- a) seu peso é pequeno quando comparado com seu volume.
- b) seu volume é igual ao volume do líquido deslocado.
- c) o peso do volume do líquido deslocado é igual ao peso do navio.
- d) o peso do navio é menor que o peso do líquido deslocado.
- e) o peso do navio é maior que o peso do líquido deslocado.

Questão 13. (UFSC-SC) A figura representa um navio flutuando em equilíbrio, submetido à ação apenas do seu próprio peso e do empuxo exercido pela água.



Considerando a situação descrita, assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S):

- (01) Mesmo sendo construído com chapas de aço, a densidade média do navio é menor do que a densidade da água.
- (02) O empuxo exercido sobre o navio é igual ao seu peso.

- (04) Um volume de água igual ao volume submerso do navio tem o mesmo peso do navio.
- (08) O empuxo exercido sobre o navio é maior do que o seu peso. Caso contrário, um pequeno acréscimo de carga provocaria o seu afundamento.
- (16) Se um dano no navio permitir que água penetre no seu interior, enchendo-o, ele afundará totalmente, porque, cheio de água, sua densidade média será maior do que a densidade da água.
- (32) Sendo o empuxo exercido sobre o navio igual ao seu peso, a densidade média do navio é igual à densidade da água.

Questão 14. (PUC-PR) O empuxo é um fenômeno bastante familiar. Um exemplo é a facilidade relativa com que você pode se levantar de dentro de uma piscina em comparação com tentar se levantar de fora da água, ou seja, no ar.

De acordo com o princípio de Arquimedes, que define empuxo, marque a proposição correta:

- a) Quando um corpo flutua na água, o empuxo recebido pelo corpo é menor que o peso do corpo.
- b) O princípio de Arquimedes somente é válido para corpos mergulhados em líquidos e não pode ser aplicado para gases.
- c) Um corpo total ou parcialmente imerso em um fluido sofre uma força vertical para cima e igual em módulo ao peso do fluido deslocado.
- d) Se um corpo afunda na água com velocidade constante, o empuxo sobre ele é nulo.
- e) Dois objetos de mesmo volume, quando imersos em líquidos de densidades diferentes, sofrem empuxos iguais.

Questão 15. (PUC-SP) *Ao chocar-se com uma pedra, uma grande quantidade de água entrou no barco pelo buraco feito no casco, tornando o seu peso muito grande.*



A partir do descrito, podemos afirmar que:

- a) a densidade média do barco diminuiu, tornando inevitável seu naufrágio.
- b) a força de empuxo sobre o barco não variou com a entrada de água.
- c) o navio afundaria em qualquer situação de navegação, visto ser feito de ferro que é mais denso do que a água.
- d) antes da entrada de água pelo casco, o barco flutuava porque seu peso era menor do que a força de empuxo exercido sobre ele pela água do rio.
- e) o navio, antes do naufrágio tinha sua densidade média menor do que a da água do rio.

Questão 16. (UFPEL-RS) Um submarino consegue submergir enchendo de água tanques especialmente destinados a esse fim. Os mesmos compartimentos são esvaziados, através de bombas muito potentes, quando o submarino deve voltar à superfície. Considerando constante a densidade da água do mar, responda às seguintes perguntas e justifique suas respostas.



- Pode o submarino flutuar sendo constituído de material mais denso que a água?
- O empuxo exercido sobre o submarino quando totalmente mergulhado depende da profundidade em que se encontra?
- Estando o submarino totalmente mergulhado, em qual dos pontos – A, B ou C – a pressão exercida pela água é maior?

Questão 17. Um submarino navega imerso numa profundidade constante de 30 m. Qual deve ser, aproximadamente, a pressão a que está submetido?

- a) 1 atm b) 2 atm c) 3 atm d) 4 atm e) 5 atm

Questão 18. Um bloco de ferro de 1,0 kg de massa, ao ser abandonado num tanque com água, afunda. Entretanto, um navio de 100 toneladas, constituído em sua maior parte de ferro, ao ser colocado na água do mar flutua tranquilamente. Esse fato explica-se, pois:

- a massa de água no oceano é maior que a massa do navio, enquanto que a massa de água no tanque deve ser menor que a do bloco.
- a densidade do bloco de ferro é maior que a da água do tanque, enquanto que a densidade do navio é menor que a da água do mar.
- apesar da densidade do bloco de ferro e da densidade do navio serem iguais, o navio recebe a ação de um empuxo menor que o bloco.
- a densidade do bloco de ferro é menor que a da água do tanque, enquanto que a densidade do navio é maior que a da água do mar.
- a água do mar, por ser salgada, suporta o peso do navio

Questão 19. Explique o que é o centro de gravidade e o centro de empuxo em uma embarcação e em que posição eles devem na embarcação para manter o seu equilíbrio estável.

Questão 20. (O CIRCO VOADOR DA FÍSICA) Suponha que você esteja em um barco que flutue em um pequeno lago. Dentro do barco você tem uma rolha muito grande e uma barra de chumbo. O que acontece com nível da água do lago se você joga a rolha na margem, a rolha na água, a barra na margem e a barra na água?

O acontece com o nível da água se existe um furo no fundo do barco e a água entra aos poucos para afundá-lo? Se o nível de água muda, começa a mudar assim que água começa a entrar no barco?

ANEXO C - Produto educacional
EQUILIBRIO E FLUTUABILIDADE DAS EMBARCAÇÕES NA REGIÃO
AMAZÔNICA

ORIENTAÇÕES PARA O TRABALHO

1. EM QUE CONSISTE O TRABALHO?

O trabalho será feito em equipes de no máximo 6 integrantes e receberão orientações para realizarem pesquisa bibliográfica e de campo sobre os seguintes itens referentes às embarcações para posterior exposição à turma:

Equipe 1: Histórico

Equipe 2: Importância social

Equipe 3: Impactos ambientais

Equipe 4: Princípios físicos envolvidos no equilíbrio e flutuabilidade

Equipe 5: Processo de construção

Equipe 6: Normas de segurança na navegação

As equipes deverão elaborar um trabalho escrito para ser entregue no dia das exposições. As orientações sobre o trabalho e as exposições estão nas seções a seguir.

2. PARTE ESCRITA:

2.1. ORGANIZAÇÃO DOS TRABALHOS DO ESCRITO.

Todas as equipes deverão entregar um trabalho digitado.

Os trabalhos escritos devem ser organizados da seguinte forma:

Capa

Folha de rosto

Introdução (onde você apresenta o que é o trabalho, como foi feito para conseguir as informações, o que produziram e como está organizado o trabalho escrito);

Uma seção em que vocês descrevem o que contém o trabalho, que conhecimentos são apresentados, em que se basearam; (OBS: Essa é a parte do DESENVOLVIMENTO, mas você não coloca esse nome)

Conclusão (o que aprenderam de mais significativo no trabalho e por que foi importante estudar esse tema);

Bibliografia (colocar todas as bibliografias que foram consultadas para a elaboração do trabalho, seguindo as normas da ABNT - ver indicações que como fazer no final deste material).

2.2. FORMATAÇÃO DO TRABALHO

Para facilitar, algumas informações sobre a formatação do trabalho. Um trabalho deve ter capa, folha de rosto seguindo as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT):

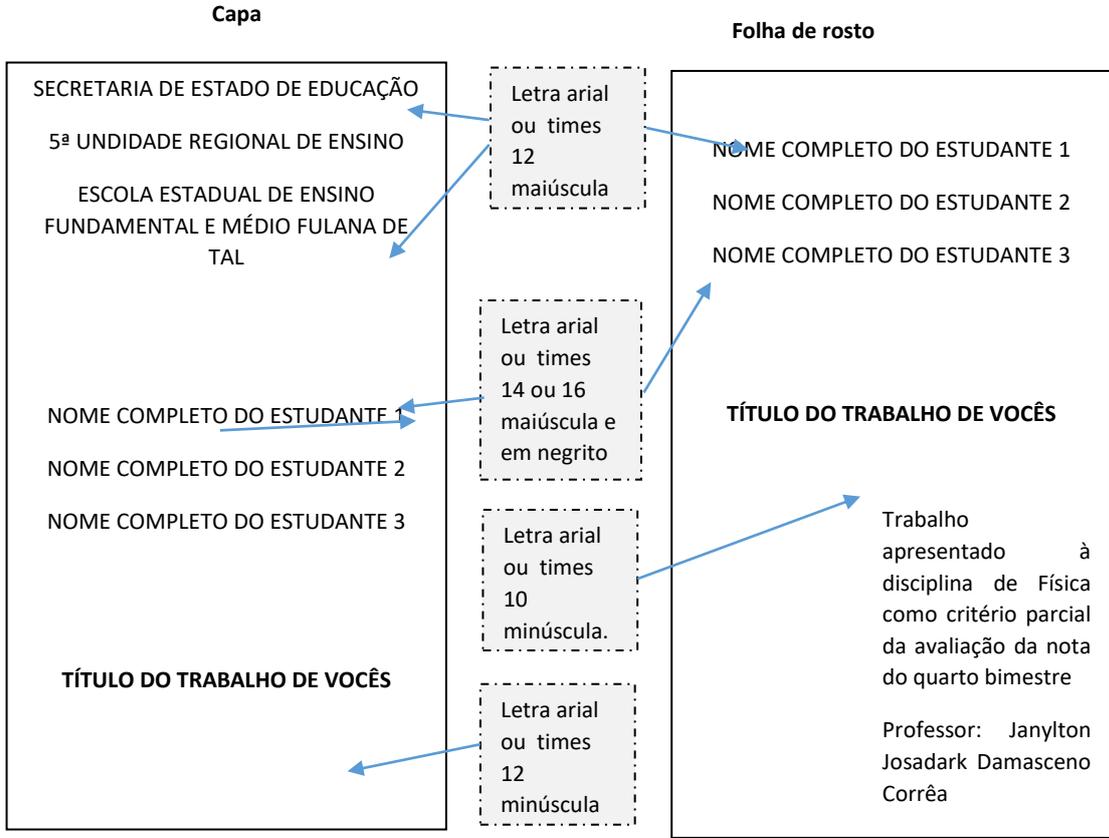
A letra deve ser Arial ou Times New Roman;

Margens esquerda e superior: 3 cm. Margens direita e inferior: 2 cm.

O espaço entre linhas ao longo do corpo do trabalho deve ser 1,5, mas na capa e folha de rosto deve ser simples.

Segundo a Norma Brasileira de Referência para Trabalhos acadêmicos (NBR 14724 de 2011), “O texto é composto de uma parte introdutória, que apresenta os objetivos do trabalho e as razões de sua elaboração; o desenvolvimento, que detalha a pesquisa ou estudo realizado; e uma parte conclusiva”.

O modelo a seguir pode orientá-los a organizar os elementos pré-textuais (capa e folha de rosto). Siga a mesma formatação quando aparecerem letras maiúsculas e negrito (espaço simples entre linhas):



1. INTRODUÇÃO

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX.

2. TÍTULO xxxxxxxxxx

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX.

Letra arial ou times 12 minúscula. Espaço 1,5 entre linhas no corpo do texto. Os títulos das seções são em maiúsculas e negrito fonte 14.

3. CONCLUSÃO

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXX.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXX.

BIBLIOGRAFIA

Caso sua referência seja de livro:
SOBRENOME DO AUTOR, Nome. **Título do livro**. Cidade: Editora, ano.

Caso seja de site confiável de internet:
TÍTULO DO SITE. Disponível em:

3. EXPOSIÇÃO DOS TRABALHOS:

Os trabalhos expositivos ocorrerão em dois dias, sendo no dia 04 de dezembro duas equipes e no dia seguinte as outras quatro. Cada equipe terá um tempo máximo de 15 minutos para exposição e 5 minutos será destinado para responderem as perguntas da turma e ouvir os comentários do professor, se necessário.

4. AVALIAÇÃO DOS ESTUDANTES:

A nota do trabalho expositivo será uma parte da nota final do 4ª bimestre e serão avaliados conforme os seguintes itens: informações prestadas com clarezas e confiabilidade, ligação do conteúdo com o cotidiano, reflexões, discussões que promovem tomadas de decisões e ligação da ciência com a tecnologia.

APÊNDICE J - Quadro CTS

CATEGORIAS	RELAÇÃO TEÓRICA COM O ENFOQUE CTS	FRAGMENTOS DOS RELATOS DOS ALUNOS	FRAGMENTOS DA AVALIAÇÃO DOS ALUNOS DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	FRAGMENTOS DO DIÁRIO DE BORDO DO PESQUISADOR DURANTE A SEQUÊNCIA DIDÁTICA
A Permite que o estudante observe implicações sociais e éticas ligadas à tecnologia	Reconhecer o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social. (MORAES; ARAÚJO, 2012)	...o óleo que ele joga pelo rio acho que tudo isso é um problema que as embarcações vêm trazendo para o meio ambiente. (A 27)	Bom, na região, as embarcações são totalmente interessantes porquê é nelas que a gente viaja e pode prejudicar o meio. (A 17)	...existe uma grande exploração de matéria prima para a construção de uma embarcação como a derrubadas de árvores e de extração de minério para fabricação de navios de ferro. (A 9)
		...é que para construir esses barcos há derrubadas de árvores e também a troca de óleo são feitas dentro d'água, com isso, prejudica muito a saúde de pessoas que moram nas margens desses rios. Outro ponto é o lixo que essas [pessoas que viajam em] ²² embarcações jogam e com os dejetos dos banheiros. (A 29)	Pois, assim aprendemos que não deve-se degradar o meio ambiente, que as embarcações são de boa qualidade mas, no entanto, algumas, trazem prejuízo para natureza. (A 32)	...busquei conhecer de perto a realidade dos tripulantes e dos passageiros das embarcações fazendo visitas frequentes nessas embarcações, para melhor conhecimento sobre como é descartado o lixo produzido por essas pessoas. (A 21)
B Possibilita que o estudante perceba a importância da ciência e da tecnologia	Compreender a Ciência e a Tecnologia como partes integrantes da cultura contemporânea. (MORAES; ARAÚJO, 2012)	Pude aprender a importância que as embarcações têm para a região amazônica, uma vez que famílias de comunidades distantes utilizam esse transporte para ter acesso a saúde, educação e até mesmo para o lazer... (A 34)	Todos devem aprender pelo menos uma vez na vida estudar sobre esse assunto pois, é de suma importância para nós devido a geografia da nossa região e o quanto isso contribui para nossa sociedade. (A19)	As ambulanchas (lanchas que transportam os doentes) tem ajudado a salvar vidas em nossa região e por meio delas o auxílio a saúde chega nas localidades de difícil acesso. (A 14)
		[As embarcações são...] capazes de socorrer pessoas que moram em lugares de difícil acesso, como as	Porque em alguns lugares pelos rios os ribeirinhos não têm colégios e precisam das	As embarcações contribuem para o desenvolvimento do turismo para cidade de Santarém gerando emprego e lazer para a

²² Trechos entre colchetes são acréscimos do pesquisador visando deixar mais clara a ideia.

		ambulanchas. [os barcos escolares são...] necessários para a educação de vários estudantes que moram nessas áreas de rios, possibilitando que frequentem a escola. (A 11)	embarcações para poderem ir para escola e estudar. (A 14)	população. A 11
C Faz relações entre a Física e a vida cotidiana do estudante.	Fragmentos mostram a integração do contexto tecnológico e social e as experiências cotidianas dos estudantes com o conteúdo. (Pinto, Vermelho, 2017)	Aprendi através desse conteúdo a ver a navegação com outros olhos, a partir de agora quando ver um barco não vou enxergar com os mesmos olhos e sim entender que para aquilo ser possível é necessária uma atuação do homem e da natureza através da Física. (A 23)	Aprendemos coisas adequadas os riscos que os navegantes correm durante uma viagem com a força dos rios. Assim, não vamos deixar acontecer com nós o que acontece com algumas pessoas que não sabem as normas de segurança. (A 3)	...chegou à conclusão que seria por isso que ela se sentia mais leve quando estava no rio pois, recebia ajuda do empuxo. A 8
		...foi bom saber que por trás de qualquer coisa existe a Física envolvida, eu mesmo que moro em Santarém, uma cidade acostuada a usar embarcações, não sabia tanto sobre isso e que são necessárias várias coisas para um barco flutuar... (A 18)	Conseguir aprender sobre o processo de construção de uma embarcação e sobre a força empuxo que o faz flutuar. (A19)	...a pressão atmosférica nos auxilia durante a respiração pois, pressiona os nossos pulmões sem ela não seria possível viver na Terra. (A1)
D Permite que o estudante adquira postura crítica e	Fragmentos mostram um aspecto relacionado com o interesse pessoal, a preocupação cívica, as perspectivas culturais e processos	...conversando com as pessoas que usam as embarcações eu vi o tanto de coisas que poderiam melhorar em relação às embarcações a atenção maior que eles poderiam ter pois, querendo ou não é o meio de transporte mais utilizado em	... despertar o interesse através de questões intrigantes que nos leve a pensar o porquê de certas situações, nos dando a oportunidade de raciocinar e debater sobre possíveis melhorias para nosso meio. (A 23)	...o uso do colete ajuda na flutuabilidade e que em nossa cidade muitas pessoas já morreram por falta do não uso do colete, que infelizmente é uma cultura do povo achar que pelo o fato de saber nadar não precisa usar o colete salva vidas. (A 20)

comprometida	de investigação, no sentido de favorecer a participação ativa dos estudantes na aquisição de informação que possibilite desenvolver ideias e valores mediante estudo de temas locais... (Pinto, Vermelho, 2017)	Santarém... (A 21) ...a poluição dos rios que muitas das vezes não é necessariamente culpa das embarcações e sim nossa que jogamos lixo nos rios. O que mais deve melhorar é nossa atitude de seres humanos e nos conscientizar para não poluir nossos rios. (A 15)	Até então não sabia dessas questões sociais que envolvem as embarcações e com as apresentações dos trabalhos tive um excelente esclarecimento para mudar minha postura. (A 33)	...o Brasil por meio dos navios de guerra protege as fronteiras contra o tráfico de drogas e de armas, mas, que esse combate não é o suficiente para impedir a entrada de drogas no país, porém sem a proteção dessas embarcações seria pior, mas podemos também ajudar nisso. (A 23)
E O estudante sente-se atraído pela ciência	O fragmento demonstra que o enfoque CTS tem o objetivo de promover o interesse dos alunos em relacionar ciência e tecnologia à fenômenos cotidianos (AULER, 2007).	Foi um ótimo tema de aprendizagem porque é um tema que chama atenção que faz o estudante se interessar em aprender, até mesmo quem tem dificuldade de aprendizagem entendeu o assunto... (A 4)	O material estava ótimo, gostei muito de aprender sobre embarcações, foi um tema bem abordado e me atrai para a física. A 32	Ele chegou a comentar como foi bom estudar esse assunto pois, descobriu o quanto a tecnologia nesse setor tem contribuído para o desenvolvimento da sociedade, principalmente em regiões ribeirinhas, como na cidade de Santarém que ainda depende desse tipo de transporte para terem saúde, educação e até mesmo comida. A 12
		Nunca pensei que falar sobre esse tema seria divertido, aprender sobre o assunto, não fazia ideia do que se tratava ante das aulas. Foi ótimo falar sobre embarcações e aprendi demais, as aulas foram tão práticas e teóricas que faz os estudantes quererem participar e aprender mais... (A 25)	...foi muito legal sair um pouco da sala de aula, ver e pesquisar como acontece na prática a ciência, o assunto discutido. A 21	...o quanto foi importante estudar o processo histórico das embarcações e o interesse aumentava a cada nova descoberta, promoveu uma vontade em aprender mais sobre o assunto. A 30

Fonte: o autor (2019)